

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>



TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI

COĞRAFYALİSANS PROGRAMI

PROF. DR. NURİYE GARİPAĞAOĞLU

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI



TÜRKİYE ÇEVRE SORUNLARI

Prof. Dr. Nuriye Garipağaoğlu

ÖN SÖZ

Günümüzde dünya ekosisteminin ortamla ilgili olan sorunları, hem çok çeşitli hem de ekosistemdeki etki payları çok farklıdır. Özellikle, gelişmiş ülkelerin üzerinde fazlasıyla durdukları ortam ve sorunları konuları, Türkiye için oldukça yenidir. Bu eserde, ekolojik ortam olarak Türkiye seçilmiş olup atmosfer, su ve hava ekosistemleri ayrı ayrı incelenerek sorunları belirlenmeye çalışılmıştır. Türkiye’de mevcut ortam sorunlarının kökenleri ve coğrafi dağılışları bir hayli farklıdır. Ortaya çıkan sorundoğal ya da beşerî kökenli olabileceği gibi her ikisinin tesirine dehal maruz olabilmektedir.

Ancak eserde, mevcut sorunlara sınırlılık getirmek düşüncesiyle daha ziyade beşerî kökenliler çalışmaya esas teşkil etmiştir. Doğal kökenliler (deprem, kütle hareketleri, sel, çığ, vs.) değerlendirmeye alınmamıştır. Türkiye’de ekolojik dengeninbozulmasında, özellikle hızlı nüfus artışı, hızlı ve çarpık kentleşme, endüstrileşme, tarım alanlarının genişlemesi ve tarım teknolojileri gibi beşerî olaylar önemli rol oynamaktadır.

İçeriği gereği, çalışmanın disiplinler arası bir nitelik de taşıması nedeniyle eserde her konu aynı kapsamda incelenememiştir. Hatta bazı konularda daha sınırlı kalınmış ve ilgili kaynaklardan fazlasıyla yararlanılarak, aktarmalar yapılmıştır. Bütün bunlara rağmen, bütünüyle Türkiye ortamının ve sorunlarının ekosistemlere göre tanıtılmasına özen gösterilmiştir. Farklı bilim dallarına ait birçok çalışmanın ve resmî verilerin sonuçlarına bağlı olarak ortaya çıkan bu çalışma, öncelikle “coğrafya bölümü” öğrencilerinin Türkiye’nin ekolojik koşullarını ve sorunlarını algılamalarına

Katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca Türkiye ortam sorunlarıyla ilgilenen diğer meslek mensuplarının da yararlanabilecekleri bir kaynak vasfı taşımasına da dikkat edilmiştir.

Eserin, öğrencilere ve tüm okurlarına faydalı olması ümidiyle...

Prof. Dr. Nuriye GARİPAĞAOĞLU

Feneryolu, 12 Haziran 2014

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
İÇİNDEKİLER.....	2
1. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ 1	9
1.1. Atmosferin Yapısı, Bileşimi ve Ekolojik Önemi	15
1.2.Hava Kirliliğinin Tanımı	16
1.3. Hava Kirlleticileri (Pollütantlar)	16
1.4. Atmosfer Kirleticilerinin Çevre Üzerindeki Etkileri.....	20
1.5. Hava Kirliliğinin Kontrolü	23
2. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ 2	31
2.1. Türkiye’de Hava Kirliliğini Doğuran Sebepler.....	37
2.1.1. Nüfus.....	37
2.1.2. Şehirleşme.....	45
3. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ 3	63
3.1. Yakıt Kullanımı ve Kalitesi.....	69
3.2. Endüstrileşme	72
4. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN FİZİKİ COĞRAFYA FAKTÖRLERİ	91
4.1. İklim	97
4.1.1. Hava Kütleleri ve Basınç Şartları.....	97
4.1. 2. Sıcaklık Şartları	99
4.1.3.Nem.....	106
4.1.4. Bulutluluk ve Sisli Günler	107
4.1.5. Yağış	109
4.1.6. Basınç ve Rüzgârlar	113
4.2. Topoğrafik Şartlar.....	115
4.2.1. Topografyanın Şekli.....	117
4.2.2. Yükseklik	118
4.2.3. Bakı	120
4.3. Bitki Örtüsü	122
4.3.1. Orman Formasyonu	123
4.3.2.Ağaçcık ya da Çalı Topluluğu	128
	2

4.3.3.Step Formasyonu	129
5. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ	138
5.1. Türkiye’de Hava Kirliliğinin Görüldüğü Şehirler	144
5.1.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri	144
5.1.2. Şehirlerin Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri	159
6. ŞEHİRLERİN KISA VADELİ SINIR DEĞERİ AŞAN GÜNLER SAYISI VE MAKSİMUM DEĞERLERİ	181
6.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Kısa Vadeli Sınır Değeri Aşan Günler Sayısı	187
6.2. Şehirlerin Maksimum Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kirlilikleri	189
7. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN COĞRAFİ BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (KIYI BÖLGELERİ)	202
7.1. Marmara Bölgesi	208
7.2. Ege Bölgesi	221
7.3. Akdeniz Bölgesi	227
7.4 Karadeniz Bölgesi	231
8. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN COĞRAFİ BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (İÇ BÖLGELER)	246
8.1. İç Anadolu Bölgesi	252
8.2. Doğu Anadolu Bölgesi	261
8.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi	267
9. SUYUN EKOLOJİK AÇIDAN ÖNEMİ VE SORUNLARI	278
9.1. Su Ekosisteminin Genel Özellikleri	284
9.2. Su Ekosisteminin Sorunları	285
9.2.1. Su Kirliliği	285
9.2.2. Su Kirleticileri	286
9.3. Su Kalitesi Kontrolü ve Kirliliğin Önlenmesi	287
9.4. Türkiye’nin Su Potansiyeli	288
10. TÜRKİYE’DE SU KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ	298
10.1. Türkiye Akarsuları’nda Kirlilik	305
10.1.1. Meriç-Ergene Havzası	305
10.1.2.Marmara Havzası	306
10.1.3.Susurluk Havzası	307

10.1.4. Kuzey Ege Havzası	308
10.1.5. Gediz Havzası	309
10.1.6. Küçük Menderes Havzası	309
10.1.7. Büyük Menderes Havzası	310
10.1.8. Batı Akdeniz ve Antalya Havzası	310
10.1.9. Antalya Havzası	310
10.1.10. Seyhan Havzası	311
10.1.11. Ceyhan Havzası	312
10.1.12. Asi Havzası	312
10.1.13. Fırat ve Dicle Havzaları	314
10.1.14. Konya Kapalı Havzası	315
10.1.15. Doğu Karadeniz Havzası	316
10.1.16. Çoruh Havzası	316
10.1.17. Yeşilırmak Havzası	316
10.1.18. Kızılırmak Havzası	317
10.1.19. Batı Karadeniz Havzası	318
10.1.20. Sakarya Havzası	319
10.1.21. Van Gölü Kapalı Havzası	320
10.1.22. Aras Havzası	321
10.1.23. Burdur Kapalı Havzası	321
10.1.24. Akarçay Havzası	321
10.1.25. Doğu Akdeniz Havzası	322
11. TÜRKİYE GÖLLERİNİN SULAK ALANLARININ SORUNLARI VE YÖNETİMİ ..	328
11.1. Türkiye Göllerinin Sorunları	336
11.1.1. Sapanca Gölü	336
11.1.2. İznik Gölü	336
11.1.3. Ulubat Gölü	337
11.1.4. Manyas Gölü	338
11.1.5. Büyük ve Küçük Çekmece Gölleri	338
11.1.6. Beyşehir ve Suğla Gölleri	340
11.1.7. Eğirdir ve Kovada Gölleri	341
11.1.8. Burdur Gölü	342
11.1.9. Acı Göl	344

11.1.10. Salda Gölü.....	344
11.1.11. Kestel Gölü	345
11.1.12. Köyceğiz Gölü	345
11.1.13. Amik Gölü	345
11.1.14. Akyayan ve Akyatan Gölleri	346
11.1.15. Tuz Gölü	348
11.1.16. Eber, Akşehir, Çavuşçu Gölleri	349
11.1.17. Seyfe ve Tuzla Gölleri	350
11.1.18. Acı Göl.....	350
11.1.19. Mogan ve Emir Gölleri	350
11.1.20. Van Gölü.....	351
11.1.21. Sultansazlığı.....	352
11.1.22. Göksu Deltası.....	353
11.1.23. Kızılırmak Deltası.....	353
11.1.24. Gediz Deltası.....	354
11.1.25. Yumurtalık Lagünü.....	355
11.1.26. Meke Maarı (Tuzla Gölü)	355
11.1.27. Kızören Obruğu	356
11.2. Türkiye’de Deniz ve Kıyı Alanlarında Kirlilik	356
11.2.1. Karadeniz	356
11.2.2. Marmara Denizi	358
11.2.3. Ege Denizi.....	361
11.2.4. Akdeniz	363
12. TOPRAK EKOSİSTEMİ-SORUNLARI VE TÜRKİYE TOPRAK POTANSİYELİ	372
12.1 Toprağın Tanımı, Yapısı ve Oluşumu.....	378
12.2. Toprak Profili ve Toprak Tipleri.....	379
12.2.1. Toprak Profili.....	379
12.2.2. Toprak Tipleri	379
12.3. Toprak Sorunları	380
12.4. Toprak Sorunlarının Ortama Etkileri	383
12.5. Türkiye’nin Toprak Potansiyeli	384
12.5.1. Türkiye’de Arazi Kullanımı.....	384
12.5.2. Türkiye’de Mevcut Genetik Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılımları.....	387

13. TÜRKİYE TOPRAKLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL, BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE SORUNLARI.....	399
13.1. Tekstür ve Strüktür Özellikleri.....	405
13.2. Toprak Reaksiyonu	405
13.3. Toprakların Kireç Miktarı	405
13.4. Toprakların Organik Madde Miktarı.....	405
13.5. Toprakların Katyon Değişim Kapasitesi	406
13.6. Toprakların Azot Miktarı	406
13.7. Toprakların Fosfor Miktarı.....	406
13.8. Toprakların Potasyum Miktarı	406
13.9. Türkiye’de Toprak Sorunları.....	407
13.9.1. Türkiye’de Toprak Bozulması	407
13.9.2. Taşlılık Sorunu.....	423
13.9.3. Su Fazlalığı	423
13.9.4. Tuzluluk ve Sodiklik.....	424
13.9.5. Arazilerin Yanlış Kullanımı.....	425
13.9.6. Tarım Arazilerinin Parçalanması	426
14. TÜRKİYE’DE TOPRAK KİRLİLİĞİ	435
14.1. Suni Gübre Kullanımı	441
14.2. Tarım Alanında Kullanılan İlaçlar	444
14.3. Tarımsal Sulamada Kullanılan Atık Sular ve Sanayi Atıklarından Kaynaklanan Kirlenme	449
KAYNAKÇA	459

KISALTMALAR

- **USA** (United States Of America)
- **GAP** (Güneydoğu Anadolu Bölge Kalkınma Planı)
- **İDKK** (İç Denetim Koordinasyon Kurulu)
- **KDHSD** (Kış dönemi hedef sınır değeri)
- **DİE** (Devlet İstatistik Kurumu)
- **TÜİK** (Türkiye İstatistik Kurumu)
- **AGDAŞ** (Adapazarı gaz dağıtım anonim şirketi)
- **PETKİM** (Petrokimya)
- **HKKY** (hava kirliliği kontrol altında tutulmuş olup)
- **FAO** (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
- **EİE** (Elektrik İşleri Etüt İdaresi)
- **AKM** (Askıda Katı Madde)
- **RAMSAR** (Uluslararası Önemli Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme)
- **KOİ** (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)
- **BOİ** (Biyolojik Oksijen ihtiyacı)
- **TÜGSAŞ** (Samsun Gübre Sanayi A.Ş.)
- **KBİ** (Karadeniz akır işletmeleri)
- **DPT** (Devlet Planlama Teşkilatı)
- **KHGM** (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü)
- **TRGM** (Tarım Reformu Genel Müdürlüğü)

YAZAR NOTU

1. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ 1

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 1.1. Atmosferin Yapısı, Bileşimi ve Ekolojik Önemi**
- 1.2. Hava Kirliliğinin Tanımı**
- 1.3. Hava Kirleticileri (Pollütantlar)**
- 1.4. Atmosfer Kirleticilerinin Çevre Üzerindeki Etkileri**
- 1.5. Hava Kirliliğinin Kontrolü**

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Hava kirliliğinin tanımını yapınız.
- 2) Hava kirlleticileri (pollütantlar) gruplandırarak tanıyınız
- 3) Yaşadığınız kentte hava kirliliği sorunu var mıdır? Eğer varsa sebepleri nelerdir? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Atmosferin Yapısı, Bileşimi ve Ekolojik Önemi	Atmosferin yapısının dünya ekosistemi üzerindeki etkilerini kavramak	Atmosferin yapısı, bileşimi ve ekolojik önemini anlayarak değerlendirmek
Hava Kirliliğinin Tanımı ve Hava Kirlleticileri (Pollütantlar)	Hava kirliliğini tanıyarak, hava kirlleticileri sınıflandırmak	Hava kirliliğinin ne ve nasıl olduğunu anlayarak hava kirlleticileri (pollütantlar) hakkında değerlendirme yapmak
Atmosfer Kirlleticilerinin Çevre Üzerindeki Etkileri	Hava kirlleticilerin canlı ve cansız ortam üzerindeki tesirlerini belirlemek	Atmosfer kirlleticilerinin çevre üzerindeki etkilerini irdelemek
Hava Kirliliğinin Kontrolü	Hava kirliliğinin kontrolü ve temiz hava yönetimini dünyadaki örnekleriyle öğrenmek	Hava kirliliğinin kontrolünü ve kontrolün nasıl yapılması gerektiğini öğrenmek

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Hava kirliliği
- Atmosfer
- Hava kirleticiler
- Çevre
- Hava kirliliği kontrolü

Giriş

Atmosferin süzücü özelliği sayesinde güneş radyasyonu enerjisinin %48'lik kısmı yeryüzüne ulaştırıldığı gibi yer radyasyonunun uzaya iadesi de büyük oranda engellenmektedir. Genel bir değerlendirme ile atmosferin yapısı ve bileşimi, yalnızca yeryüzünü canlıların yaşaması için uygun bir ortam hâline getirmekle kalmaz denilebilir. Meteorolojik etken ve süreçlerle ve onların bir sonucu olan farklı iklim bölgelerinin belirmesi vasıtası ile de atmosfer çok önemli rol oynamaktadır.

Hava kirliliğini, atmosferde gaz, parçacık, su buharı ve koku şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin başta insan olmak üzere, canlılara ve bütünüyle ortama zarar verecek ölçülere ulaşması şeklinde tanımlamak mümkündür.

Atmosfere salınan her türlü kirleticilerin kontrolü ise belli başlı dört aşamadan geçmektedir:

- 1- Kirleticilerin uzaklaştırıldığı kaynakların kullanılması gerekir.
- 2- Kirleticilerin daha kaynakta iken bazı işlemlerle azaltılması gerekir.
- 3- Yakma metotlarının kirleticileri minimum düzeye indirecek şekilde uygulanması gerekir.
- 4- Kirletici kaynakların temiz olanlarla değiştirilmesi gerekir.

Bu bölümde, atmosferin ekolojik özellikleri, hava kirliliği ve hava kirleticiler, ortama olan etkileri kapsamında incelenerek, başlıca hava kirliliği kontrolü yöntemleri değerlendirilecektir.

1.1. Atmosferin Yapısı, Bileşimi ve Ekolojik Önemi

Hava kirliliğini tanımlamadan önce atmosferin genel yapısını ve bileşimini ekolojik açıdan tanımak gerekir. Bilindiği gibi atmosfer dünyamızın en dış geosferidir ve 10. 000 km' den sonra uzay boşluğu başlamaktadır. Atmosferin katları birbirinden farklı özelliklere sahiptir ve bu durum ekolojik açıdan çok önemli sonuçlar yaratmaktadır. Her şeyden önce zararlı güneş ışınları iyonosfer ve ozonosferde tutularak yaşama uygun olanları yeryüzüne ulaştırılmaktadır. Ayrıca atmosferin bu süzücü özelliği sayesinde güneş radyasyonu enerjisinin %48'lik kısmı yeryüzüne ulaştırıldığı gibi yer radyasyonunun uzaya iadesi de büyük oranda engellenmektedir. Güneş enerjisinin önemli bir kısmı, atmosferin alt tabakalarının ve yeryüzünün canlılar için uygun sıcaklığa erişilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Daha az bir kısmı da besin zincirinin temeli olan fotosentez olayında harcanmaktadır. Bütünüyle dünya ekosisteminin işleyiş mekanizması ise atmosferin bileşimine sıkı sıkıya bağlı bulunmaktadır.

Tablo 1 Kuru Havanın Bileşimi(Karpuzcu 1994, Erinç 1984'den)

Gazlar	Konsantrasyon (ppm)
Azot (N ₂)	780 900,0
Oksijen (O ₂)	209 400,0
Argon	9 300,0
Neon	18
Helyum	5,2
Kripton	1
Ksenon	0,08
Karbon dioksit	315
Metan	1,0-1,2
Hidrojen	0,5
Azot oksit	0,8
Azot dioksit	0,02
Ozon (O ₃)	0,01-0,04

Atmosferin en alt katı olan troposferde temiz ve kuru havanın bileşiminde bulunan gazlardan özellikle azot (N₂), oksijen (O₂) ve karbon dioksit (CO₂)'in ekolojik açıdan çok

önemli rollerinin olduğu bilinmektedir. Kuru havanın doğal bileşiminde bulunan ozon (O_3) ve azot oksitleri (N_2O , NO_2) ise atmosferde doğal kirleticiler durumundadırlar.

Ancak, normal havanın bileşiminde belirtilenlerin dışında, su buharı ve kirletici olarak bulunan diğer bazı gazlar, kurum, toz, polen, bakteri, mantar ve böcekler gibi canlı ve cansız parçacıklar da mevcuttur. Su buharının radyasyon bilançosundaki rolü, karbon dioksitinki gibidir. Uzun dalgalı yer radyasyonun uzaya iadesini engeller. Su buharının %90 gibi önemli bir kısmı, alt troposferde bulunmaktadır. Yeryüzünde su buharı oranının az olduğu kısımlar, günlük ve yıllık sıcaklık farklarının yüksek olduğu yerlerdir. Su buharı oranının yüksek olduğu yerlerde ise termik farklar son derece azdır. Su buharı miktarının atmosferde gösterdiği değişiklikler ise karbon dioksit gibi ekosistemler üzerinde önemli sonuçlarla beliren iklim değişikliklerine sebep olabilmektedir. Genel bir değerlendirme ile atmosferin yapısı ve bileşiminin yalnızca yeryüzünü canlıların yaşaması için uygun bir ortam hâline getirmekle kalmadığı gibi meteorolojik etken ve süreçlerle ve onların bir sonucu olan farklı iklim bölgelerinin belirmesi vasıtası ile de çok önemli rol oynamaktadır.

1.2.Hava Kirliliğinin Tanımı

Temiz havanın çok net bir tanımı bulunmamaktadır. Araştırmacıların çoğu temiz havanın bileşimini tablo 1'deki gibi kabul etmektedirler. Bu duruma göre söz konusu tabloda yer almayan her hangi bir maddenin atmosferde bulunmasını kirletici olarak değerlendirmek gerekir. Ancak, ideal anlamda temiz havayı da bulmak mümkün değildir. O hâlde hava kirliliğini, atmosferde gaz, parçacık, su buharı ve koku şeklinde bulunabilecek olan kirleticilerin başta insan olmak üzere, canlılara ve bütünüyle ortama zarar verecek ölçülere ulaşması şeklinde tanımlamak mümkündür. Kirleticilerden hangilerinin hangi konsantrasyona ulaştığında zararlı olabileceği, uluslararası kuruluşlar ve ayrıca çeşitli ülkeler tarafından "hava kirliliği standartları" ile belirlenmiştir. Ülkemizde ise bu standartlar, 2 Kasım 1986 gün 19269 sayılı resmî gazetede yayınlanan yönetmelik çerçevesinde oluşturulmuştur.

1.3. Hava Kirleticileri (Pollütantlar)

Daha önce bahsedilen kuru havanın bileşimine yabancı olan maddelere atmosfer kirleticileri (pollütantlar) denir. Bunlar, CO , SO_2 , SO_3 , H_2S , HF gibi gazlarla, yoğunlaşma çekirdekleri, mantarlar, kurum, is gibi partiküller ve radyoaktif maddelerdir. Atmosferde bulunan su buharı ise kirletici sayılmaz. Aynı şekilde karbondioksit de (CO_2), saf havanın bileşimindeki oranını koruduğu sürece pollütant değildir. Ancak, yanmalar sırasında meydana gelen ve havaya karışan karbondioksit, bir kirlenme etkenidir. Doğal olarak atmosferin bileşiminde çok küçük oranlarda bulunan N_2O , NO_2 ve O_3 ise doğal kirleticilerdir. Atmosfer kirleticileri birincil ve ikincil kirleticiler olarak da gruplara ayrılırlar. Birincil kirleticiler doğrudan kirlenmeye yol açarlar.

Tablo 2: Atmosfer Kirleticilerinin Uzun ve Kısa Vadeli Sınır Değerleri

Hava Kirleticiler	Birim	UVS	KVS
Kükürt dioksit(SO ₂)(SO ₃) dâhil			
Genel Olarak	µg/ m ³	150	400 (900)
Endüstri Bölgeleri İçin	µg / m ³	250	400 (900)
Karbon Monoksit (CO)	µg / m ³	10000	30000
Azot dioksit (NO ₂)	µg / m ³	100	300
Azot monoksit (NO)	µg / m ³	200	600
Klor (Cl ₂)	µg / m ³	100	300
Klorlu Hidrojen ve Gaz Hâlinde Klorürler	µg / m ³		300
Florlu Hidrojen ve Gaz Hâlinde Organik Florürler	µg / m ³		10 (30)
Ozon (O ₃) ve Fotokimyasal Oksitleyiciler	µg / m ³		-240
Hidrokarbonlar (HC)	µg / m ³		140 (280)
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	µg / m ³		40 (100)
Havada Asılı Partiküler Maddeler (PM) (10µg ve Daha Küçük Partiküller)	µg / m ³		
Genel Olarak	µg / m ³	150	300
Endüstri Bölgeleri İçin	µg / m ³	200	400
PM İçinde Kurşun (PB) ve Bileşikleri	µg / m ³	2	
PM İçinde Kadmiyum (Cd) ve Bileşikleri	µg / m ³	0,04	
Çökelen Tozlar	µg / m ³		
Genel Olarak	µg / m ³	350	650
Endüstri Bölgeleri İçin	µg / m ³	450	800
Çökelen Tozlarda pb ve Bileşikleri	µg / m ² gün	500	
Çökelen Tozlarda Cd ve Bileşikleri	µg / m ² gün	7,5	
Çökelen Tozlarda Tl ve Bileşikleri	µg / m ² gün	10	

Kaynak: Çevre Müsteşarlığı, 1986.

İkincil pollütantlar ise bir veya birkaç birincil pollütantın kimyasal reaksiyona girmesiyle oluşurlar. Atmosferdeki su buharı ve yoğunlaşma çekirdekleri de bu olayda çoğu zaman etkili olurlar. Gerek birincil ve gerekse ikincil pollütantların atmosferdeki yayılışları

unsur boyutlarına ve çökelme hızlarına sıkı sıkıya bağlıdır. Çapı büyük ve çökelme hızı yüksek olan parçacıklar havada uzun süre asılı kalamazlar. Dolayısıyla bunlar ikincil pollütantların oluşumunu hazırlayan kimyasal reaksiyonlarda fazla etkili sayılmazlar. Hâlbuki çökelme hızı yavaş ve çapı küçük olan unsurlar, uzun süre atmosferde asılı kalabildikleri gibi hava dolaşımı ile de uzak noktalara taşınabilmektedirler.

Bu bakımdan ikincil pollütantların oluşumunda ve hava kirliliğinde bunlar daha etkin rol oynamaktadırlar. Bu kirleticilerin konsantrasyonları ve dağılışları üzerinde atmosferin hareketli ya da durgun oluşu önemli rol oynamaktadır. Havanın durgun olduğu zamanlarda, gaz molekül ve iyonları ile bazı virüsler havada asılı olarak kalabilirler. Buna karşılık kuvvetli rüzgârlar, mekanik ve ya termik kökenli türbülans olayları, genellikle karmaşık düşey hareketlere yol açan kararsız hava şartları, yatay ve düşey doğrultuda kirleticilerin rahatlıkla yer değiştirerek atmosfere yayılmalarına sebep olmaktadır. Şiddetli rüzgârlarla bu kirleticiler, bir is tabakası şeklinde rüzgâr esiş istikametinde hareket ederler.

Durgun hava şartlarında ise kirleticiler birkaç yüz metrelik bir tabakada toplanırlar ve aşırı derecede kirlenmeye yol açarlar. Her hangi bir yerdeki atmosfer kirleticileri, beşerî ve ekonomik faaliyetlerin bir sonucu olmakla birlikte, bunların konsantrasyonları ve etkileme süreleri fiziki çevre şartlarıyla da sıkı sıkıya bağlantılıdır. Bu nedenle hava kirliliği ve alınması gereken tedbirler üzerinde durulurken, hava kirliliğini doğuran nedenler ve etkileyen faktörler birlikte değerlendirilmelidir. Atmosfer kirleticilerini, ayrıca gaz hâlinde ve partiküler madde şeklinde gruplayarak değerlendirmek de mümkündür. Bunları kısaca tanımak ve etkilerini belirlemek gerekirse:

a) Gaz Şeklindeki Kirleticiler: Hava kirliliğine neden olan gaz hâlindeki kirleticiler, normal sıcaklık ve basınç altında gaz formunda bulunan maddelerle katı ve ya sıvı hâlde bulunan maddelerin buharlarından oluşmaktadır. Gaz durumundaki kirleticilerin en önemlileri; karbonoksitler, hidrokarbonlar, hidrojen sülfür, azot oksitleri, kükürt oksitleri, ozon ve diğer oksitleyicilerdir. Bunlardan karbon oksitler, karbondioksit (CO_2) ve Karbonmonoksit (CO) şeklinde bulunurlar.

Bilindiği gibi CO_2 , temiz havanın bileşiminde yer almaktadır. Ayrıca fotosentez sürecinin önemli bir maddesini oluşturduğu ve besin zincirinin devamını sağladığı da bilinmektedir. Bu bakımdan bütünüyle dünya ekosisteminde önemli bir yerinin olduğu bilinen bir gerçektir. Temiz havanın bileşiminde doğal olarak bulunan CO_2 , normal konsantrasyonunu koruduğu sürece pollütant sayılmaz. Ancak, bu oranı aştığı takdirde, atmosferde bir kirletici olarak bulunmaktadır. Bu gazın atmosferdeki konsantrasyonunun yılda 0,7 ppm civarında arttığı düşünülmektedir. CO_2 , yer radyasyonunu engelleyerek, sıcaklığı arttırdığından, genel olarak atmosferin ve özellikle şehirlerin enerji bilançolarını etkilemektedir. Özellikle kentlerde kış döneminde kaydedilen sıcaklık artışlarının buralarda tüketilen yakıt miktarı ve buna bağlı olarak havaya karışan CO_2 miktarı ile ilgisi olsa gerekir.

Karbonmonoksit (CO), karbonlu maddelerin tam olarak yanmamasından oluşur. Renksiz, kokusuz ve zehirli bir gazdır. Kimyasal olarak kararlı olduğu için diğer kirleticilerle doğrudan reaksiyona girmez. Havaya daha çok eksoz gazları ile karışmaktadır. Dolayısıyla

trafiğin yoğun olduğu alanlarda daha fazla bulunmaktadır. Sanayi kuruluşlarında tolere edilen maksimum CO konsantrasyonu, 50 ppm'dir. Suda çözünmediği için atmosferden yağmur damlaları ile uzaklaştırılması önemsiz kalmaktadır. Toprakların bir miktar CO gazı absorbe ettiği bilinmektedir.

Hidrokarbonlar ve oksijenatlar ise karbon monoksit (CO) ile birlikte meydana gelmektedirler. Katı yakıtların yanması esnasında ve ayrıca endüstride kullanılan eriticilerden, boyalardan ve sıvı yakıtlardan buharlaşma yolu ile atmosfere karışırlar. Bunlardan bazıları havada diğer kirleticilerle kimyasal reaksiyona girmektedirler.

Kükürtlü pollütanlar da kükürt içeren yakıtların kullanılması ile oluşmaktadır. Kükürtdioksit (SO₂) ve kükürtlü hidrojen (H₂S) bu grubun en tanınmış gazlarıdır. Bunlardan kükürtdioksit (SO₂), kükürt ve kükürt içeren yakıtların yanmasıyla açığa çıkan keskin bir gazdır. Bütün canlılar için zehirleyici bir özelliği vardır. Kalitesiz katı yakıtlar bu gazın en önemli kaynağıdır. Son yıllarda atmosfere gönderilen SO₂ oranında bir artış olduğu bilinmektedir. Atmosferde yapay kökenli SO₂ dışında doğal kökenli SO₂ gazı da bulunmaktadır. Bu bakımdan volkanik olaylar en önemli kaynaklardır. SO₂ suda kolay çözünebilir olmasının yanında, kimyasal olarak kolaylıkla reaksiyona girdiği için oksitlenmekte, ya da atmosferde fotokimyasal reaksiyona girmektedir. SO₂, güneş ışığında oksitlenerek SO₃'ü oluşturmakta ve daha sonra havadaki su buharı ile reaksiyona girerek, ikincil bir kirletici olan sülfürikasite (H₂SO₄) dönüşmektedir. Sülfürikasit belli bir konsantrasyona ulaştığında, canlılarda ve bazı yapılarda tahriş ve tahribat yapmaktadır.

Kükürtlü hidrojen (H₂S) gazının en önemli kaynağını turba ve diğer ıslak zeminlerde çürüyen bitkisel artıklarla çöplükler ve kanalizasyonlar meydana getirmektedir. Kötü kokulu ve fazla zehirli bir gazdır. Ayrıca volkan bacalarından ve okyanuslardan da atmosfere zaman zaman H₂S gazı gönderildiği tespit edilmiştir. Sudaki çözünürlüğü çok az olup, O, O₂ ve O₃ ile oksidasyona girerek, canlılar için çok daha tehlikeli olan SO₂'ye dönüşebilmektedir. Çok kolay oksidasyona uğradığı için doğal yollardan değişmekte, fakat atmosferden uzaklaşmamakta ve kendisinden daha zehirli bir gaz olan SO₂'ye kaynak oluşturmaktadır.

Azotlu gazlar ise çok yüksek sıcaklık ve basınçta meydana gelen yanma süreçleriyle oluşurlar. Taşıt motorları ve elektrik santrallerindeki yanmalar bu bakımdan önemli kaynaklardır. Kirletici azotlu gazlar, NO ve NO₂'dir. Kirleticilik açısından, Azot dioksit (NO₂) daha önemlidir. Çünkü, bütün azot oksitleri, havada azot dioksite dönüşür. Bu gaz atmosferdeki diğer bazı kirleticilerle ve özellikle hidrokarbonlarla reaksiyona girerek, ikincil kirleticileri oluşturmaktadır. İnsan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkileri olmasına rağmen, konsantrasyonu fazla yüksek değildir. Atmosferin bileşiminde doğal olarak 0,02 ppm oranında bulunan ozonun ise konsantrasyonu 0,1 ppm'i geçtiğinde toksik etki yapmaktadır. Kolayca reaksiyona giren bir gazdır.

Kimyasal olarak ozona benzeyen ve kirleticilik etkisi olan bazı gazlar daha vardır ki bunlar oksidantlar adı ile bilinirler. Bu gazlar, genellikle ikincil olarak hidrokarbonların ve diğer organik madde buharlarının güneş ışığı altında azot ile reaksiyona girmesiyle oluşurlar. Başlıca kaynağını bazı endüstri kollarının, özellikle alüminyum üretiminin oluşturduğu,

hidrojen florür (HF) gazı, atmosfer kirleticilerinden bir diğeridir. Özellikle bitkilere zararlı etkilerde bulunduğu bilinmektedir. Ancak, atmosferde fazla yaygın olmayan bir gazdır.

b) Partikül Şeklindeki Kirleticiler: Partiküler maddelerin kökenleri, boyutları ve hatta cisim hâlleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bunları organik ve inorganik kökenli olmak üzere, öncelikle iki gruba ayırmak mümkündür. Organik kirleticiler, bakteriler, virüsler, polenler, böcekler ve sinekler gibi parçacıklardan oluşmaktadır. İnorganik kirleticiler ise beşerî ve doğal yollardan atmosfere karışabilmektedir. Bunlar toz, kum, deniz tuzu, kurşun, metallerle ait çeşitli bileşikler gibi parçacıkları kapsamaktadır. Atmosferde bulunan ve ya belirli bir kaynaktan atmosfere gönderilen partikül hâlindeki kirleticiler, metal ve metal olmayan değişik elemanların birleşmesi sonucu ortaya çıkar ve kimyasal olarak karmaşık bir yapı gösterirler. Özellikle beşerî faaliyetlerle atmosfere karışmış olan partiküler kirleticiler, boyut ve kökenlerine göre farklı gruplar oluşturmaktadırlar:

1) İnce Tozlar: Kömür, kül ve çimento gibi maddelerin üretimi, yakılması ve taşınması ile atmosfere karışan katı tanecikler, mekanik atolyelerden atmosfere doğrudan karışan ince tozlar, kum yıkama ve püskürtme tesislerinden havaya doğrudan karışan ince taneciklerdir.

2) Kimyasal Dumanlar: Buharların süblimasyon, damıtma ve ya yoğunlaştırılması ile meydana gelen bir metal oksittir. Örneğin; yüksek sıcaklıkta gaz hâline gelmiş metalin oksitlenmesi ve yoğunlaştırılması ile cıva ve kurşun oksitleri birer kimyasal dumandır. Kimyasal dumanların çapları oldukça küçük olup, 0, 03-0,3 mikron arasında değişmektedir.

c) Kimyasal Buharlar: Her hangi bir buharın kimyasal olarak buharlaşması sonucunda meydana gelen sıvı zerreciklerdir. Bu tip kirleticilerin meydana gelmesine ait en tipik örnek, sülfirikasit buharlarının ortaya çıkışıdır. Kimyasal buharların çapları 0,5-3,0 mikron arasında değişmektedir.

d) Yanma Dumanlar: Karbonlu maddelerin yakılması sırasında, yanmanın tam olmaması nedeniyle meydana gelir. Ortaya çıkan bu katı zerrecikler yanma dumanı olarak adlandırılır. Bu dumanların çapları, yaklaşık olarak 0,05-1,0 mikron arasındadır.

e) Spray: Her hangi bir sıvı maddenin atomlarına ayrılması sonucunda meydana gelen küçük taneciklerdir.

1.4. Atmosfer Kirleticilerinin Çevre Üzerindeki Etkileri

Atmosfer kirleticilerden gerek gaz hâlindeki ve gerekse partikül hâlindeki pollütantlar, başta insan sağlığı olmak üzere, bitkilere, hayvanlara, iklime ve cansız ortama zarar vermektedirler. Partiküller ve gaz hâlindeki kirleticiler, insan sağlığı üzerinde çok olumsuz tesirler yaratmaktadır. Örneğin, bu bakımdan parçacıkların akciğerlerin hava torbalarının bulunduğu bölgede birikmesi çok önemlidir. Çünkü bu bölgede partikülleri uzaklaştırmaya yarayan tüyler yoktur. Bunun için parçacıklar bu bölgede uzun süre kalabilirler. Akciğerlere kadar gitmiş olan zerreciklerden çözünebilir olanlar kana karışmaktadır.

Kirli taneciklerden insanlar için en tehlikeli olanlardan birisi, sülfirikasittir. Sülfirikasit bileşimindeki kükürtdioksit, üst solunum yollarını tahriş etmekte ve bronşların daralmasına sebep olmaktadır. Sülfirik asit ile kükürt dioksit molekül-moleküle karşılaştığında, sülfirik asitin fizyolojik etkisi, 4-20 kat daha fazla olmaktadır. Atmosfer kirleticilerden en çok tanınan bir başka partikül de kurşun tanecikleridir. Bu kirleticiler, benzine katılan kurşundan kaynaklanmaktadır. Kurşun parçacıkları, kırmızı kan hücrelerinin gelişmesine ve olgunlaşmasına etki etmektedir. Kurşun tanecikleri kanda ve idrarda depolanmaktadır. Berilyum elementinin parçacıkları da insan sağlığına zarar veren kirleticilerdendir. Bu element 0,1 mikrona ulaştığında zehirleyici olmaktadır. Berilyum elementi, gazların akciğerlerden kana karışmasını sağlar. Bu elementin parçacıklarına kanda ve idrarda rastlanabilmektedir. Gaz hâlindeki kirleticilerden kükürt dioksit, suda ve dolayısıyla kanda büyük ölçüde çözünebilen bir gazdır. İnsan sağlığı üzerinde en olumsuz etkisi, üst solunum yollarının çeperlerini zedeleyerek, hava akışına olan direnci azaltmasıdır. Kükürt dioksit (SO_2), sodyum klorür (NaCl) gibi gaz ortamında askılı şekilde olan parçacıklarla birlikte bulunduğu, çok daha tehlikeli olabilmektedir. Kükürt dioksitin etkisi, kronik olmaktan çok, akut olarak meydana gelmektedir. Azot dioksit (NO_2) gazı da akciğerleri etkileyen önemli bir kirleticidir. Azot dioksitler, hemoglobin ile birleşerek, kararlı bir formda azot dioksit-hemoglobin yaparlar. Ayrıca kanamalara sebep olabilirler. Ozon (O_3) gazı ise akciğerlerde kanamalara ve tıkanmalara neden olmaktadır. Karbon monoksit (CO), kandaki hemoglobin (Hb) ile birleşerek, karboksi hemoglobini (COHb) meydana getirmektedir. İnsan kanındaki hemoglobin, Karbon monoksit (CO) ile oksijene (O_2) nazaran 210 kat daha fazla birleşmektedir. Böylece kandaki oksijen taşınması büyük ölçüde engellenmektedir. Dolayısıyla oksijen eksikliğinden ölümlere neden olabilmektedir. Ayrıca karbon monoksit, oksihemoglobin oluşumunu geciktirerek oksijenin kandaki çözünürlüğünü azaltmaktadır. Organik gazlarla birlikte, formaldehit (HCHO) de insan sağlığına zarar vermektedir. Etkileri kükürt dioksit benzemektedir.

Kirli havanın insan sağlığı yönünden etkilerinin ne kadar önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Özellikle solunum yolu hastalıkları kirli havanın bir sonucudur. Akciğer kanseri, astım, anfiyen gibi kronik hastalıklara yol açmaktadır. Dünyada hava kirlenmesinin sebep olduğu toplu ölümlere 1948'de USA Pensilvanya eyaletindeki Donora şehrinde ve 1952'de Londra'da rastlanmıştır.

Atmosfer kirleticileri; insan sağlığı kadar, bitkilere de zarar vermektedir. Bitkiler üzerindeki etkileri genel olarak yaprak dokularının tahrip olması, yaprakların sararması ve yeşilliğini kaybetmesi, büyümenin yavaşlaması şeklindedir. Hava kirliliğinden yem bitkileri, süs bitkileri ve yenebilen sebzeler büyük ölçüde etkilenmektedirler. Bitkilerde büyüme yavaşlar, meyveler küçülür ve besin değeri düşer, çiçekler tahrip olur. Bitkiler üzerindeki en tehlikeli etkiyi çevredeki sanayi kuruluşlarından atmosfere verilen kükürt dioksit gazı yaratmaktadır. Örneğin; yonca, pamuk, buğday ve elma gibi zirai bitkilerin bu gazdan büyük ölçüde zarar gördükleri tespit edilmiştir. 0,3 ppm'lik kükürt dioksit konsantrasyonuna sekiz saat maruz kalan bitkilerde büyük hasarların olduğu görülmüştür. Ayrıca kükürt dioksitin atmosferde girdiği reaksiyonlar sonucunda meydana gelen sülfirik asit (H_2SO_4) ve yağmurla yıkanarak oluşan asit yağmurlarının ormanlara verdiği zarar da bilinmektedir. Asit

yağışlarının İskandinav ülkelerinde, Almanya ve Kanada'da ormanlar üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Türkiye'de ise bu hususta kapsamlı bir çalışma yoktur. Ancak, Batı Karadeniz kıyılarındaki ormanlarda bu tür bozulmaların olduğu öne sürülmektedir. Ayrıca Kaz Dağı'nda yapılan bir çalışmada, karaçam ve Kazdağı göknarındaki bozulmanın ve orman ölümlerinin batıdan taşınan kirletici gazlarla olabileceğine dikkat çekilmiştir. Yine Karadeniz'de yapılan bir diğer çalışmada, Avrupa'dan taşınan sülfat ve nitrat iyonlarının zarar verecek ölçülerde olduğu bildirilmektedir. Çayır ve çam kozalarına florürlerin çok etki ettiği ve ozonun 0,15 ppm konsantrasyonuna ulaşması hâlinde, domates, patates, tütün, fasulye ve ıspanağa zarar verdiği saptanmıştır. PAN ise sebze yapraklarını bronzlaştırmakta, 0,01 ppm de bazı bitkilerde hasara neden olmaktadır.

Hava kirliliği hayvanların sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Hayvanlarda görülen kronik zehirlenmeler genel olarak yem bitkilerinde absorbe edilen kirleticilerden kaynaklanmaktadır. Bu tür zehirlenmelere neden olan ağır metaller, arsenik, kurşun ve molibdendir. Çiftlik hayvanlarından koyunların ve sığırların, florürden de etkilendikleri bilinmektedir. Geçmiş yıllarda dünyanın çeşitli bölgelerinde hava kirliliğinden dolayı toplu hayvan ölümlerinin olduğu saptanmıştır. Örneğin; 1930'da Belçika'da sığırların büyük bir kısmı hastalanmış, bunlardan bazıları kesilmiştir. 1948'de Pensilvanya'da kanarya ve köpekler hava kirliliğinden etkilenmişlerdir. 1952'de Londra'da meydana gelen hava kirliliğinden birçok hayvan etkilenmiş, bazıları ölmüş, ya da kesilmiştir. 1902'de USA Montano'da sığırlar, atlar ve koyunların zehirlenerek ölümüne, bir bakır işletmesinden çıkan ağır metaller sebep olmuştur. 1955'de Almanya'da hayvanların bir kısmı kurşun ve çinkodan zehirlenmiştir. 1954'de İsveç'te sığırlar molibdenden zehirlenmiştir.

Atmosfer kirleticilerinin, canlılar kadar, cansız ortamı da etkiledikleri bilinmektedir. Özellikle yapıların metal ve taş gibi kısımlarında bozulmalara sebep olmaktadır. Çeşitli yüzeyler üzerinde 0,3 mikron büyüklüğündeki islerin birikmesiyle bozulma ve lekeler oluşmaktadır. Zamanla bu birikim, yüzeyi tahrip etmekte ve rengini değiştirmektedir. Ayrıca hava kirliliği, malzemelerde korrozyonu da arttırmaktadır. Özellikle kükürt dioksitin çürümeyi hızlandırdığı bilinmektedir. Ozon ise kauçuk ve lastik malzemelerde zararlı etkiler yaratmaktadır. Kükürtlü hidrojen de kurşunlu boyaları fazlasıyla etkilemektedir. Özellikle nemin yüksek olduğu zamanlarda kurşunla reaksiyona girerek, kurşun sülfürü oluşturmaktadır. Hava kirleticileri, görüş mesafesini kısıtlayarak da çevrede olumsuz tesirler yaratmaktadırlar. Bu bakımdan çapları 0,3-0,6 mikron arasında kalan parçacıklar çok daha etkili olmaktadır.

İklim elemanlarının, hava kirliliği üzerinde etkileri olduğu gibi Atmosfer kirliliği de iklim üzerinde rol oynayabilmektedir. Hava kirliliği, iklimi lokal ve global ölçeklerde etkileyebilmektedir. Lokal ölçekte, daha ziyade şehirlerin atmosferlerinde bulunan kirleticiler, güneş ışınlarını yansıtmakta, dağıtmakta ya da absorbe etmektedirler. Dolayısıyla şehirlerde meteorolojik olaylar, bu durumdan etkilenebilmektedir. Kirleticilerin dünya ölçeğinde iklime etkileri ise çok daha önemlidir. Bu tür değişikliklerde sera etkisi çok önemli bir faktördür. Dünyadan uzaya giden infrared radyasyonunu tutan bazı antropojenik gazların konsantrasyonu artabilmektedir. Örneğin; bu tür gazlardan karbon dioksitin konsantrasyonun

da son elli yıl içerisinde önemli artışlar kaydedilmiştir. Bir taraftan aşırı yakıt tüketimi, diğer taraftan başta ormanlar olmak üzere, bitki örtüsünün tahribatı ile karbon dioksitin fotosentez süreci ile yeterince işlenememesi gibi faktörler, atmosferde giderek bu gazın konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Sera etkisi olan gazların atmosferdeki konsantrasyonlarının artmasının, yıllık ortalama sıcaklıkları arttırabileceği kabul edilmektedir. Ancak, dünya genelinde iklimi hangi ölçülerde değiştirebileceği şimdiden kestirilememektedir. Eskiden sadece karbon dioksit gazının sera etkisinin olduğu biliniyordu.

Günümüzde bu etkinin yarısının karbon dioksite ait olduğu anlaşılmıştır. Sera etkisinden diğer yarısını ise kloro flor karbon (CFC), azot bileşiği olan nitroz oksit (NO_2) ve metan (CH_4) gazı oluşturmaktadır (Muslu, 2000: 256-257). Yine dünyamızı zararlı ışınlarla karşı koruyan ozon tabakasının, çeşitli endüstri kollarında ve spreylerde kullanılan freon gazları ile bozulduğu bilinmektedir. Ozon tabakasında meydana gelen değişikliklerin iklimi de etkilemesi beklenebilir. Dünyamızı saran atmosferin en alt tabakasını oluşturan troposfer, hava kirliliği ile ilgili olayların en yoğun yaşandığı katmandır. Ayrıca burası meteorolojik olaylar açısından da çok önemlidir. Dolayısıyla hava kirliliği ve bunun sonucunda meteorolojik olaylarda ve bütünüyle iklimde değişikliklerin meydana gelmesi bakımından troposfer çok fazla önem taşımaktadır.

1.5. Hava Kirliliğinin Kontrolü

Atmosfer kirleticilerinin çok çeşitli olumsuz etkileri vardır. Kirleticilerden doğal yollardan atmosfere karışanlar, yine doğal denge sistemi içerisinde giderilebilmektedir. Ancak yapay kirleticiler, atmosferin en alt bölümünde, özellikle kentler üzerinde uzun süre birikip tehlikeli ölçülerde etkili olabilmektedir. Atmosfere salınan her türlü kirleticilerin kontrolü ise bazı aşamalardan geçmektedir (Karpuzcu, 1994):

a) Kaynakların Düzeltilmesi: Hava kirliliğinin önlenmesinin en kolay yollarından birisi, kirlenmeye neden olan olayların durdurulmasıdır. Bunun için;

1) Kirleticilerin uzaklaştırıldığı kaynakların kullanılması gerekir. Örneğin; trafikten kaynaklanan kurşun kirlenmesinin önlenmesi için benzine katılan kurşunun kaynağında ayıklanmış olması gibi.

2) Kirleticilerin daha kaynakta iken bazı işlemlerle azaltılması gerekir. Örneğin; bunun için yakıtların kullanılmadan önce iyileştirilmesi gerekir. Kükürt miktarı düşük olan kaliteli yakıtlar kullanarak, atmosfere gönderilen kükürt dioksit miktarını azaltmak gibi.

3) Yakma metotlarının kirleticileri minimum düzeye indirecek şekilde uygulanması gerekir. Örneğin; bazı yakma metotları ile azot oksitleri azaltılabilmektedir. Yüksek yakma sıcaklıkları ise azotmonoksiti arttırmaktadır. Bunu önlemenin yolu, yanma sonucu oluşan çıkış gazlarının yeniden yanma odasına gönderilmesi ve yanma ısısı düşürülerek, azot dioksitin azaltılmasıdır.

4) Kirletici kaynakların temiz olanlarla değiştirilmesi gerekir. Bu önlem daha çok kullanılan enerji kaynakları ile ilgilidir. Bunun için kirleticiliği olan enerji kaynaklarının yerine temiz ve tükenmeyenlerin tercih edilmesi gerekir. Örneğin; kirleticiliği yüksek olan katı ve sıvı yakıtlar yerine, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisi ve jeotermal enerjinin kullanılması gibi.

b) Kirleticilerin Toplanması: Kirleticilerin toplanması, en zor işlemlerden birisidir. Örneğin; eksoz gazlarının toplanması bugün için mümkün gözükmemektedir. Aynı şekilde sanayi kuruluşlarının emisyonlarını toplu şekilde belli bir noktadan atmosfere gönderilmeleri de kontrolde önemli problemlere neden olmaktadır. Bunun için öncelikle kirletici akımını kontrol altına almak, daha sonra kontrol cihazlarını sisteme yerleştirmek gerekir.

c) Soğutma: Kirleticiler bazen kaynaktan atmosfere atılmadan önce kontrol cihazlarına verilemeyecek kadar yüksek sıcaklıkta olabilirler. Bunun için öncelikle kirleticilerin soğutulması gerekir. Bu amaçla kirleticiler, seyreltilebilir ve su ile soğutulabilir. Ya da helezon şeklindeki borulardan geçirilerek soğutma metotlarından birisi uygulanabilir.

d) Filtre Takmak: Vakum ve torba filtreler bunların en tipikleridir. Örneğin; bunlardan torba filtreler, mikron boyutundan daha küçük partiküllerin toplanmasında fazlaca kullanılmaktadır. Ancak, işlemin sonucunda kirli su ve buharın oluşması önemli bir problemdir.

f) Elektrostatik Yoğunlaştırıcılar: Partiküller iki yüksek voltajlı elektrot arasında elektronla yüklenerek, pozitif yüklü elektrota doğru hareket ettirilerek ortamdan ayrıştırılır. Elektrikle çalışan bu aletler çok küçük parçacıkları da uzaklaştırabilmektedirler. Ancak, bu aletlerin pahalı olması, kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır.

g) Adsorbsiyon: Kirleticilerin tutulmasında aktif karbon gibi absorblayıcıların kullanılmasıdır. Organik kökenli kirleticilerin tutulması için daha uygun bir metottur.

h) Yakma: Gaz durumundaki kirleticileri yakarak, CO₂, H₂O'ya dönüştüren bir metotdur. Yalnızca yanabilen buharlara uygulanmaktadır.

I) Katalitik Yakma: Bu metot da kirleticilerin kimyasal olarak yapısını değiştirecek bir katalizör kullanılır. Temizleme cihazlarının partikül büyüklüğüne göre seçilmesi gerekir.

Bu durumda atmosfer kirliliği ile mücadelenin en etkili yolu, pollütant oluşumunu kaynağında azaltmaktır. Kirlilik oluşuktan sonra alınacak önlemlerle oluşan hasarların önüne geçilemeyeceği gibi bu durum büyük harcamaları da gerektirmektedir.

Uygulamalar

- 1) Şehirdeki hava kirliliği incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Yaşadığınız şehirde hava kirliliği var mıdır? Araştırınız.
- 2) Yaşadığınız şehirde hava kirliliği yaşıyorsa ne gibi önlemler alınmaktadır? Araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Hava kirliliği, atmosferde gaz, parçacık, su buharı ve koku şeklinde bulunabilecek olan kirleticiler başta insan olmak üzere, canlılara ve bütünüyle ortama zarar verecek ölçülere ulaşması olayıdır.

Kuru havanın bileşimine yabancı olan maddelere atmosfer kirleticileri (pollütantlar) denir. Bunlar, CO, SO₂, SO₃, H₂S, HF gibi gazlarla, yoğunlaşma çekirdekleri, mantarlar, kurum, is gibi partiküller ve radyoaktif maddelerdir. Atmosferde bulunan su buharı ise kirleticisi sayılmaz. Aynı şekilde karbondioksit de (CO₂), saf havanın bileşimindeki oranını koruduğu sürece pollütant değildir. Ancak, yanmalar sırasında meydana gelen ve havaya karışan karbondioksit, bir kirlenme etkenidir. Doğal olarak atmosferin bileşiminde çok küçük oranlarda bulunan N₂O, NO₂ ve O₃ ise doğal kirleticilerdir. Atmosfer kirleticileri birincil ve ikincil kirleticiler olarak da gruplara ayrılırlar. Birincil kirleticiler doğrudan kirlenmeye yol açarlar.

İkincil pollütantlar ise bir veya birkaç birincil pollütantın kimyasal reaksiyona girmesiyle oluşurlar. Atmosferdeki su buharı ve yoğunlaşma çekirdekleri de bu olayda çoğu zaman etkili olurlar. Gerek birincil ve gerekse ikincil pollütantların atmosferdeki yayılışları unsur boyutlarına ve çökme hızlarına sıkı sıkıya bağlıdır.

Atmosfer kirleticilerden gerek gaz hâlindeki ve gerekse partikül hâlindeki maddeler, başta insan sağlığı olmak üzere, bitkilere, hayvanlara, iklime ve cansız ortama zarar vermektedirler.

Atmosfer kirleticilerinin çok çeşitli olumsuz etkileri vardır. Kirleticilerden doğal yollardan atmosfere karışanlar, yine doğal denge sistemi içerisinde giderilebilmektedir. Ancak yapay kirleticiler, atmosferin en alt bölümünde, özellikle kentler üzerinde uzun süre birikip tehlikeli ölçülerde etkili olabilmektedir. Atmosfere salınan her türlü kirleticilerin kontrolü ise belli başlı dört aşamadan geçmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Doğal olarak atmosferin bileşiminde çok küçük oranlarda bulunan N_2O , NO_2 ve O_3 doğal kirleticilerdir.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Atmosfere salınan her türlü kirleticilerin kontrolünde, kirleticilerin daha kaynağa yakın bazı işlemlerle azaltılması gerekir.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Zararlı güneş ışınları troposferde tutularak, yaşama uygun olanları yeryüzüne ulaştırılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda belirtilenlerden hangisi karbondioksitin(CO_2) özelliklerinden değildir?

a) Fotosentez sürecinin önemli bir maddesini oluşturur.

b) Temiz havanın bileşiminde yer almamaktadır.

c) Besin zincirinin devamını sağlar.

d) Normal konsantrasyonunu koruduğu sürece pollütant sayılmaz.

e) Yer radyasyonunu engelleyerek, sıcaklık artışına neden olur.

5) Aşağıdakilerden hangisi sera gazlarından birisi değildir?

a) Kloro flor karbon (CFC)

b) Nitroz oksit (NO_2)

c) Metan (CH_4)

d) Karbon dioksit (CO_2)

e) Kükürt dioksit (SO_2)

6) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Su buharının %90 gibi önemli bir kısmı, alt troposferde bulunmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Gerek birincil ve gerekse ikincil pollütantların atmosferdeki yayılışları unsur boyutlarına ve çökelme hızlarına sıkı sıkıya bağlıdır.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Kükürtlü hidrojen (H_2S) gazının en önemli kaynağını turba ve diğer ıslak zeminlerde çürüyen bitkisel artıklarla çöplükler ve kanalizasyonlar meydana getirmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Azotlu gazlar, katı yakıtların yanması esnasında ve ayrıca endüstride kullanılan eriticilerden, boyalardan ve sıvı yakıtlardan buharlaşma yolu ile atmosfere karışırlar.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Organik kirleticiler, toz, kum, deniz tuzu, kurşun, metallere ait çeşitli bileşikler gibi parçacıkları kapsamaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)b, 5)e, 6)a, 7)a, 8)a, 9)b, 10)b

2. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ 2

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

2.1. Türkiye’de Hava Kirliliğini Doğuran Sebepler

2.1.1. Nüfus

2.1.2. Şehirleşme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye’de şehirli nüfus oranı hangi sayım döneminde kırsal nüfus oranının önüne geçmiştir?
- 2) Türkiye’de hızlı şehirleşme ile hava kalitesi arasında ne gibi ilişkiler vardır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye’de Hava Kirliliği-Şehirleşme Arasındaki İlişkiler	Türkiye’de şehirleşme hareketlerinin hava kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek	Ders notlarından çalışarak
Türkiye’de Hava Kirliliği-Endüstrileşme Arasındaki İlişkiler	Türkiye’de endüstrileşmenin yarattığı hava kirleticilerinin dağılışı çerçevesinde konsantrasyonlarını saptamak	Ders notlarından çalışarak

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Hava kirliliği
- Nüfus
- Şehirleşme

Giriş

Türkiye’de nüfusun artışı, ülke genelinde dağılışı ve hareketleri gibi özellikleri, hava kalitesi üzerinde etkin rol oynamaktadır. Türkiye nüfusunun aşağı yukarı 80 yıllık bir süre içerisinde hızla büyümüş olması, çevre ile ilgili birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Bu problemlerden bir tanesi hiç şüphesiz hava kirliliğidir. Hızla artan nüfus, bir taraftan evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıt miktarını arttırmakta, diğer taraftan motorlu kara taşıtlarının sayısını etkilemekte ve endüstrileşmeyi zorlayarak hava kirliliğine zemin hazırlamaktadır.

Türkiye’nin gerek nüfus yoğunluğu gerekse nüfusun alansal dağılışını gösteren bir harita ile hava kirliliğinin coğrafi dağılışını gösteren harita arasında bir uyum, hatta bir çakışma gözlenmektedir.

Türkiye’de nüfusun alansal dağılışının ve bu dağılışın paralelinde gelişen hava kirliliğinin nüfus hareketleri ile de çok yakın ilgisi vardır. Çünkü nüfusun alansal dağılışı üzerinde göç hareketleri birinci derecede önem taşımaktadır. Göç alan merkezlerin yoğunlukta bulunduğu coğrafi bölge ve yöreler, daima nüfus çekim alanlarını oluştururken, göç veren merkezlerin fazla olduğu alanlar, sürekli nüfus kaybeden yerler olarak dikkat çekmişlerdir. Böylece özellikle nüfusun çekim bölgeleri ve merkezleri, fazla nüfuslanmadan dolayı hava kirliliği sorunu ile de karşı karşıya gelmişlerdir.

1960’da hızlanan 1980’de hızını daha da arttırarak devam eden göç hareketi ve paralelinde yaşanan hızlı şehirleşme hareketi, söz konusu dönemlerden itibaren hava kirliliğinin de önemli sebepleri arasında yerini almıştır.

Bu bölümde Türkiye’nin hava kalitesi, şehirleşme ve endüstrileşme ile ilişkilendirilerek sorunlar üzerinde durulmuştur.

2.1. Türkiye’de Hava Kirliliğini Doğuran Sebepler

Türkiye’de görülen hava kirliliği, genel anlamda daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlardan ve motorlu kara taşıtlarından kaynaklanmaktadır. Özellikle de konutlarda ısınma amacıyla kullanılan kömür ve fuel-oil gibi yakıtlardan çıkan her türlü kirletici, havanın kalitesizleşmesinde rol oynamaktadır. Bunlara ilaveten kullanılan yakıtın kalitesizliği nedeniyle yüksek oranda kükürt ve kül içermesi ve bu kirleticilerin alçak bacalardan dışarı atılması gibi sebepler, ülkemizde evsel ısınmadan kaynaklanan kirliliği ayrıca arttırmaktadır. Ayrıca bilinçsiz yakma nedeniyle, ısıtma sistemlerinde yanmanın tam gerçekleşmemesi, binaların bacalarında gerekli teknik tedbirlerin alınmaması gibi sebepler de dikkate alındığında, kış döneminde şehirlerimizin birçoğundaki hava kirliliğinin temel nedenleri anlaşılmış olmaktadır. Türkiye’de motorlu kara taşıtlarının da hava kirliliğinde önemli bir yerleri vardır. Özellikle yaz döneminde evsel ısınmadan kaynaklanan kirlilik ortadan kalktığında, atmosferde görülen kirletici konsantrasyonları, motorlu kara taşıtlarına bağlı gözükmemektedir. Bunlara ayrıca, endüstri bölgelerinde ve ya kirletici gücü fazla olan endüstri kuruluşlarının çevrelerinde, endüstriden kaynaklanan hava kirliliği ilave olmaktadır. Endüstri kökenli hava kirliliği, daha çok yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli teknik tedbirler alınmaksızın atmosfere atılmasının bir sonucu olarak görülmektedir. Ülkemizde görülen hızlı nüfus artışı ve bunun bir sonucu olarak ortaya çıkan hızlı ve plansız şehirleşme, endüstrileşmeden kaynaklanan birçok sorun, hep bir arada lokal kirliliğin hızla yayılmasına sebep olmuşlardır. Ayrıca Türkiye’nin endüstrileşmiş Avrupa ülkelerine yakın bir konumda bulunması dolayısıyla, atmosfer sirkülasyonunun sebep olduğu bölgesel kirlilik sorunlarıyla da kaşı karşıya olduğu düşünülmektedir. Türkiye’de hava kirliliğini yaratan faktörler detayda karmaşık olmasına rağmen, temelde nüfusun bir takım özellikleri, şehirleşme ve endüstrileşme gibi ana faktörler etkili olmaktadır.

2.1.1. Nüfus

Türkiye’de nüfusun artışı, ülke genelinde dağılışı ve hareketleri gibi özellikleri, hava kirliliğinde etkin rol oynamaktadır. Türkiye nüfusunun sayım yıllarına göre miktarına ve yıllık artış oranlarına bakıldığında (tablo 3), 80 yıllık bir süre içerisinde, ne kadar büyümüş olduğumuz anlaşılmaktadır. Türkiye nüfusu 1927 yılında 13,6 milyon civarında iken, takip eden yıllarda yavaş bir artış temposu izleyerek 1950 yılında ancak 20,9 milyonu bulabilmiştir. Belirtilen 23 yıllık sürede gerçekleşen nüfus artış miktarı, sadece 7,3 milyondur. Bilindiği gibi Cumhuriyetin bu ilk dönemi ülkemizde az gelişmiş bir ekonominin sıkıntılarının yaşandığı zaman kesiti olması bakımından çok önemlidir. Bu dönemde devletin bütün teşviklerine rağmen, hızlı bir nüfus artışı gerçekleşmemiştir. Çünkü yüksek orandaki doğum oranına rağmen, ölüm oranı da fazlasıyla yüksek seyretmiştir. Buna bağlı olarak nüfusun doğal artış oranı düşük kalmıştır. 1950 yılı ise Türkiye için demografik açıdan bir dönüm noktası sayılmaktadır. Ayrıca bu tarih aynı zamanda siyasal, sosyal ve ekonomik bakımdan da

Türkiye için önemli değişimlerin başladığı bir dönemi de temsil etmektedir. Bu tarihten itibaren Türkiye’de tek partili yönetimden çok partili demokratik yönetime geçilmesi, dış yardımlarla kara yolları, limanlar, hidroelektrik santralleri gibi önemli alt yapı tesislerinin

inşa edilmesi, ayrıca sağlık alanında kaydedilen önemli gelişmeler (aşılama kampanyaları ile çocuk ölüm oranlarının düşürülmesi ve sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması gibi), kısa zamanda demografik yapı üzerinde etkili olmuştur. Dolayısıyla 1950 yılından sonra Türkiye’de kaba ölüm hızı, birden düşmeye başlamıştır. 1950 yılında 21 milyona ulaşarak izleyen sayım yıllarında hızlı bir artış temposu göstermiş ve 1970 sayım yılında 35 milyonu aşmıştır. Belirtilen bu 20 yıllık sürede nüfusumuz 14,7 milyon daha artmıştır. 1975 Sayım yılında 40 milyonu geçen Türkiye nüfusu,1990’da 56,5 milyonu yakalamıştır. 2000’de 67,844,903 olan Türkiye nüfusu, 2010’da 73,722,988 kişiye ulaşmıştır.

Tablo 3: Türkiye’de Sayım Yıllarına Göre Nüfus Miktarı ve Yıllık Artış Oranları

Sayım Yılları	Nüfus Miktarı	Sayım Yılları arası Nüfus artış Miktarı	Sayım Yılları arası Nüfus artış Oranı (%0)
1927	13.648.270		
1935	16.158.018	2.509.784	21,10
1940	17.820.950	1.662.932	19,59
1945	18.790.174	969.224	10,59
1950	20.947.188	2.157.014	21,73
1955	24.064.763	3.117.575	27,75
1960	27.754.820	3.690.057	28,53
1965	31.391.421	3.636.601	24,62
1970	35.605.176	4.213.755	25,19
1975	40.347.719	4.742.543	25
1980	44.736.957	4.389.238	20,65
1985	50.664.458	5.927.501	24,88
1990	56.473.035	5.808.577	21,71
2000	67.844.903	11.371.868	18,34
2010	73.722.988	5.883.085	13,1
2013	76.667.864	2.944.876	

Kaynak: DİE, 2000-TUİK, 2010

Sayım yılları arası nüfus artış oranı da nüfus artış miktarındaki duruma uygun bir seyir izlemiştir. 1927-1935 sayım yılları arasında nüfus artış oranı %21 iken,1935-1940 arasında hafif bir düşüşle %19,6’ya ve 1940-1945 döneminde hızlı bir inişle %10,6’ya çekilmiştir. Daha önce de bahsedildiği üzere, devletin teşvik tedbirleriyle arttırılmaya çalışılan nüfus,1927-1935 döneminde daha yüksek bir artış oranı göstermiştir. Ancak, izleyen yıllarda ikinci dünya savaşının patlak vermesi ve bunun siyasi, sosyal, ekonomik yaşantımıza

aksetmesi sonucunda özellikle 1940-1945 döneminde nüfus artış oranı, sayım yılları arasında en düşük değeri göstermiştir. 1950'den itibaren %21'i aşan nüfus artış oranımız, hızla yükselerek 1955-1960 döneminde en yüksek seviyesine ulaşmıştır(%28,53) . Bu durum Cumhuriyet Türkiye'si'nin en hızlı kalkınma devresini gerçekleştirmiş olmasıyla bağlantılı olduğu kadar, dışarıdan Anadolu'ya yönelik Türk nüfusun artmasıyla da ilgilidir. Bundan sonra yalnızca 1975-1980 döneminde %20 civarında olan artış oranı, diğer yıllar arasında genellikle %24-25 arasında seyretmiştir. Ancak, 1985-1990 sayım yılları arasında artış hızında yeniden belirgin bir düşüşün olduğu da görülmektedir (%21,7) . Bu düşüş 1990-2000 (%18,34), 2000-2010 (%13,1) sayım yılları arasında da devam etmektedir.

1960'dan sonra Türkiye nüfusunda dikkat çeken en önemli özellik, nüfus artış hızında sürekli yükselme kaydedilmediği hâlde, mutlak nüfus artış miktarında devamlı bir büyümenin gerçekleşmesidir. Türkiye nüfusunun artış hızı dikkate alındığında,1960 yılının bu bakımdan bir dönüm noktası oluşturduğu anlaşılmaktadır. Böylece Türkiye'nin doğal nüfus artış oranı,1960'da en yüksek düzeyine ulaşmış ve daha sonra azalma eğilimi içerisine girmiştir. 1960-1965 döneminde nüfus artış hızının aniden düşüşü, ikinci dünya savaşının etkileriyle açıklanabilir. 1975-1980 dönemindeki fiili nüfus artış oranı tekrar yükselmiştir. Bu durum ekonomik faktörlerle birlikte, Avrupa'daki bir kısım Türk ailelerin yurda dönmesiyle de ilgilidir. 1990 yılından itibaren ise Türkiye nüfus artış hızında sürekli bir düşüş gerçekleşmiştir.

Türkiye nüfusunun aşağı yukarı 80 yıllık bir süre içerisinde hızla büyümüş olması, çevre ile ilgili birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Bu problemlerden bir tanesi hiç şüphesiz hava kirliliğidir. Hızla artan nüfus, bir taraftan evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıt miktarını arttırmakta, diğer taraftan motorlu kara taşıtlarının sayısını etkilemekte ve endüstrileşmeyi zorlayarak hava kirliliğine zemin hazırlamaktadır. 1950 yılından itibaren demografik açıdan bir dönüm noktasına giren ülkemizde, gerek nüfus artış miktarı ve gerekse buna uygun bir seyir izleyen nüfus artış oranı, bu tarihten bu yana hava kirliliğinin önemli sebepleri arasında yer almıştır.

Tablo 4: Sayım Yıllarına Göre Türkiye'nin Aritmetik Nüfus Yoğunluğu

Yıllar	Nüfus	Yüzölçümü (Km2)	Aritmetik Nüfus Yoğunluğu
1927	13.648.270	762.736	18
1935	16.158.018	762.736	21
1940	17.820.950	767.119	23
1945	18.790.174	767.119	24
1950	20.947.188	767.119	27
1955	24.064.763	767.119	31
1960	27.754.820	772.091	36
1965	31.391.421	774.810	41
1970	35.605.176	774.815	45
1975	40.347.719	774.815	52
1980	44.736.957	774.815	58
1985	50.664.458	774.815	65
1990	56.473.035	774.815	73
2000	67 844 903	76. 604	88
2010	73 722 988	769.604	96
2013	76 667 864	769.604	100

Kaynak: TUİK

Türkiye'nin gerek nüfus miktarı ve gerekse artış hızıyla ilgili olan bazı hususiyetleri özellikle 1960 yılından bu yana ülkede görülen hava kirliliğini doğuran temel faktörler arasında bulunmaktadır. Ancak, ülkemizdeki hava kirliliği ile ilgili problemleri tek başına nüfus miktarına ve nüfus artış oranına bağlamak da doğru olmaz. Bu bakımdan nüfusun ülke genelinde dağılışı ve bölgeler, yöreler arasındaki farklılıklar, bölgesel hatta çok daha küçük ölçekte lokal olarak hava kirliliğine sebep olabilmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin nüfus yoğunluğu ve nüfusun coğrafi şartlara bağlı olarak gösterdiği dağılışı da çok önemlidir. 1927 Yılında Türkiye'nin nüfus yoğunluğu 18 gibi çok düşük bir değer gösterirken, daha sonraki yıllarda artarak 1990 yılında 73'e, 2000 yılında 88'e, 2010 yılında 96'ya ve 2013'de 100'e ulaşmıştır (tablo 4). Ancak, bu değer Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında oldukça düşük kalmaktadır.

Türkiye'de nüfusun alansal dağılışı, coğrafi peyzajdaki değişikliklere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin; 1990 yılı verilerine göre coğrafi bölgelerimiz arasındaki

nüfus yoğunluğu büyük farklılıklar yansıtmaktadır. Coğrafi bölgeler arasından Marmara Bölgesi en yüksek aritmetik nüfus yoğunluğuna sahip gözükmetedir (193 kişi/km²). Marmara Bölgesi'nde de Trakya kesiminin değeri daha fazladır (265 kişi/km²) . Bunun yanı sıra Marmara'nın İstanbul, Kocaeli, Sakarya ve Bursa illerini kapsayan doğu kesimi de oldukça kalabalık bir görüntüye sahiptir (248 kişi/km²). Nüfus yoğunluğu itibarıyla Ege Bölgesi ikinci sırada bulunmaktadır (80,2 kişi/km²). Bölgede İzmir, Aydın ve Manisa illerini içine alan kesimde nüfus yoğunluğu 138'i bulmaktadır.

Akdeniz Bölgesi'nin nüfus yoğunluğu ise Türkiye ortalamasının altında gözükmetedir (61,4 kişi/km²) . Ancak, bölge içerisinde Adana, Hatay ve Gaziantep illerini içine alan sahada nüfus yoğunluğu artarak 138'e yükselmektedir. Karadeniz Bölgesi'nin ortalama nüfus yoğunluğu da (58 kişi/km²) Türkiye ortalamasının altındadır. Bölgenin doğu bölümünde nüfus yoğunluğu aniden artarak 117 kişi/km²)'yi bulmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz'in kıyı kesiminde 200 kişi/km² lik değerlerle karşılaşılmalıdır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi 82,9 kişi/km² lik değeriyle Türkiye ortalamasının üzerinde gözükmetedir. İç Anadolu Bölgesi (57 kişi/km²) ve Doğu Anadolu Bölgesi (35,5 kişi/km²) ise Türkiye ortalamasının altında kalan az nüfuslanmış bölgelerdir.

2009'da yine Marmara Bölgesi birinci sırada bulunmaktadır. 317,7 kişi/km²'ye yükselerek rekor bir durum göstermiştir. Ege Bölgesi (102,4 kişi/km²), ikinciliğini Güneydoğu Anadolu'ya (124 kişi/km²) bırakarak, üçüncü sıraya yerleşmiştir. Akdeniz (76,9 kişi/km²), İç Anadolu (71,4 kişi/km²), Karadeniz (52,6 kişi/km²) ve doğu Anadolu (34,8 kişi/km²) bölgelerinin nüfus yoğunlukları ise Türkiye ortalamasının (94 kişi/km²) altında kalmaktadır.

Türkiye nüfusunun alansal dağılışının coğrafi şartlarla sıkı sıkıya bağlılığı, coğrafi bölgeler hatta aynı bölge içerisinde bölümler ve yöreler arasında önemli farklılıklara sebep olmaktadır. Örneğin; Karadeniz Bölgesi'nde Doğu Karadeniz Bölümü'nün kıyı şeridi oldukça kalabalık nüfus barındırmaktadır. Sık nüfuslu bu kıyı şeridinin gerisinde ise vadileri takiben içeriye sokulan ve 1000 m'ye kadar yükselen seyrek nüfuslu bir alan ortaya çıkmaktadır. Kıyının hemen gerisinde uzanan yüksek dağlık saha ise sadece yaylacılık faaliyetlerinde kullanılan bu sebeple de yaz döneminde nüfuslanan bir kesimdir. Bu duruma göre Doğu Karadeniz'de nüfusun dağılışı kıyı ile gerideki yüksek alanlar arasında adeta bir tezat oluşturmaktadır. Orta Karadeniz Bölümü'nde ise kıyı ve iç sıraların birlikte alçalması sonucunda denizsel tesirler içeriye kadar sokulabildiği gibi kıyının yakın ve uzak art bölgesi ile ilişkileri de daha rahat sağlanabilmektedir. Dolayısıyla kıyıdaki kalabalık alan içerilere sokulmakta ve yerleşme alanını genişletmektedir. Burada özellikle Çarşamba ve Bafra kıyı ovaları ile Kelkit ve Yeşil ırmak vadi boyları nispeten yoğun nüfuslu alanlardır. Batı Karadeniz Bölümü'nün kıyı eksimi Zonguldak ve Ereğli çevresi dışında seyrek nüfusludur. Bu bölümün iç kesiminde ise yoğun zirai faaliyetlerin yapıldığı Bolu ve Düzce ovaları sık nüfuslanmıştır.

Marmara Bölgesi sahip olduğu olumlu fiziki çevre şartları (konumu, topoğrafik özellikleri, iklim şartları, vs) ve beşerî etkiler nedeniyle Türkiye'nin en sık nüfuslanmış

coğrafi bölgesidir. Bölgede İstanbul gibi bir megapolün yer alması, nüfuslanmada çok önemli rol oynamıştır. Ayrıca, Kocaeli, Sakarya ve Bursa ovasını içine alan Marmara'nın doğu kesimi yoğun nüfuslu bir sanayi bölgesini karşılamaktadır. İzmit, Adapazarı ve Bursa sürekli nüfus akımına uğrayarak büyümüş kentlerdir. Güney Marmara'da Balıkesir ovası ve Trakya'da Ergene Havzası yüksek tarım potansiyeli ve elverişli ulaşım imkânları sayesinde sık nüfuslanmış alanlardır. Bölgede Biga Yarımadası'nın yüksek kesimleri ile Istranca dağları az nüfuslu alanlardır.

Ege Bölgesi'nde özellikle Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes olukları sık nüfuslanmış kesimlerdir. Ege Bölgesi'nin kıyı kesimi 1970 yılından sonra turizmin gelişmesine paralel olarak nüfuslanmıştır. Bölgenin iç kesimleri ise daha seyrek nüfusludur. Ancak, İçbatı Anadolu'da Kütahya -Afyon oluşu orta derecede nüfuslanma özelliği gösterir.

Akdeniz Bölgesi de olumlu ve olumsuz fiziki şartları nedeniyle yoğun ve seyrek nüfuslu alanları bir arada barındırmaktadır. Bölgede Çukurova, İskenderun, Amik ovası ve Antalya traverten düzlükleri fazla nüfuslanmış alanlardır. Bunun yanı sıra geniş Toros dağlık kütlesi nüfuslanmamış, تنها bir alan görünümündedir. Ayrıca, bölgenin doğu kesiminde ve Maraş-Amik çukurluğunun kuzey ucunda bulunan Kahraman Maraş ovasında nüfus yoğunluğu yeniden artmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi ise geniş alanlarda düşük nüfus yoğunluğu göstermektedir. Bölgede yerleşmeler yağışa ve suya bağlı olarak daha çok dağların eteklerini seçmişlerdir. Erciyes Dağı, Melendiz Dağı, Sultan Dağı ve Torosların kuzey etekleri daha yoğun nüfuslu yerler olarak dikkat çekerler. Bölgede Kızılırmak vadisi ve kolları, Yukarı Sakarya vadisi, Tuz Gölü çevresi, Konya-Ereğli ovaları gibi vadi boyları ve çukur alanlar yağış yetersizliği sebebiyle seyrek nüfuslanmışlardır. Doğu Anadolu Bölgesi ülkemizin en az nüfuslanmış kesimini oluşturmaktadır. Burada yerleşmeler düşük sıcaklıklar sebebiyle depresyon tabanlarında toplanmışlardır. Örneğin; Iğdır, Erzurum, Erzincan, Elazığ ve Malatya gibi çukur alanlar, seyrek nüfuslu bu dağlık bölge içerisinde yoğun nüfuslu adalar şeklindedirler. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de nüfusun dağılışı iklim elemanlarından özellikle yağışa bağlı gözükmektedir. Burada düz veya çukur alanlar, az yağış aldıklarından daha تنها, dağ etekleri Mardin eşiği gibi basık sırtlar daha sık nüfuslanmıştır. Ayrıca, bölgede GAP'ın tamamlanmasıyla Suriye sınırı boyunca uzanan alan, daha yoğun nüfuslanmaya sahne olabilecektir.

Türkiye nüfusunun 1927 yılından bu yana sürekli bir artış içerisinde oluşu, gayet doğal olarak nüfus yoğunluğunu da yükseltmiştir. Cumhuriyet döneminin ilk sayım yılında sadece 18 kişi olan/km² olan nüfus yoğunluğumuz 1990 yılına gelindiğinde 73'e yükselmiştir. Bu durum ise memleketimizin her km²'sinde yaşayan insan sayısının ne kadar arttığını göstermektedir. Nüfus yoğunluğu ile çevre sorunları ve hava kirliliği arasında sıkı bağlantıların olduğu bilinmektedir. Buna göre Türkiye'nin nüfus yoğunluğundaki artış bu gün yaşamakta olduğu hava kirliliğinin önemli sebepleri arasında bulunmaktadır. Ülkemizde 1960 yılından itibaren 36 ya yükselen 1975'de 52'yi bulan, 1990'da 73'e ulaşan ve 2000'de 88'i, 2009'da 94'ü bulan nüfus yoğunluğu, özellikle son 50 yıl içerisinde Türkiye'nin hava

kirliliğinde etkili olmaya başlamıştır. Ancak, belirtilenlere rağmen Türkiye birçok Avrupa ülkesine ve bazı komşularına göre daha düşük nüfus yoğunluğu göstermektedir. Örneğin; Avrupa ülkelerinden F. Almanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika Lüksemburg, İngiltere, Danimarka, Yunanistan, İspanya ve Portekiz'in nüfus yoğunlukları Türkiye'den çok daha fazladır. Hâlbuki bu ülkelerin birçoğu bu gün fazla nüfuslanmadan kaynaklanan çevre sorunlarını ve dolayısıyla hava kirliliği problemini önemli ölçüde çözmüşlerdir.

Türkiye nüfusunun ülke genelindeki ortalama yoğunluğundan ziyade, nüfusun alansal dağılışı çevre sorunlarıyla daha yakından ilişkilidir. Bilindiği gibi nüfusun alansal dağılışında coğrafi bölgelerimiz, hatta aynı bölge içerisinde yörelerimiz arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin; coğrafi bölgelerimiz arasında en yüksek nüfus yoğunluğu ortalamasına sahip gözüken Marmara Bölgesi'nin diğerlerine göre hava kirliliğini daha yoğun ölçülerde yaşaması beklenmektedir. Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hava kirliliğinin yaşanabileceği diğer coğrafi bölgelerimiz ise şöyledir: Marmara Bölgesi'ni sırasıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi izleyebilecektir. Ancak, nüfus coğrafi bölgeler içerisinde de eşit dağılmadan, bölgeler bazında nüfusun yoğun ve تنها olduğu alanlar seçilebilmektedir. Böylece nüfusun daha yoğun olduğu kesimler, تنها olduğu alanlara kıyasla daha fazla ölçüde hava kirliliğine maruz kalabilecektir.

Konuya bu açıdan yaklaşıldığında, coğrafi bölgeler içerisinde hava kirliliğinin yoğun ve önemsiz kaldığı alanlar ayırt etmek mümkün olabilecektir. Örneğin; ortalama nüfus yoğunluğu değeri en yüksek olan Marmara Bölgesi'nin her yeri aynı derecede nüfuslanmamıştır. Bölge içerisinde İstanbul'dan başlayıp Marmara'nın doğusunu içine alan kesim, yoğun nüfuslu olduğu kadar bir sanayi kuşağını da karşılaması bakımından önemlidir. Dolayısıyla bölgenin bu kesiminde yoğun nüfusun ve sanayinin sebep olduğu hava kirliliği beklenmektedir. Yine belirtilen bu alan kadar olmasa da bölgede Balıkesir ovası ve Ergene Havzası yüksek tarım potansiyelleri ve son zamanlarda sanayinin yayılması gibi sebeplerle fazla nüfuslanmış alanları oluşturmaktadır. Bu nedenle buraları Marmara Bölgesi'nde ikinci derecede hava kirliliğinin beklenebileceği alanları oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra daha az nüfuslanmış olan Biga yöresinin yüksek kesimleri ve Istanca dağlık yöresi, hava kirliliğini yaşamayan alanlar olarak nitelenebilir.

Ortalama nüfus yoğunluğu (102,4) Türkiye ortalamasının üstünde olan Ege Bölgesi'nde de nüfusun daha çok asıl Ege Bölümü'nde oluklar içerisinde toplanmış olması, nüfus sıklığına paralel olarak hava kalitesinin de buralarda bozulmuş olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu açıdan özellikle Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes olukları ile kıyı kesimi sık nüfuslanmış alanlar olduklarından, bölgede hava kirliliğini beklenebileceği riskli alanları da oluşturmaktadırlar. Ayrıca bölgenin İç Batı Anadolu Bölümü'nün Kütahya-Afyon oluğu da ikinci derecede hava kirliliğinin yaşanabileceği bir başka yöredir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ortalama nüfus yoğunluğu (124) da Türkiye ortalamasının üzerinde olmasına rağmen, bu bölgede nüfus daha çok dağ eteklerinde ve eşiklerde toplanmıştır. Burada özellikle Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa ve Batman nüfus

büyüklüğü en fazla olan kentlerdir. Dolayısıyla bölgede nüfusa bağlı atmosfer kirlenmesi de daha çok belirtilen yerlerde beklenmektedir.

Akdeniz Bölgesi ise ortalama değer olarak (76,9) Türkiye genelinin altında olmasına karşın, bölgede sık nüfuslanmış ve bu bakımdan hava kirliliği yönünden riskli kesimler vardır. Bölgede Çukurova, Amik Ovası, İskenderun ve Antalya traverten düzlükleri gibi fazla nüfuslanmış alanlar bu durumdadır. Ayrıca, Kahramanmaraş Ovası da bölgenin sık nüfuslanmış bir başka yöresidir ve hava kalitesi açısından riskli alanlar arasındadır.

Karadeniz Bölgesi'nin ortalama değeri (52,6) düşük olmakla birlikte, Türkiye'de nüfusun dağılışı bakımından tezat oluşturması bakımından son derece tipiktir. Bölgede nüfusun kıyı şeridinde toplanmış olması, hava kirliliğinin bu şeride bağlı kalmasını gerektirmiştir. Ancak, bölgede Orta Karadeniz Bölümü'nün topoğrafik özelliğinden yararlanan nüfus içerilere kadar sokulabilmiştir. Buna bağlı olarak burada kıyı kesiminden sonra Kelkit ve Yeşil Irmak vadi boyları da sıkça nüfuslanmış olduklarından, hava kirliliği açısından potansiyel alan durumundadırlar.

İç Anadolu Bölgesi de 71,4 kişi/Km²'lik değeriyle fazla nüfuslanmamış olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra nüfus daha çok Erciyes Dağı, Melendiz Dağı, Sultan Dağı ve Toroslar'ın kuzey eteklerini seçmiştir. Bölgede belirtilen bu kesimler nüfus sıklığı itibarıyla hava kirliliğinin yaşanabileceği alanları oluşturmaktadır.

Ülkemizin en az nüfuslanmış bölgesini oluşturan (34,8) Doğu Anadolu Bölgesi'nde de nüfusun kısmen arttığı alanlar vardır. Bölgede nüfus daha çok Malatya, Elazığ, Erzincan, Erzurum ve Iğdır olukları gibi alçak alanları seçmiştir. Söz konusu bu depresyonlar bölgenin hava kirliliği açısından riskli alanlarını karşılamaktadır.

Türkiye'nin gerek nüfus yoğunluğu gerekse nüfusun alansal dağılışı gösteren bir harita ile hava kirliliğinin coğrafi dağılışı gösteren harita arasında bir uyum, hatta bir çakışma gözlenmektedir. O hâlde ülkemizde nüfusun dağılışına bağlı olarak atmosferleri kirlenmemiş alanların olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bu bakımdan coğrafi bölgeler, bölgeler içerisinde bölüm ve yöreler arasında çok önemli farklılıkların olduğunu da belirtmek gerekir.

Nüfusun yoğunluğu ile hava kirliliği arasındaki ilişki daha küçük olmak kaydıyla iller kapsamında da düşünülebilir. Ancak böyle bir değerlendirmenin son derece genel olabileceğini de ifade etmek gerekir. Çünkü nüfus yoğunlukları değerlendirilirken il sınırları esas alınmıştır. Hâlbuki kirlilik değerlendirmelerinde ilin merkezi veya şehirler ayrı ayrı değerlendirilirler.

2000 yılı verilerine göre, nüfus yoğunluğu itibarıyla İstanbul ili başta gelmektedir (1928) ve Türkiye için rekor değeri taşımaktadır. Bunu Kocaeli, İzmir, Trabzon, Hatay, Yalova'nın içinde yer aldığı ikinci grupta izlemektedir. Nüfus yoğunluğu 190-100 arasında olan grupta ise Gaziantep, Bursa, Sakarya, Ordu, Ankara, Zonguldak, Samsun, Adana, İçel, Aydın, Düzce, Osmaniye illeri bulunmaktadır. Nüfus yoğunlukları 100'ün altında ve 40'ın

üzerinde olanlar ise Rize, Manisa, Kırıkkale, Tekirdağ, Batman, Giresun, Tokat, Diyarbakır, Balıkesir, Adıyaman, Amasya

Edirne, Denizli, Mardin, K.Maraş, Malatya, Kayseri, Antalya, Elazığ, Ş.Urfa, Nevşehir, Uşak, Afyon, Kütahya, Bitlis, Bolu, Isparta, Çorum, Eskişehir, Kırklareli, Konya, Muş, Siirt, Sinop, Çanakkale, Aksaray, Muğla, Niğde, Bilecik, Yozgat ve Kırşehir dir. Diğer illerin ise nüfus yoğunlukları 39-26 arasında değişmektedir.

Her ne kadar buradaki il yoğunlukları, gerçekte şehirlerin nüfus yoğunluklarını göstermese de genelde nüfus yoğunluğu yüksek olan iller, hava kirliliğine daha fazla maruz kalmaktadırlar. Örneğin; birinci grup içerisinde yer alan İstanbul ilinde İstanbul şehri uzun süre hava kirliliğini yaşamıştır. Son zamanlarda bu şehirde kirlilik konsantrasyonunda bir düşme görülmesine rağmen, zaman zaman hava kirliliği yaşanmaktadır. Yine ikinci grupta bulunan İzmir, İzmit, Antakya şehir merkezleri hava kirliliğinin geçmişte çok yaşandığı ve bu gün de önlem alınmaz is, ,hava kirliliğinin görebileceği şehirlerdir. Nüfus yoğunluğu itibarıyla üçüncü grupta bulunan illerin şehir merkezlerinden Gaziantep, Bursa, Sakarya, Ankara, Zonguldak, Samsun, Adana ve Aydın hava kirliliğinin yaşandığı ve yaşanabileceği şehirlerdir. Manisa, Mersin, Kırıkkale, Tekirdağ, Batman, Tokat, Diyarbakır, Balıkesir, Adıyaman, Amasya, Edirne, Denizli, K.Maraş, Malatya, Kayseri, Antalya, Elazığ, Ş.Urfa, Uşak, Nevşehir, Afyon, Kütahya, Isparta, Çorum, Eskişehir, Konya, Çanakkale, Aksaray, Muğla, Niğde, Bilecik, Yozgat, Kırşehir gibi illerin merkezleri de hava kirliliği açısından önemli risk taşımaktadırlar.

İl nüfus yoğunluğu düşük olan şehirlerarasından Ağrı, Burdur, Erzurum, Çankırı, Kastamonu, Sivas, Erzincan ve Karaman gibi merkezlerinde atmosferleri zaman zaman önemli ölçülerde kirlenmiş ve hâlâ kirlenmektedir. Sonuç olarak Türkiye’de hava kirliliğinin görüldüğü şehirler, çoğunlukla ayanı zamanda nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu iller içerisinde bulunmaktadır. Ayrıca her zaman için il nüfus yoğunluğu şehir nüfus yoğunluğunu karşılamadığı için düşük nüfus yoğunluğu gösteren il sınırları içerisinde bulunan kalabalık merkezler de hava kirliliğinin görülebileceği alanlar arasına girmektedir. Bu nedenle atmosfer kirliliğine il nüfus yoğunluğundan ziyade, bizzat şehirlerin fazla nüfuslanmış olmaları sebep olarak gösterilebilir.

Türkiye’de nüfusun alansal dağılışının ve bu dağılışın paralelinde gelişen hava kirliliğinin nüfus hareketleri ile de çok yakın ilgisi vardır. Çünkü nüfusun alansal dağılışı üzerinde göç hareketleri birinci derecede önem taşımaktadır. Göç alan merkezlerin çoğunlukta bulunduğu coğrafi bölge ve yöreler daima nüfus çekim alanlarını oluştururken, göç veren merkezlerin fazla olduğu alanlar sürekli nüfus kaybeden yerler olarak dikkat çekmişlerdir. Böylece özellikle nüfusun çekim bölgeleri ve merkezleri, fazla nüfuslanmadan dolayı hava kirliliği sorunu ile de karşı karşıya gelmişlerdir.

2.1.2. Şehirleşme

Bilindiği üzere, hızla değişen dinamik bir demografik yapı gösteren Türkiye’de nüfus bir taraftan hızla artarken, diğer taraftan da aynı hızla kırdan kente bir göç olayı yaşanmıştır.

Dolayısıyla bu hızlı kentleşme, ülkemizin önemli demografik olayları arasında yerini almıştır. Bu bakımdan özellikle 1950 yılı bir dönüm noktası oluşturmaktadır. Bu döneme kadar Türkiye'nin kır ve kent nüfusu oranlarında önemli bir değişiklik görülmemiştir.

1950 yılından itibaren %14,5'e yükselen kent nüfusu oranı, bundan sonraki dönemlerde hızla artarak 1960'da %22'yi, 1970'de %30,6'yı, 1980'de %40,2'yi ve 1990'da %51,4'ü, 2000'de %58,4'ü, 2009'da %70,1'i bularak kırsal nüfus oranını gerilerde bırakmıştır (tablo 5). Özellikle, 2009 yılı Türkiye'de şehirleşme oranını yüksekliğine işaret etmektedir. 1960'da hızlanan 1980'de hızını daha da arttırarak devam eden göç hareketi ve paralelinde yaşanan hızlı şehirleşme hareketi, söz konusu dönemlerden itibaren hava kirliliğinin de önemli sebepleri arasında yerini almıştır.

1950 yılına kadar önemli olmayan kent nüfusu bu tarihe kadar, önemli boyutlarda hava kirliliğine sebep olmamıştır. Ancak 1960 yılından itibaren hızla artışa geçen şehir nüfusu, bu tarihten itibaren göçe maruz kalan şehirlerde diğer çevre sorunları ile birlikte hava kirliliğine de sebep olmuştur. 1980 yılından bu güne ise çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşen göç ve şehirleşme hareketiyle şehirlerin hava kirliliklerinde önemli artışlar olmuştur.

Bu bakımdan 1950'den bu yana gerçekleşen belli dönemlerdeki iller arası göçler, şehir merkezlerinde oluşabilecek atmosfer kirliliği hakkında da fikir verebilmektedir. Örneğin; daha 1950-55 döneminde İstanbul, Ankara ve İzmir Türkiye'nin en önemli nüfus çekim merkezleri durumundadırlar. Dolayısıyla fazla nüfuslanmaya bağlı olarak daha o tarihlerde bu üç şehrin havasının kirlenmiş olabileceği tahmin edilmektedir. İzleyen dönemlerde göç alan illere katılan Bursa, İçel, Adana, Hatay, Kocaeli gibi illerin şehir merkezleri de diğer şehirlerimize göre hava kirliliği ile daha erken tanışmış olmalıdırlar.

Tablo 5 Türkiye’de Kır-Kent Nüfusu ve Kentleşme Oranı

	10.000	Kıstası	20.000	Kıstası
	(%)	(%)	(%)	(%)
Sayım Yılları	Kır	Kent	Kır	Kent
1927	83,8	16,2	87,5	12,5
1935	83,4	16,6	87,0	13,0
1940	82,0	18,0	86,2	13,7
1945	81,6	18,4	85,9	14,1
1950	81,3	18,7	85,5	14,5
1955	77,5	22,5	81,8	18,2
1960	73,7	26,3	77,6	22,4
1965	70,1	29,9	74,1	25,9
1970	64,2	35,8	69,4	30,6
1975	57,4	42,6	64,3	37,7
1980	53,6	46,4	59,8	40,2
1985	48,9	51,1	54,1	45,9
1990	43,7	56,3	48,6	51,4
2000	36,7	63,3	41,6	58,4
2009	26,3	73,7	29,9	70,1

Kaynak: TÜİK, 2009 ve Doğanay,1997

1965-70 Döneminde ise belirtilen merkezlere Bursa, Kayseri, Gaziantep, Konya, Erzurum ve Elazığ’da karışarak bu yıllarda havası kirlenmiş şehirler arasında yerlerini almış olmalıdırlar. 1975-80 Döneminde Antalya, Tekirdağ ve Manisa’da göç alan çekim merkezleri arasına girmiş ve bu yıllardan itibaren hava kirliliğini yaşamış olmalılar. 1980-85 döneminde belirtilenlere Balıkesir, Denizli ve Bilecik eklenmiştir, 1985-90 döneminde ise Uşak, Batman ve Karaman’da dahil olarak, göç alan il sayısı 20’ye yükselmiştir. 1995-2000 dönemine gelindiğinde, kazançlı çıkan il sayısı 23’e yükselmiştir. Bu gün göç alan bu 23 ilin merkezleri, göç alamaya başladıkları tarihlerden bu yana, durmadan büyümüş ve atmosferleri de o oranda kirlenmiştir. Türkiye’de yaklaşık olarak 1970-75 dönemin de şekillenmiş olan iller arası göç hareketleri, şehir merkezlerinde hava kirliliğinin beklenebileceğini de belirlemiştir. Kısaca 1950-55 döneminde Türkiye’de nüfus çekim merkezi olan birkaç şehir atmosfer kirliliği ile karşı karşıya iken sürekli artarak bu gün bu şehirlerin sayısı 23’e ulaşmıştır.

Türkiye’nin bugün karşı karşıya bulunduğu çevre sorunları ve bunlar içerisinde

özellikle hava kirliliği, hızlı ve plansız bir şekilde ortaya çıkan şehirleşme hareketinden de ayrı düşünülemez. Kısa bir sürede baş döndürücü bir şekilde gelişen şehirleşme olayı, Türkiye nüfusunun kırdan kente doğru yer değiştirmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda şehirli nüfus bir taraftan hızla artarken, diğer taraftan özellikle nüfus çekim gücü fazla olan merkezler durmadan büyümüşlerdir.

Bilindiği gibi hızlı kentleşme sürecini Batılı ülkeler XVIII. y.y. sonlarıyla, XIX. y.y. içerisinde geçirmişlerdir. Dolayısıyla son 40-50 yıl içerisinde hızlı kentleşmeye bağlı olarak yaşadığımız sorunları, gelişmiş ülkeler, bize göre daha erken yaşamışlar ve ilgili sorunları önemli ölçülerde çözmüşlerdir. Ülkemizde yaşanan kentleşme hareketinin dört önemli göstergesi vardır. Bunlar; 1- Kentsel nüfus oranının giderek yükselmesi. 2- toplam kent sayısının giderek artması. 3- Büyük kentler sayısının giderek artması. 4- Metropolen kentlerin sayısının giderek artmasıdır.

Kentsel nüfus oranının artışı, ülkemizde kentleşmenin boyutları hakkında fikir veren en önemli göstergelerden biridir. Örneğin 10,000 nüfus kıstasına göre 1927 yılında kent nüfusunun oranı %16,2 gibi son derece düşük bir değer gösteriyordu. Esasında 1927-1950 yılları arasındaki devrede bu bakımdan fazla bir büyümenin olmadığı da dikkat çekmektedir. 1950’den sonra başlayan hızlı kalkınma hamlesi, kentleşme hızını da giderek yükseltmiştir. 1960 da %26,3’e yükselen kent nüfusu oranı, 1980’de %46,4’ü ve 1990 da %56,3’ü, 2000’de %63,3’ü, 2009’da %73,7’yi bulmuştur. 1985’den itibaren ilk kez kentsel nüfus oranı, kırsal nüfus oranının önüne geçmiştir. Batılı sanayi ülkelerinde olduğu gibi kent nüfusumuz statik bir yapı kazanmış değildir. Dolayısıyla hızlı nüfus artışına paralel olarak, kentli nüfusumuz da artmaya devam etmektedir. Bütün bunlara bağlı olarak kentli nüfus oranı önümüzdeki yıllarda giderek daha fazla artacak ve kentli nüfus daha çok büyük merkezlerde toplanacak. (İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa gibi)

Türkiye’de kent nüfusunda olduğu gibi kent gurubuna giren yerleşme sayısında ve ortalama kent nüfusunda da artışlar görülmektedir. Türkiye’de kent sayısının dikkat çekici bir artış içerisinde olduğu söylenebilir. 1927 Nüfus sayımına göre, sadece 66 tane olan kent sayısı 1950’de 100’ü aşmış, 1975’de 300’e yaklaşmış ve 1990’da 458’i bulmuş, 2000’de 556’ya yükselmiştir (tablo 6). Ancak, nüfusun şehirlerimize dengesiz dağılması nedeniyle, bunların çoğu az nüfuslu küçük kentler durumundadır.

Tablo 6:Türkiye’de Kent Sayısının Artışı (Doğanay, 1997; Garipağaoğlu, 2010)

Yıllar	1927	1950	1960	1975	1985	1990	2000	2009
Kent Sayısı	66	104	148	292	383	458	556	488

Tablo: 7 Türkiye’de Kent Sayısı ve Oranlarının Farklı Büyüklükteki Kentlere ve Dönemlere Göre Dağılımı (Garipağaoğlu,2010)

DÖNEMLER		10-19 Bin	20-49 Bin	50-99 Bin	100-299 Bin	300-499 Bin	500-999 Bin	1 Milyon ve Üzeri	Toplam
1965	Kent Sayısı	114	74	20	11	1	1	1	222
	% Oranı	51,4	33,3	9	4,9	0,5	0,5	0,5	100.0
1980	Kent Sayısı	159	100	34	24	1	2	2	322
	% Oranı	49,4	31,1	10,6	7,4	0,3	0,6	0,6	100.0
1990	Kent Sayısı	222	135	59	29	6	4	3	458
	% Oranı	48,5	29,5	12,9	6,3	1,3	0,9	0,7	100.0
2000	Kent Sayısı	267	161	73	38	6	6	5	556
	% Oranı	48,0	29,0	13,1	6,8	1,1	1,1	0,9	100.0
2009	Kent Sayısı	207	131	81	46	9	6	8	488
	% Oranı	42,4	26,8	16,6	9,4	1,8	1,2	1,6	100.0

Ancak, Türkiye’de büyük kent sayısı giderek artmıştır. Örneğin, 1927 nüfus sayımına göre ülkemizde İstanbul ve İzmir’in oluşturdukları sadece iki büyük kent vardı. Hâlbuki 1990 sayımına göre bu sayı 42’yi bulmuştur. Türkiye’nin kent sayıları ve oranlarıyla bunların yoğunlaştığı kent büyüklüklerinin tespiti bakımından 45 yıllık süre içerisindeki değişim ilginç sonuçlar sunmaktadır. Örneğin, 1965 döneminde Türkiye’nin kent sayısı 222 adet olup, bunun yarıdan fazlası(114 adet, %51,4) 10-19 bin aralığında nüfusa sahip, küçük kentlerde toplanmaktadır. Hatta bu kategoride toplanan yerleşmelerden bazıları, fonksiyonel faaliyetlerine göre tipik şehir yerleşmesi de olmayabilir. Bu kategoride yer alan yerleşmelerden bazıları kasaba özelliğinde de olabilirler. Ancak böyle bir ayırım yapabilmek için söz konusu kategoride yer alan yerleşmelerin ekonomik fonksiyonlarını değerlendirmek gerekir. Çalışmanın amacı, nüfus büyüklüğüne göre kentleri sınıflandırarak sayı ve dağılımlarını araştırmak olduğu için, böyle bir ayırım üzerinde durulmamıştır. Bunu nüfusu 20-49 bin aralığında olan yine küçük kentler izlemektedir (74 adet,%33,3). Nüfusu 10-49 bin arasında yer alan yerleşmeler küçük kentler kabul edilirse, ikisi birlikte, bu dönemde %84,7 gibi çok önemli bir oranı oluşturmaktadır. Dolayısıyla, 1965 yılı sonuçlarına göre Türkiye’de şehirlerin küçük kentler olduğu ve şehirli nüfusun çok büyük bir kısmının küçük kentlerde oturduğu anlaşılmaktadır. 50-99 bin aralığında bulunan orta büyüklükteki kentlerin sayısı ve oranı ikinci sırada bulunmaktadır (20 adet, %9). Büyük ve metropoliten kentlerin sayı ve oranları bu dönemde çok düşük kalmaktadır. Bunlardan, 100-499 bin aralığında yer alan büyük kentlerin sayısı 12 olup, 11 tanesi 100-299 bin aralığındadır. Sadece bir tanesi 300-499 bin aralığında bulunmaktadır. Büyük kent sayılarının oranı %5,4 civarında gözükmektedir.

Nüfusu 500 bin ve üzerindeki kentler ise metropoller olarak ayrı bir kategoride yer almaktadır. Buna göre, söz konusu dönemde Türkiye’de sadece iki adet metropol kent bulunmakta olup, diğer kategoridekilere göre %1’lik bir paya sahip gözükülmektedirler. Bu kentlerden de birisi olan Ankara, 500-9999 bin nüfus aralığında, diğeri ise İstanbul 1 milyonu aşkın nüfusla dikkat çekmektedir. Buna göre büyük ve metropoliten kentler sayı ve oran olarak çok düşük kalmaktadır. Yani bu dönemde, Türkiye’de kentleşme eğilimi, küçük kentleri tercih etmektedir. Henüz, büyük ve metropoliten kentlerin önem kazanmamış olması, küçük kentlerin cazibe merkezi olmalarını gerektirmiştir.

1980’de küçük kentlerin sayılarında mutlak artış devam ederken, oranlarında hafif bir düşüş izlenmekle birlikte, diğer kent gruplarına göre birinci sırasını korumaktadır. Orta büyüklükteki kentler mutlak sayı ve oran olarak atışını sürdürmektedir. Büyük ve metropoliten kentlerde de artışlar görülmekte olup, en belirgin artış, 100-299 bin aralığında olan kentlerde gerçekleşmiştir. Metropoliten kent sayısı 4’e yükselmekte, bunlardan 2’si 500 bin ve üzeri, diğer ikisi de 1 milyon ve üzeri aralığında bulunmaktadır. Dolayısıyla, bir önceki döneme göre bu dönemde Türkiye’nin toplam kent sayısı hızla (100 adet) artarak, 322’ye yükselmiştir. Artış en önemli miktar ve oranlarda küçük grup kentlerde gerçekleşirken, orta, büyüklükte ve metropol kentlerde de görülmektedir. Bu durum, 1965-1980 yılları arasında, Türkiye’de birçok kasabanın büyüyerek küçük kentlere dahıl olduğunu ve alt kategorideki kentlerin de büyüyerek, bir üst kategoriye atladıklarını göstermektedir. Bu bakımdan hareketliliğin daha çok küçük kentlerde yaşandığını ve bunu orta ve büyük kentlerin 100-299 bin nüfus aralığında olan grubunun izlediğini söylemek mümkündür. Böylece, bu dönemde, küçük kentleşme oranı yine yüksek olmakla birlikte, orta ve büyük ölçekli kentlerin de önem kazanmaya başladığı anlaşılmaktadır.

1990’ a gelindiğinde, toplam kent sayısındaki artış devam ederek, 458’e ulaşmıştır. Dolayısıyla 136 adet yeni kent katılmıştır. Yine bu kentlerin önemli bir çoğunluğu, küçük kentler kategorisinde gözükülmektedir. Orta büyüklükteki kentler de sayı ve oran olarak artışına devam etmektedir. Büyük kentlerin 100-299 bin aralığında olanları, mutlak sayı olarak artarken, oran olarak hafifi bir düşüş göstermektedir. Bu durum, buradaki kentlerden bir kısmının büyüyerek, 300-499 Aralığındakilere dahıl olduğunun sonucudur. Nitekim, daha önceki dönemlerde 300-499 Aralığında sadece 1 adet kent varken, bu dönemde 6’ya yükselmiştir. Metropol kentlerin sayı ve oranlarındaki artışlar da sürmektedir. Yine bu dönemde metropol sayısı artarak 11’e yükselmiştir.

2000’de kent sayısı 556’ya yükselmekle birlikte, ilk kez bir önceki döneme göre artan kent sayısı 100’ün altında (98) kalmıştır. Bu durum, küçük kentlerin sayı ve oranlarındaki artışın biraz hız kesmesiyle ilgili gözükülmektedir. Diğer büyüklükteki kent sayı ve oranlarındaki artışlar ise sürmektedir. Bir önceki döneme göre en belirgin artış, orta ve büyük kentler kategorilerinde görülmektedir. Bu dönemde küçük kentlerin mutlak sayı artışının yavaşlaması, bir taraftan küçük kentlere dahıl olabilecek kasaba özelliğindeki yerleşme sayılarındaki artış hızının azalmasıyla, diğer taraftan da küçük kentlerin zamanla büyüyerek, orta ölçekli kentlere kaymış olmalarıyla ilgili gözükülmektedir. Yani, küçük kent oluşturabilecek kasaba sayılarına göre, küçük kentlerin büyüyerek bir üst kategoriye atlama

hızları daha önde gözükmetedir.

Tablo 8: Metropoliten Kentler ve Kentli Nüfustaki Oranları

	Nüfus		Miktarları		
Metropoliten Kentler	1965	1980	1990	2000	2009
İstanbul	1.777.830	2.840.999	6 838 787	9.007.530	12.669.455
Ankara	905.660	1.877.755	2.599.471	3.211.431	4.161.798
İzmir	411.626	757.845	1.757.414	2.332.265	2.832.876
Adana	289.919	574.515	927.489	1.137.384	1.465.359
Bursa	21. 644	445.113	834.576	1.194.687	1.676.401
Gaziantep	106.152	374.290	603.434	853.513	1.278.676
Konya	157.934	209.276	513.346	759.321	1.003.373
Antalya	71.833	173.501	378.208	603.190	955.573
Diyarbakır	102.653	235.617	381.144	545.983	837.998
Eskişehir	173.882	309.431	413.083	482.793	618.534
İçel	86.692	216.308	422.357	537.842	842.230
Kayseri	126.653	281.320	430.510	536.392	894.315
Samsun	107.510	198.749	303.979	363.180	494.716
Şanlıurfa	73.498	147.488	272.527	385.588	482.323
Kocaeli	89.547	190.423	256.882	195.699	1.361.469
Denizli	64.331	131.373	204.118	275.480	488.768
Toplam	2.683.490	6.051.114	14.074.517	21.202.331	32.063.864
Kentli Nüfus Toplamı	9.158.129	18.219.778	31.703.289	42.897.824	53.473.706
Metropol Nüfus % si	29.3	33.2	44.4	49.4	60.0

Kaynak: TÜİK, 2009

2009’da ise bir önceki döneme göre kent sayısı, 68 azalarak, 488’e inmiştir. (tablo 7). Bu durum, küçük kentlerin sayılarında azalmanın bir sonucu olarak görülmelidir. Özellikle 10-19 bin nüfus aralığındaki kent sayılarında düşüş dikkat çekicidir. Diğer büyüklükteki kentlerin mutlak sayı ve oranlarındaki artış devam etmektedir. 2000’den itibaren başlayan küçük kentlere dahil olabilecek kasaba özelliğindeki yerleşme sayılarındaki artış hızının azalması ve küçük kentlerin zamanla büyüyerek, orta ölçekli kentlere kayma özelliği bu

dönemde çok daha barizleşmiştir. Yani, küçük kent oluşturabilecek kasaba sayılarına göre, küçük kentlerin büyüyerek bir üst kategoriye atlama hızları giderek artmaktadır. Diğer taraftan bu dinamik orta büyüklükteki yeni kent oluşumlarını artırırken, daha üst kategorideki kent büyümelerinde de etkili olabilmektedir. Ayrıca daha üst kategoride yer alan kent sayıları ve oranlarının artışında kendinden daha küçük olan kentlerin zamanla büyümelerinin etkisi önemlidir. Büyük kentlerin içerisinde de daha çok nüfus çekerek, daha hızlı büyümüş olan metropoliten kentler vardır. Metropol kent sayısı, 1965’de sadece 2 tane (İstanbul ve Ankara) iken, sürekli artarak, 2009’da sayı 14’e yükselmiştir. Ayrıca, Denizli ve Şanlı Urfa’nın nüfusları da çok yakın olduğundan, sayı 16’ya ulaşmaktadır (tablo 8).

Kent nüfusunun önemli bir kısmı, belirtilen bu metropol merkezlerinde oturmaktadır. 1965 nüfus sayımı sonucuna göre, kentli nüfusun sadece %29,33’ü metropol kentlerde otururken, 2009’da %60’ı metropollerde toplanmıştır. Bütün bu değerlendirmeler, Türkiye’de şehirli nüfusun metropollerde toplanmasının bir sonucu olarak, metropol kent sayısının en fazla olduğu Marmara ve İç Anadolu Bölgeleri’nde, şehirleşme oranlarının yüksekliğini açıklamaktadır. Karadeniz Bölgesi’nde sadece 1 tane metropol (nüfusu 1 milyonun altında) olması ve özellikle Doğu Anadolu Bölgesi’nde hiç metropol bulunmayışı, şehirli nüfus oranını ve dolayısıyla, şehirleşme oranını da düşürmektedir. Zaten, 2009 yılı, Türkiye şehirli nüfusunun metropoller başta olmak üzere, metropol ve büyük kentlerde toplanmaya başladığı bir değişim dönemi olarak dikkat çekmektedir. Bu durum metropoliten ve büyük kentlerin bir taraftan kendi iç dinamikleriyle büyümelerinin, diğer taraftan da, daha alt kategorilerdeki kentlerin büyüyerek, bu gruplara katılmalarının ve ayrıca, başta küçük kentler olmak üzere, daha alt kategorilerdeki kentlerin, göç yoluyla bu kentleri beslemelerinin sonucu gibi gözükmektedir. Metropollerin nüfus yoğunluklarının yüksekliği, kullanılacak yakıt miktarını arttırdığından, yakıt kalitesine dikkat edilmediği takdirde, hava kalitesinin bozulmasında ve dolayısıyla hava kirliliğinde önemli rol oynamaktadır.

Tablo 9: Türkiye’de Kent Yerleşmelerinin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılışı
(Garipağaoğlu,2010)

	KENT SAYISI				
	1965	1980	1990	2000	2009
KARADENİZ BÖLGESİ	39	60	87	101	90
MARMARA BÖLGESİ	52	48	71	74	74
EGE BÖLGESİ	38	52	70	85	78
AK DENİZ BÖLGESİ	25	45	69	94	81
İÇ ANADOLU BÖLGESİ	30	48	65	84	65
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ	20	41	57	75	61
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ	18	28	39	43	39
TOPLAM	222	322	458	556	488

Türkiye kentleri, gerek ülke sathında ve gerekse coğrafi bölgelere göre eşitsiz bir dağılım içerisindeyler. Ancak, kent sayılarının gerçekte coğrafi bölgelere göre kentsel nüfus miktarının dağılımını belirlemeyeceğini de ifade etmek gerekir. Çünkü büyük ve küçük kentler birlikte düşünüldüğünde, kent adedi tek başına bir şey ifade etmemektedir. Kent sayısı bakımından Marmara Bölgesi 1965’de birinci sırada yer alırken, daha sonraki devrelerde Karadeniz Bölgesi baş sıraya yerleşmiştir. Bunları, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri izlemiştir. Daha az kent sayısı ile de Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri dikkat çekmektedir. 2009 yılına kadar bütün bölgelerin mutlak kent sayılarında artış görülmüştür. 2009’da ise Marmara Bölgesi’nde duraklama ve diğer bölgelerde de düşüşler izlenmektedir. Ancak, söz konusu 45 yıllık süre içerisinde bölgelerin kent sayılarında ciddi anlamda bir artışın olduğu muhakkaktır (tablo 9). Kent sayısının artması, hava kalitesi bozulabilecek yerleşme sayısının da artabileceğine işaret etmekle beraber, bu hususta, küçük ve orta büyüklükteki kentlerden çok, büyük kentler önem taşımaktadır.

Bu hususta, büyük kentler dikkate alınarak, bir coğrafi dağılım yapıldığında, yine dengesiz bir durumla karşılaşılır. Bu bakımdan 2009 verilerine göre nüfusu 100 bin ve üzerinde olan kent sayılarına göre, Marmara Bölgesi 13 kentle birinci sıraya yerleşmiş olup, Ege Bölgesi 12 kentle arkasından gelmektedir. Karadeniz, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri ise 10’ar kentle aynı sayıya sahip gözükmemektedir. Güneydoğu Anadolu 9, Doğu Anadolu 5 büyük kentle daha geri sıralarda bulunmaktadır. Büyük kentlerin coğrafi dağılımı, hava kalitesi açısından, az çok riskli şehirlerin dağılımını da göstermektedir. Bu açıdan Doğu Anadolu Bölgesi’nin daha az riske sahip olduğu düşünülebilir.

Tablo: 10 Türkiye’de Şehirli Nüfus Miktarı ve Oranlarının Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı (Garipağaoğlu, 2010)

	Dönemler	1965	1980	1990	2000	2009
KARADENİZ BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	923.774	1.772.971	2.883.989	3.506.955	3.95. 904
	% Oranı	10.1	9.7	9.1	8.2	7.4
MARMARA BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	2.764.372	4.737.577	10 262 477	13 627 007	19 006 426
	% Oranı	30.2	26	32.4	31.2	35.5
EĞE BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	1.299.597	2.325.880	4.052 596	5.422.388	6.609.775
	% Oranı	14.2	12.8	12,8	12,6	12,4
AKDENİZ BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	1.023 428	2.493 292	4.255 747	5.753 787	6.869 842
	% Oranı	11.2	13.7	13.4	13.4	12.8
İÇ ANADOLU BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	1.928.582	4.068.589	5.836.485	7.549 806	9.166 273
	% Oranı	21.0	22.3	18.4	17.6	17.1
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	612.251	1.363.398	1.834.364	3.246.286	3.161.074
	% Oranı	6.7	7.5	5.8	7.6	5.9
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ	NÜFUS MİKTARI	606.071	1.458.071	2.577.631	3.791.595	4.718.412
	% Oranı	6.6	7.5	8.1	8.8	8.8
TOPLAM	NÜFUS MİKTARI	9.158.129	18.219.778	31.703.289	42.897.824	53.473.706
	% Oranı	100	100	100	100	100

Türkiye’de kentsel nüfusun coğrafi bölgelere göre dağılışı da son derece eşitsizdir. Bu dağılışı daha çok kıyı bölgelerinin ve İç Anadolu Bölgesi’nin lehine bir değişme göstermektedir. 2009 yılı verilerine göre Marmara Bölgesi kentsel nüfusun 1/3 üne yakın bir kısmını tek başına toplamış durumdadır. Bunu İç Anadolu Bölgesi izlemekte olup, Akdeniz ve Ege Bölgeleri birbirine yakın değerler göstermektedir. Doğu Anadolu Bölgesi ise en düşük kentsel nüfusa sahip gözükmemekte ve bunun ardından Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri gelmektedir (tablo 10).

Hızlı kentleşme süreci içerisinde kentsel nüfus oranının giderek yükselmesi, hava kirliliği ve bundan kaynaklanan sorunların da artmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan ülkemizde kentsel nüfus oranının düşük olduğu 1927-1950 devresi, hava kirliliği açısından da önem taşımamaktadır. Ancak, 1950 yılından itibaren hızla artan kentsel nüfus, hava kirliliğine sebep olduğu gibi bu olaya doğrudan hız kazandırmıştır. 1980’den bu yana da çok daha hızlanmış olan kentsel nüfus artışı, ülkemizde görülen bölgesel ve lokal hava kirliliğinin temel sebepleri arasına girmiştir. Kent nüfusumuzun statik bir yapı kazanmamış olması nedeniyle, gelecekte kentsel nüfus oranı daha da artacak ve buna bağlı olarak hava kirliliği daha önemli bir sorun hâlini alacaktır. Özellikle bu bakımdan İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa, İzmit, İçel, Gazi Antep, Diyarbakır, Konya, Kayseri, Eskişehir, Samsun, Antalya, Denizli gibi çekim merkezleri, geçmişe göre çok daha riskli şehirler durumuna geçmişlerdir. Diğer taraftan ülkemizde kent gurubuna giren yerleşme sayısının ve bu yerleşmelerdeki nüfusun durmadan artması da, hava kirliliği ile eşleşen olaylar arasındadır. Gayet doğal olarak kent sayısı ne kadar fazla ve özellikle bu kentlerin nüfusları ne kadar büyük ise o ölçüde atmosfer kirliliğine sebep olacaktır. Bu açıdan da ülkemizde 1950 li yıllar bir dönüm noktası oluşturmaktadır. Bu devreye kadar önemli olmayan kent sayısı 1950’den itibaren 100’ü aşarak, çok değişik noktalarda hava kirliliğinin oluşmasına yol açmıştır. Bundan sonra sürekli artarak 1990’da 458’i 2009’da, 488’i bulan kent sayısı, lokal hava kirliliğindeki artışın da bir göstergesi olmuştur. Ancak, çok sayıdaki bu kentlerin hepsinin hava kirliliğine sebep olabileceklerini iddia etmekte yanlış olur. Çünkü bu bakımdan daha çok büyük kentler risk durumu içerisinde kalmaktadır. Örneğin bu bakımdan 1927’de büyük kent durumunda olan sadece İstanbul ve İzmir vardı. Dolayısıyla o dönemde hava kirliliğinin görülebileceği merkezleri de sadece bu şehirler oluşturuyordu. Hâlbuki büyük kentlerin sayısı 1950’den itibaren artarak 1990’da 42’ye ulaşmasıyla, atmosferi kirlenmiş olan kent sayısı da artmıştır. Büyük kentler içerisinde de metropoliten kentler, daha fazla nüfus barındırmaları sebebiyle hava kirliliği konsantrasyonunun artış gösterdiği alanlardır. Bu bakımdan özellikle metropoliten şehirler en önemli risk bölgeleridir. Kentli nüfusumuzun yarıdan fazla kısmının metropollerde toplanmış olması, hava kirliliği ile ilgili sorunlarında önemli bir kısmının buralarda yaşandığını göstermektedir. Malatya, Van ve Erzurum’un ise gelecekte birer metropoliten kent adayı olmaları, hava kirliliği ile ilgili problemlerinin daha da artacağına işaretir.

Şehir yerleşimlerinin Türkiye genelinde eşitsiz bir biçimde dağılmış olması coğrafi bölgeler arasında bazı farklanmalara sebep olduğu gibi buna bağlı hava kirliliğinin dağılışı da değişikliklere yol açabilmektedir. Bir başka deyişle, kent sayısının coğrafi bölgelere göre dağılışı, bir bakıma hava kirliliğinin dağılışına da yön vermektedir. Ancak, bu bakımdan kent sayısından ziyade, hava kirliliğine daha çok büyük kentlerin sebep oldukları dikkate alınırsa, öncelikle büyük kentlerin dağılışının önem taşıdığını söylemek gerekir. Örneğin, sadece kent sayısının coğrafi dağılışı esas alındığında, Karadeniz Bölgesi başta gelmekte, bunu Akdeniz, Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgeleri izlemektedir. En az kent sayısı da Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde görülmektedir. Buna göre başta belirtilen coğrafi bölgeler, hava kirliliği açısından birinci derecede riskli bölgeler olarak gözükmemektedir. Havasının en az kirlendiği bölge olarak da Güneydoğu Anadolu’yu görmek gerekir. Hâlbuki bu dağılım büyük kent sayısına göre yapıldığında, belirtilen durumdan önemli sapmalar olmaktadır. Şöyle ki, bu

sefer Marmara Bölgesi, birinci sıraya yerleşmekte, bunu, İç Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri izlemektedir. En düşük sayı ile de Doğu Anadolu belirlemektedir Dolayısıyla birinci ve ikinci dereceden riskli bölgeler yer değiştirmiş olmaktadır.

Şehir adediyle birlikte Türkiye'nin kentsel nüfus oranı da coğrafi bölgeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bu dağılışı daha çok kıyı bölgelerinin ve İç Anadolu Bölgesi'nin lehine bir durum gösterdiğinden, riskli bölgelerin tayinini de az çok yapabilmektedir. Bunlar arasından özellikle Marmara Bölgesi'nin tek başına Türkiye kentsel nüfusunun 1/3'üne yakın bir kısmını kendine toplamış olması, bu bölgeyi doğrudan birinci dereceden riskli alanlar içerisine sokmuştur. İç Anadolu Bölgesi ve diğer kıyı bölgeleri de, Marmara Bölgesi'nin arkasından gelen bölgelerdir. Doğu Anadolu Bölgesi ise daha az etkilenen bölge konumunda gözükmektedir.

Uygulamalar

- 1) Türkiye’de termik santrallerin bulundukları yerlerin hava kalitesi üzerindeki etkileri şehirlere gidilerek görülmeli ve incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Türkiye'nin metropol özelliği taşıyan şehirlerinin hava kalitelerini araştırınız.
- 2) Türkiye'de termik santrallerin bulundukları yerlerin hava kalitesi üzerindeki etkilerini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Şehir yerleşimlerinin Türkiye genelinde eşitsiz bir biçimde dağılmış olması coğrafi bölgeler arasında bazı farklanmalara sebep olduğu gibi buna bağlı hava kirliliğinin dağılışı da değişikliklere yol açabilmektedir. Bir başka deyişle, kent sayısının coğrafi bölgelere göre dağılışı, bir bakıma hava kirliliğinin dağılışına da yön vermektedir. Ancak, bu bakımdan kent sayısından ziyade, hava kirliliğine daha çok büyük kentlerin sebep oldukları dikkate alınır; öncelikle büyük kentlerin dağılışının önem taşıdığını söylemek gerekir. Örneğin, sadece kent sayısının coğrafi dağılışı esas alındığında, Karadeniz Bölgesi başta gelmekte, bunu Akdeniz, Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgeleri izlemektedir. En az kent sayısı da Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülmektedir. Buna göre başta belirtilen coğrafi bölgeler, hava kirliliği açısından birinci derecede riskli bölgeler olarak gözükmektedir. Havaasının en az kirlendiği bölge olarak da Güneydoğu Anadolu'yu görmek gerekir. Hâlbuki bu dağılım büyük kent sayısına göre yapıldığında, belirtilen durumdan önemli sapmalar olmaktadır. Şöyle ki, bu sefer Marmara Bölgesi, birinci sıraya yerleşmekte, bunu, İç Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgeleri izlemektedir. En düşük sayı ile de Doğu Anadolu belirlemektedir Dolayısıyla birinci ve ikinci dereceden riskli bölgeler yer değiştirmiş olmaktadır.

Şehir adediyle birlikte Türkiye'nin kentsel nüfus oranı da coğrafi bölgeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bu dağılışı daha çok kıyı bölgelerinin ve İç Anadolu Bölgesi'nin lehine bir durum gösterdiğinden, riskli bölgelerin tayinini de az çok yapabilmektedir. Bunlar arasından özellikle Marmara Bölgesi'nin tek başına Türkiye kentsel nüfusunun 1/3'üne yakın bir kısmını kendine toplamış olması, bu bölgeyi doğrudan birinci dereceden riskli alanlar içerisine sokmuştur. İç Anadolu Bölgesi ve diğer kıyı bölgeleri de, Marmara Bölgesi'nin arkasından gelen bölgelerdir. Doğu Anadolu Bölgesi ise daha az etkilenen bölge konumunda gözükmektedir.

Şehir yerleşmelerinin ve sanayi faaliyetlerinin Türkiye'de tarihi bir süreç içerisinde gösterdiği dağılışı, hava kalitesi ile ilişkilendirilmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

1950 yılından itibaren demografik açıdan bir dönüm noktasına giren Türkiye’de, gerek nüfus artış miktarı ve gerekse buna uygun bir seyir izleyen nüfus artış oranı, bu tarihten itibaren hava kirliliğinin önemli sebepleri arasında yer almıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Ege Bölgesi’nde nüfus, daha çok Ege Bölümü’nde özellikle Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes olukları ile kıyı kesiminde toplanmış olup, buraları bölgede hava kirliliğinin beklenebileceği riskli alanları da oluşturmaktadırlar.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de coğrafi bölgeler arasında büyük kent sayısına göre bir dağılım yapıldığında; Marmara Bölgesi birinci sırada Ege Bölgesi ikinci sırada, İç Anadolu Bölgesi üçüncü sırada yer almaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de kent nüfusunun çoğunluğu, küçük ve orta büyüklükte kentlerde oturmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de iller arası göçler dikkate alındığında, 1950-1955 döneminde, İstanbul, Ankara ve İzmir’in Türkiye’nin en önemli nüfus çekim merkezleri oldukları anlaşılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

c) 1. Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

6) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Göç alan merkezlerin çoğunlukta bulunduğu coğrafi bölge ve yöreler, daima nüfus çekim alanlarını oluştururken, göç veren merkezlerin fazla olduğu alanlar, sürekli nüfus kaybeden yerler olarak dikkat çekmişlerdir. Böylece özellikle nüfusun çekim bölgeleri ve merkezleri, fazla nüfuslanmadan dolayı hava kirliliği sorunu ile de karşı karşıya gelmişlerdir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

şehir yerleşimlerinin Türkiye genelinde eşitsiz bir biçimde dağılmış olması coğrafi bölgeler arasında bazı farklanmalara sebep olduğu gibi hava kirliliğinin dağılışında da değişikliklere yol açabilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Kentli nüfusumuzun yarıdan fazla kısmının metropoller de toplanmış olması, hava kirliliği ile ilgili sorunlarında önemli bir kısmının buralarda yaşandığını göstermektedir.

a) a)Doğru

b) b)Yanlış

9) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de hava kirliliğinin görüldüğu şehirler, çoğunlukla aynı zamanda nüfus yoğunluğunun düşük olduğu iller içerisinde bulunmaktadır.

a) a)Doğru

b) b)Yanlış

10) Aşağıda verilen ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hava kirliliğinin yaşanabileceği coğrafi bölgelerimiz şöyledir: Marmara Bölgesi’ni sırasıyla Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi izleyebilecektir.

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)b, 5)a, 6)a, 7)a, 8)a, 9)b, 10)a

3. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

3.1. Türkiye’de Yakıt Kullanımı ve Kalitesi

3.2. Türkiye’de Endüstrileşme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye’de kullanılan linyitlerin kalitesini araştırınız.
- 2) Türkiye’de endüstri alanlarının yer seçiminde nelere dikkat edilmelidir? Araştırınız.
- 3) Günümüzde Türkiye şehirlerinde ısınma amaçlı hangi tür yakıtlar kullanılmaktadır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye’de Yakıt Kullanımı Ve Kalitesi	Türkiye’de evsel ısınma amaçlı, ve endüstriyel alanda kullanılan yakıtların miktar ve kalitesiyle hava kalitesi arasında ilgiler kurabilmek	Türkiye’de yakıt kullanımı ve kalitesini öğrenme ve değerlendirmek
Türkiye’de Endüstrileşme	Türkiye’de endüstrileşme süreci ile hava kalitesi arasında bağlantılar kurarak, kirletici yönü güçlü olan tesisleri ayırtedebilmek	Türkiye’de endüstrileşme süreci ile hava kalitesi arasında bağlantıları irdelemek

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Yakıt
- Kalite
- Endüstrileşme

Giriş

Türkiye’de kentlerdeki hızlı ve çarpık gelişme, evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtların kirlilikteki rollerini arttırmıştır. Bu bakımdan, özellikle katı ve kalitesiz yakıtların kullanımı, birinci derecede olumsuz etkiye sahip gözükmetedir. Türkiye’de evsel ısınmada ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar içerisinde linyit kömürlerinin payı fazladır. Ancak Türkiye’de son zamanlarda, yıllar itibarıyla doğalgaz kullanımında önemli artışlar görülmektedir. Doğalgaz Türkiye’de 1980’li yılların sonlarına doğru konutların ısıtılmasında ve enerji sektöründe kullanılmaya başlanmıştır.

Sanayileşen her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de bazı bölgelerde ve bazı endüstri kollarına bağlı olarak hava kirliliği söz konusu olmuştur. Bir taraftan zaman içerisinde sanayi alanında görülen gelişim, diğer taraftan bunun ülke genelinde dağılışı ve özellikle kirletici güçleri yüksek olan endüstri tesislerinin kuruluşu, hep birlikte hava kirliliği üzerinde etkili olmuştardır.

Bu bölümde, Türkiye’de evsel ısınma ve endüstriyel amaçlı kullanılan yakıtların miktar ve kalitelerinin hava kalitesi üzerindeki etkileri araştırılacaktır. Ayrıca, Türkiye’deki endüstrileşme süreci ve çeşitli endüstri kollarının hava kalitesi ile ilişkileri değerlendirilecektir.

3.1. Yakıt Kullanımı ve Kalitesi

Bilindiği üzere, Türkiye’de yaşanan hızlı kentleşme, birçok ortam sorununa sebep olmaktadır ki, hava kalitesinin bozulması ve kirliliği, bu sorunların en önemlilerindendir. Kentlerdeki hızlı ve çarpık gelişme, evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtların kirlilikteki rollerini arttırmıştır. Bu bakımdan, özellikle katı ve kalitesiz yakıtların kullanımı, birinci derecede olumsuz etkiye sahip gözükmemektedir.

Tablo 11: Türkiye’de Üretilen Bazı Linyitlerin Rezervleri ve Özellikleri

LİNYİTİN ÇIKARILDIĞI YER	REZERV (BİN TON)	NEM (%)	KÜL (%)	KÜKÜRT (%)	ISIL DEĞERİ (KCAL/KG)
EDİRNE-DEMİRHANLI	55.000	40.00	11.65		2.700
TEKİRDAĞ-MALKARA	35.000	29.78	25.7	1.53	2.490
TEKİRDAĞ-HASKÖY	60.000	38.02	17.52	2.02	2.500
İSTANBUL-EYÜP-AĞAÇLI	57.966	31.73	21.03	1.7	2.694
BURSA-ÇİVİLİ-SAĞIRLAR	143.343	23.34	23.18	3.18	3.254
ÇANAKKALE-ÇAN	20.500	17.35	10.85	7.6	4.800
BOLU-GEREDE-MENGEN	144.000	18	20	1.03	4.200
MANİSA-SOMA-EYNES	131.068	34.93	20.75	0.99	2.782
MUĞLA-YATAĞAN-ESKİHİSAR	229.000	33.54	19.1	1.36	2.750
KÜTAHYA-SEYİTÖMER	252.000	15	10.1	1.5	4.000
KÜTAHYA-TAVŞANLI-TUNÇBİLEK	153.000	10	23.1	4.7	3.144
ANKARA-BEYPAZARI	40.000	44	20	1.01	1.600
SAMSUN-HAVZA	10.000	51.5	23.5	0.57	800
ÇANKIRI-ORTA	142.472	47.88	21.64		1.342
SİVAS-KANGAL	45.000	44.04	24.81	0.6	2.060

UÇEP,1997

Türkiye’de evsel ısınmada ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar içerisinde linyit kömürlerinin payı fazladır. Hava kalitesinin korunması yönetmeliğinde kömür içerisinde %0,4 oranında kükürde izin verilmektedir. Hâlbuki Türkiye’deki linyitlerin ortalama kükürt oranı, %1,0-7,6 arasında değişmektedir (tablo 11). Kül ve kükürt oranı yüksek olan linyitlerin, herhangi bir işlemten geçirilmeden, gerek evsel ısınmada gerekse endüstri alanında kullanılması, hava kalitesinde arzulanan standardın sağlanmasını engellemektedir. Türkiye’de üretilen taş kömürünün kükürt oranı (%1-2,4 arasında) linyite göre daha düşük değerlerdedir. Isıl değeri (3600-6500 kcal/kg) ise daha yüksektir (tablo 12). Bunun için, evsel yakıt olarak,

linyit yerine, kalorisi yüksek, kül ve kükürt oranı düşük olan kaliteli kömür kullanılmalıdır. Ayrıca, fuel-oilin düşük oranda kükürt içereni tercih edilmelidir. Yüksek kükürtlü kömürün evlerde kullanımı üzerindeki yasak, genel olarak siyasal nedenler yüzünden etkili biçimde uygulanmamaktadır. Yoksul haneler, kömürden doğalgaza dönüşüm masraflarını karşılayamamaktadırlar. Geçmişte sanayi ve evsel ısınma amacıyla yakıt kullanımında alınan önlemler kentsel hava kalitesini iyileştirmişken, motorlu taşıt kaynaklı hava kirliliği, özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kentlerde giderek büyüyen bir sorun olmaya devam etmektedir. Sanayi kuruluşlarının, ulaştırma sektörünün ve ısınma amaçlı enerji kullanımında verimliliğin göreceli olarak düşük olmasından ötürü, enerji kaynaklarının daha fazla tüketilmesine ve daha yüksek kirlilik düzeylerine yol açmaktadır.

Başta linyit olmak üzere kirlilik yaratan yakıtlara fazlasıyla bağımlı kalınması, özellikle söz konusu yakıtların yanlış biçimde yakılması durumunda daha büyük çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de kısa vadede hava kirliliğinin kontrolü açısından, fosil yakıtlar içerisinde doğal gaz kullanımına öncelik tanınmalıdır.

Tablo 12: Türkiye’de Üretilen Taş kömürünün Özellikleri

	ÜRETİM SAHASI						
YIKANMIŞ KÖMÜR ANALİZLERİ	ARMUTÇUK	KOZLU	ÜZÜLMEZ	KARADON	AMASRA	AZDAVAY - KURUCAŞ İLE	PAMUCAK - ANTALYA
SU (%)	8,0	9,0	9,0	10,5	10,0	5,0	1,3
KÜL (%)	11,0	13,0	13,0	13,0	14,0	42,0	31,9
TOPLAM KÜKÜRT (%)	1,2	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	2,4
UÇUCU MADDE (%)	33,0	25,0	25,0	24,0	33,0	18,0	
ALT ISIL DEĞER (KCAL/KG)	6 400	6 500	6 500	6 500	5 700	3 600	4 800

Kaynak: UÇEP,1997

Zaten Türkiye’de son zamanlarda, yıllar itibarıyla doğalgaz kullanımında önemli artışlar görülmektedir (tablo 13). Doğalgaz Türkiye’de 1980’li yılların sonlarına doğru konutların ısıtılmasında ve enerji sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. Aşağı yukarı 1990 yılına kadar konut sektöründe önemli bir kullanım payı olmamakla birlikte, takip eden yıllarda sıçrama şeklinde artışlar göstermiştir. Şöyle ki, konut sektöründe 1988 yılında sadece 0,05 milyon m³ iken, 1995’de 1014 milyon m³, 2003’de 3944 milyon m³’e yükselmiştir. Daha sonraki bölümlerde belirtileceği üzere, ısınmada doğalgaza geçen kentlerde kirlilik göstergeleri de hızla düşmeye başlamaktadır. Doğalgazın ayrıca elektrik üretimi ve sanayi alanlarında da önemli miktarda kullanımı söz konusudur. Hatta, elektrik üretimindeki kullanımı daima konut sektörü de dahıl olmak üzere, bütün sektörlerden fazladır. Ancak konut sektöründe kullanılan doğalgaz miktarı, 1996 yılına kadar, sanayi sektörünün gerilerinde seyretmiştir. Bu tarihten itibaren ise sanayi sektörünün önüne geçmiştir. Bütün sektörlerin

yıllık kullanım toplamı da yıllar itibarıyla çok büyük artışlar kaydetmiştir. Bu miktar, 1987’de 522 milyon m³ iken, 1994’de 5000 milyon m³’e yükselmiştir. 2003’de ise 22.000 milyon m³’e ulaşmıştır. Ancak dış kaynaklı doğal gazın elektrik üretiminde ve diğer sektörlerde bu kadar fazla kullanılması, yerli kaynakların değerlendirilmesinde sıkıntılar yaratabileceği gibi önemli maliyeti vardır.

Tablo:13 Türkiye’de Doğalgaz Satış ve Kullanımının Yıllara Göre Durumu (milyon m³)

	Elektrik	GÜBRE	KONUT	SANAYİ	TOPLAM
1987	522				522
1988	1.034	152	0.05		1.186
1989	2.759	382	7	5	3.153
1990	2.599	501	50	222	3.373
1991	2.908	485	190	547	4.132
1992	2.633	652	375	861	4.521
1993	2.595	797	549	1.011	4.952
1994	3.037	612	647	955	5.251
1995	3.857	732	1.014	1.190	6.793
1996	4.174	830	1.526	1 376	7.906
1997	5.019	761	2.041	1.899	9.721
1998	5.491	493	2.247	2.041	10.271
1999	7.950	144	2.429	1.858	12.382
2000	9.733	113	2.806	1.914	14.566
2001	10.994	121	2.849	2.063	16.027
2002	11.631	497	2.973	2.277	17.378
2003	13.513	469	3.944	3.013	21.939

Kaynak: BOTAŞ Genel Müdürlüğü, 2004.

Tablo 14, doğalgaz ithalatının yıllara göre çarpıcı bir şekilde artışını açıklamaktadır. Kullanılan miktarların neredeyse tamamına yakını ithalat yoluyla karşılanmaktadır. 1987’de 433 milyon m³’le başlayan doğalgaz miktarı, 2009’da 33 619 milyon m³’e ulaşmıştır.

Tablo:14Türkiye’de Doğalgaz İthalatının Yıllara Göre Durumu (milyon m³)

1987	433,00
1988	1.136,00
1989	2.986,00
1990	3.246,00
1991	4.031,00
1992	4.430,00
1993	4.952,00
1994	5.375,00
1995	6.858,00
1996	8.040,00
1997	9.874,00
1998	10.233,00
1999	12.358,00
2000	14.822,00
2001	16.368,00
2002	17.624,00
2003	21.188,00
2004	22.174,00
2005	27.028,00
2006	30.741,00
2007	36.450,00
2008	37.793,00
2009	33.619,00

Kaynak: BOTAŞ Genel Müdürlüğü, 2010.

3.2. Endüstrileşme

Bilindiği üzere, kalkınmanın ana sektörlerinden olan sanayi ile ortam arasında

karşılıklı sıkı bir ilişki vardır. Ancak ortamın korunmasına yönelik tedbirler alınmadığı ve gerekli teknolojik donanım sağlanmadığı takdirde, kirlilik sorunu yaşanmaktadır. Bu nedenle, sanayi tesisleri kurulurken, başta yer seçimi ve uygun teknolojik donanım göz ardı edilmemelidir.

Türkiye’deki hava kirliliğinin temel sebepleri arasında, hızlı ve plansız bir şehirleşmeden kaynaklanan evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlarla birlikte sanayi bölgelerinde ve çeşitli endüstri kollarında atmosfere bırakılan her türlü atıklar vardır. Başka bir anlatımla birçok şehirde konutların ısıtılması amacıyla kullanılan yakıtların yarattığı hava kirliliğine bir de endüstri tesisleri ilave olmaktadır. Bu bakımdan ülkemizdeki hava kirliliğinde çeşitli endüstri kollarının etki derecesi farklı olmaktadır. Özellikle şehirleşmeye bağlı olarak gelişen endüstrileşme ve bunun ülke genelinde dağılışı, hava kirliliği açısından son derece önem taşımaktadır. Bu nedenledir ki endüstrileşme ile hava kirliliği arasında bağlantılar kurmadan önce Türkiye’de endüstrinin gelişimi, coğrafi bölgelere göre dağılımı ve çeşitli endüstri kollarının sahip olduğu özelliklerin belirtilmesi gerekir. Hava kirliliğine neden olan, kirletici vasfı yüksek sanayi kolları arasında bulunanlardan bazıları şöyledir:

- Petrol rafinerileri
- Petro-kimya entegre tesisleri
- Kimya sanayi ve zirai mücadele ilaçları
- Enerji üretimi (termik santraller)
- Selüloz ve kâğıt sanayi
- Demir-çelik sanayideki çimento sanayi
- Gübre sanayi
- Şeker sanayi
- Deri sanayi
- Taş-toprak sanayi
- Tekstil sanayi
- Lastik sanayi

Türkiye’de endüstrileşme ve buna bağlı olarak endüstri tesislerinin hava kirliliği sorununda yer almaya başlamaları 1930’lu yıllara dayanmakla birlikte, sanayi hamlesine paralel bir biçimde 1950’den sonra hız kazanmış, 1960’dan itibaren de hızını arttırarak devam etmiştir. Özellikle planlı kalkınma dönemine girildikten sonra sanayinin daha çok büyük sanayiye doğru kayması ve iş gücündeki önemli artışlarla birlikte Türkiye’nin sanayi alanında

önemli adımlar atmış olduğunu göstermektedir. Bu durumda sanayileşen her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de bazı bölgelerde ve bazı endüstri kollarına bağlı olarak hava kirliliği söz konusu olmuştur. Bir taraftan zaman içerisinde sanayi alanında görülen gelişim, diğer taraftan bunun ülke genelinde dağılışı ve özellikle kirletici güçleri yüksek olan endüstri tesislerinin kuruluşu, hep birlikte hava kirliliği üzerinde etkili olmuşlardır.

Türkiye’de sanayi faaliyetlerinin dağılışına bakıldığında, büyük bir eşitsizlikle karşılaşılmaktadır. Çünkü sanayi faaliyetlerinin önemli bir bölümü, ülkemizin batı yarısında toplanmıştır. Bu bakımdan Marmara Bölgesi başta gelmektedir. Bölgenin özellikle İstanbul’dan başlayıp Kocaeli ve Sakarya’ya kadar uzanan doğu yarısı bir sanayi kuşağı şeklinde belirmektedir. Bu kuşak daha sonra güneybatıya yönelerek Bursa’yı da içine almaktadır. Son zamanlarda ise Güney Marmara’da Balıkesir çevresi, Trakya’da Ergene havzası orta kesimleri yoğun bir şekilde sanayileşmeye sahne olmaktadır.

Ege Bölgesi’nde ise sanayi faaliyetleri daha çok İzmir, Denizli, Manisa ve Aydın illerinde toplanmıştır. Akdeniz Bölgesi’nde Adana, İçel ve Hatay illeri, Karadeniz Bölgesi’nde Samsun, Zonguldak ve kısmen Trabzon illeri, İç Anadolu Bölgesi’nde Ankara, Konya, Eskişehir ve Kayseri illeri, Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde Gaziantep sanayi faaliyetlerinin toplanmış olduğu illerdir. Doğu Anadolu Bölgesi ise Türkiye genelinde en düşük oranda sanayileşme faaliyeti göstermektedir. Burada Erzurum, Malatya ve Elazığ illeri diğer sanayileşmiş illerimize oranla düşük değerler göstermelerine karşın, bölge içerisinde sanayileşmenin belirginleştiği illeri oluşturmaktadır.

Türkiye’de sanayi faaliyetlerinin coğrafi bölgeler ve yöreler arasında eşitsiz dağılışına bakarak, hava kirliliğine daha çok yoğunlaştıkları bölgelerde sebep oldukları söylenebilir. Buna göre coğrafi bölgeler arasından Marmara Bölgesi’nin birinci sırada bulunduğu, bunu Ege, İç Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinin izlediği anlaşılmaktadır. Doğu ve Güneydoğu bölgeleri ise çok düşük oranlarda sanayileşme eğilimi gösterdiklerinden, sanayiden kaynaklanan atmosfer kirliliğinin en az etkileyeceği bölgeler buralardır. Ancak, bölgeler genelinde böyle bir sıralamanın yapılmasının yanı sıra, sanayi faaliyetlerinin bölge içerisinde eşit dağılışı düşünmekte yanlış olur. Bunun için örneğin; Marmara Bölgesi’nde Doğu Marmara, Güney Marmara ve Ergene Havzası’nın orta kısımları sanayi faaliyetleri açısından önem taşıdığından, bölgenin diğer kesimlerine göre endüstriyel kökenli hava kirliliğine maruz kalan yerlerdir. Aynı şekilde Ege Bölgesi’nde daha çok Asıl Ege Bölümü ve bununda İzmir, Denizli, Manisa ve Aydın illerini içine alan yerler, endüstriyel kökenli hava kirliliği açısından risk taşıyacaklardır. İç Anadolu gibi alan bakımından ikinci büyük coğrafi bölgede endüstriyel faaliyetlerden daha çok Ankara, Konya, Eskişehir ve Kayseri gibi büyük merkezlerde toplandığından, bu şehirlerin havaları kirlilikten etkilenecektir. Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinin de daha çok kıyı kesimlerindeki şehirler sanayileştiği için bu yönlü hava kirliliği büyük kıyı şehirlerini tesiri altında bırakacaktır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin batı kesimi içerisinde Gaziantep, endüstriyel hava kirliliğini yaşayacak kent olarak gözükmemektedir. Türkiye’nin alan bakımından 1. coğrafi bölgesi olan Doğu Anadolu’da ise endüstriyel faaliyetler gelişmemesine rağmen, Erzurum, Elazığ ve Malatya illeri çevresi endüstriyel kökenli hava kirliliğinden etkilenebilecek alanlar olarak gözükmemektedir.

Sanayi faaliyetlerinin bugünkü dağılışında büyük nüfus merkezlerinin etkisi hissedilmektedir. Örneğin, İstanbul Türkiye'nin nüfus bakımından bir metropolü olduğu gibi sanayi faaliyetleri açısından da önemli bir merkezdir. Büyük sanayi tesislerinin yarıya yakın bir kısmı ve çalışanların önemli bir bölümü İstanbul'da bulunmaktadır. İzmir ve Ankara gibi metropollerimiz ise sanayi tesis sayısı ve çalışanlar bakımından İstanbul'un arkasından gelmektedirler. Bunları daha düşük oranla Bursa izlemektedir. Türkiye genelinde özellikle bu dört ilimizin sanayi faaliyetlerinin neden olduğu hava kirliliğine daha yüksek oranda maruz kaldıkları düşünülmektedir.

Bu illerden İstanbul, demir-çelik tesisleri hariç, hemen her sanayi kolunun yer aldığı, çok çeşitli sanayi faaliyetlerinin sürdürüldüğü bir ilimizdir. Ankara'da ise belirgin bir veya birkaç sanayi kolunun egemenliği söz konusu değildir. Buna karşılık İzmir'de özellikle Aliağa rafinerisinin varlığı, petrol rafinerileri sanayi kolunu ön plana geçirmiştir. Bu sanayi kolunu tütün işleme ve tütün mamulleri, dokuma endüstrisi izlemektedir. Endüstri şehirlerinden Bursa'da dokuma endüstrisi ve taşıt araçları endüstrisi hakîm gözükmektedir. Söz konusu bu illerden özellikle İstanbul'un hava kirliliğinde çok çeşitli endüstri kollarının etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Ankara'da da hakîm bir sanayi kolu olmadığından, hava kirlenmesine bir çok sanayi kolu etki edebilir. Fakat özellikle İzmir'de petrol rafineri sanayi ile dokuma ve tütün işleme endüstri kolları diğerlerine göre hava kirliliğinde daha baskın olabilir. Bursa'da da aynı şekilde endüstriyel hava kirliliğinde dokuma endüstrisi daha ağırlıklı gözükmektedir. Sanayi tesislerinin dağılışı ve yoğunluğu dışında Türkiye'de çevre kirliliğine ve dolayısıyla hava kirliliğine sebep olan en önemli endüstri kolları arasında termik santraller, gübre endüstrisi, demir çelik endüstrisi, şeker endüstrisi, çimento endüstrisi, petrokimya endüstrisi, metalürji endüstrisi, kâğıt ve basım endüstrisi, şişe-cam ve seramik endüstrisi, deri sanayi, tekstil sanayi, lastik sanayi ve petrol rafinerileri sayılabilir.

Bu nedenle hava kirliliğinde endüstri tesislerinin payları belirlenirken, öncelikle kirletici vasıfları yüksek olanların tespit edilmesi ve daha sonra bunların ülke genelindeki dağılışılarının ortaya konması gerekmektedir. Örneğin, bunlardan termik santraller, Afşin-Elbistan-K.Maraş, Nallıhan- Ankara, Seyitömer- Kütahya, Soma-Manisa, Kangal- Sivas, Yatağan-Muğla, Orta-Çankırı gibi merkezlerimizin hava kirliliğinde en etkili sanayi koludur. Ülkemizde termik santrallerde tüketilen yakıtların çok kalitesiz olması nedeniyle birim elektrik üretimi başına ortaya çıkan kirleticiler de çok yüksek olmaktadır. Tablo 15'den de anlaşıldığına göre, termik santrallerde yakıt olarak kullanılan linyitlerin kül ve kükürt içeriği yüksek olup, kalori değeri düşüktür. Bu nedenle Türkiye'de enerji üretiminden kaynaklanan çeşitli gazlar ve parçacıklar, özellikle bulundukları şehirlerde ve bölgelerde önemli boyutta hava kirliliğine sebep olmaktadır. Bu bakımdan uluslararası ölçülere göre Türkiye'de birçok sanayi tesisinin tehlikeli boyutlarda kirletici oldukları anlaşılmaktadır. UÇEP, 1997 verilerine göre Avrupa'da en fazla kükürt emisyonuna sebep olan 100 tesis arasında Türkiye'nin de 6 termik santrali bulunmaktadır. Bunlardan Afşin- Elbistan 2. sırada, Yeniköy 18. sırada, Seyitömer 32. sırada, Yatağan 35. sırada, Kangal 46. sırada ve Soma 65. sırada yer almaktadır (Türkiye Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Vakfı, 1999).

Tablo 15: Türkiye’de Linyitle Çalışan Termik Santrallerde Kullanılan Yakıtın Özellikleri

	ÜST ISIL DEĞER (MJ/K G)	NET ISIL DEĞER (MJ/K G)		Kısa Aanaliz (%ağırlıkça a)			Elementel Analiz (%ağırlıkça)			
SANTRALİ N ADI			NEM	KÜL	SABİT KARB ON	UÇUC U MAD DE	KARBO N İÇERİĞİ	AZOT- OKSİJEN	KÜKÜR T İÇERİĞİ	HİDROJEN İÇERİĞİ
AFŞİN- ELBİSTAN	6,02	4,74	48,88	20,16	7,92	23,03	54,49	39,67	1,89	3,95
ÇAYIRHA N	10,48	9,45	24,68	35,45	14,49	25,38	68,61	21,50	4,82	5,08
KANGAL	6,89	5,39	48,97	21,30	5,07	24,66	60,60	31,05	3,17	5,18
KEMERKÖ Y	9,05	7,82	34,36	7,54	5,41	32,69	63,43	27,94	3,74	4,89
ORHANEL İ	9,06	8,70	29,71	32,29	14,63	23,37	67,96	23,49	2,97	5,58
SOMA-A	13,17	12,16	19,20	37,21	22,67	20,92	75,87	17,24	1,00	5,89
SOMA-B	8,25	7,42	18,17	46,05	12,68	23,10	63,18	30,82	0,71	5,29
SEYİTÖME R	8,07	6,91	32,35	35,11	11,71	20,81	63,65	29,67	1,02	5,66
TUNÇBİLE K-A	19,00	17,77	20,92	18,78	32,63	27,67	76,41	16,28	1,82	5,57
TUNÇBİLE K-B	14,98	13,47	18,35	42,93	17,68	21,04	60,94	25,24	2,93	5,44
YATAĞAN	9,65	7,81	37,24	24,86	13,11	25,29	66,34	26,23	2,20	5,23
YENİKÖY	8,33	7,20	30,72	28,83	6,82	33,63	55,59	36,54	3,42	4,45

UÇEP,1997

Termik santrallerin, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, canlılar üzerindeki olumsuzluklar gibi olumsuz çevresel etkileri vardır. Hava kirliliği açısından etkilerini şu şekilde değerlendirmek mümkündür:

- Termik santrallerin çalışması sonucu ortaya çıkan baca gazı (SO₂, NO_x) birçok çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Kullanılan yakıtla bağlı olarak değişen oranlarda çıkan gaz ve partikül maddeler uzun zaman boyunca havada asılı kalmaları nedeniyle bronşit, anfizeme, damar hastalıkları gibi hastalıkların yanında insan ölümlerine de sebebiyet vermektedir.
- Termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği sadece havayı soluyan canlılara değil, orman ve geniş tarım arazilerine de olumsuz etkiler yapmaktadır. Bacadan çıkan gazlar

ve diğ er maddelerin ürün verimlerine olumsuz etkileri görülmektedir.

- SO₂ ve NO_x gazları asit yağmurlarının oluşumunda birinci derecede sorumludurlar.
- Bacalardan atılan kükürt ve azot oksitler, rüzgârla birlikte ortalama 2-7 gün içerisinde atmosfere ulaşırlar.
- Bu zaman süresi içinde bu kirleticiler atmosferdeki su partikülleri ve diğ er bileşenlerle tepkimeye girerek Sülfirikasit ve Nitrikasit'i oluştururlar. Atmosferde oluşan bu asitler, yağmur ve kar ile yeryüzüne ulaşırlar.
- Böylece termik santrallerin bacalarında gazlar ikinci kez ve daha geniş bir bölgeye etki etmiş olurlar.
- Termik santral küllerinin toplandığı alanda oluşan Radon gazı havaya ulaşmaktadır.
- Küllerin  zeri toprakla  rt lse bile oluşan Radon gazı toprağın gözeneklerinden geçerek havaya karışmakta, yaklaşık 4 gün içerisinde Polonyum'a ve aktif Kurşuna d n rebilmektedir.
- Bu nedenle k l yığınları çevreye radyoaktif madde yaymaktadır. Bacadan atılan maddelerin içerisinde en önemli olan radyoaktif madde Uranyum maddesidir.

Demir- elik sanayi ise Karabük-Zonguldak, Ereğli-Zonguldak ve  skenderun-Hatay'da toplanmıştır. Bunlarda Karabük demir- elik fabrikası 1939 yılında, Ereğli demir- elik fabrikası 1965 yılında ve  skenderun demir- elik fabrikası 1975 yılında üretime geçmiştir. Üretim tarihlerinden itibaren bu tesisler bulundukları merkezlerin hava kirliliğinde etkili olmaya başlamışlardır. Ayrıca bu merkezlerin nüfuslarını da arttırarak evsel ısınma kökenli hava kirliliğini de teşvik etmişlerdir. Bunların dışında 1923'den beri faaliyette olan Kırıkkale  elik fabrikası ve 1988'de üretime a ılmış olan Sivas demir- elik tesisleri, Bursa'da 1979'da üretime başlayan  elik fabrikası gibi endüstri kolları da ilgili şehirlerin hava kalitelerinin bozulmasında rol oynamışlardır.

Tablo 16 Türkiye’de Kirletici Potansiyeli Olan Endüstrilerden Atmosfere Bırakılan Emisyonlar (Ton/yıl) (Kaynak: UÇEP 1998)

Endüstri Kolu	SOX	PM	NOX	UOB
Çimento Sanayi		12.000	13.000	
Kâğıt Sanayi	900		64	77
Şeker Sanayi	4.600	270	700	34
İçki Sanayi				150
Demir-Çelik Sanayi	42.000	250.000	29.000	11.000
Ana Kimya Sanayi	10.000			6.000
Cam Sanayi			4.300	
Gübre Sanayi		30.000		
Boya Sanayi				1.550
Rafineri	58.000	20.000	7.800	12.500
Pamuklu Tekstil Sanayi		15.000		164.000
Yem Sanayi		1.700		
Demir Dışı Sanayi	29.000		360	120
Seramik Sanayi				130
Toplam	644.500	388.970	105.224	195.561

Ayrıca ülkemizde metalürji endüstrisinin dağılışına bağlı olarak da hava kirlenmesi görülebilmektedir. Özellikle bu alanda ferrokrom, bakır izabe, çin-kur ve alüminyum tesisleri gösterilebilir. Ferrokrom tesisleri Antalya ve Elazığ’da, bakır izabe tesisleri Maden, Göktaş ve Samsun’da, alüminyum tesisleri Konya-Seydişehir ve çin-kur tesisleri Kayseri’de toplanmıştır. Bahsedilen bu tesislerin ilgili merkezlerin hava kaliteleri üzerinde etkili oldukları bilinmektedir.

Hava kirliliğinde önemli etkisi olan bir diğer sanayi kolu ise petro-kimyadır. Petro-kimya sanayi daha çok İstanbul, Kocaeli, İzmir, Bursa, Sakarya, Batman, İçel, Kırıkkale ve Kırşehir gibi merkezlerin hava kalitesi üzerinde rol oynamaktadır. Çimento, cam ve seramik endüstri kolunda da özellikle çimento sanayinin atmosfere fazla miktarda partikül yaydığı bilinmektedir. Türkiye’de çimento fabrikası sayısı bir hayli fazladır. Bu tesisler İstanbul, İzmit, Balıkesir, Bursa, İzmir, Isparta, Antalya, Edirne, Kırklareli, Balıkesir, Afyonkarahisar, Eskişehir, Bolu, Zonguldak, Ordu, Trabzon, Çorum, Ankara, Sivas, Kayseri, Niğde, Yozgat, Konya, Nevşehir, İçel, Adana, Gaziantep, Şanlıurfa, Mardin, Siirt, Van, Elazığ, Erzurum,

Ağrı ve Kars, Van, Adıyaman, Diyarbakır gibi illerin merkezlerinde atmosferi birinci derecede kirleten kaynaklar arasındadırlar. Cam ve seramik endüstrisinin atmosferi kirlettiği şehirler ise İstanbul, İzmit, Mersin, Kırklareli-Lüleburgaz, Sinop, Bozüyük- Bilecik, Çanakkale- Çan dır.

Kimya sanayinin önemli kollarından biri olan gübre sanayi de hava kirliliğinde pay sahibidir. Kimya sanayinin dağılışına bağlı olarak Zonguldak-Karabük, İskenderun, Balıkesir-Bandırma, İzmit-Yarımca, Kütahya, Adana, Elazığ-Sivrice, Samsun-Tekkeköy, Bursa-Gemlik, Mersin ve İzmir-İzmirli'de havaya değişik kirleticiler karışmaktadır. Dokuma ve deri sanayinin bulunduğu İstanbul, Adana, İzmir, Manisa, Kayseri, Bursa, Malatya, İçel, Eskişehir, Konya-Ereğli, Denizli, Aydın-Nazilli, Erzincan, Antalya, İzmir- Bergama ve Manisa'da havaya çeşitli partikül ve gazlar karışmaktadır.

Gıda endüstrisi sektöründe ise şeker sanayi hava kirliliğinde daha fazla rol oynamaktadır. Türkiye'de 30'un üzerinde şeker fabrikası bulunmaktadır. Bunlar Kırklareli-Alpullu, Eskişehir, Adapazarı, Ankara, Konya, Konya-Ereğli, Konya-Çumra, Kayseri, Elazığ, Erzurum, Burdur, Kastamonu, Konya-İlgın, Ereğli, Muş, Samsun-Çarşamba, Van-Erciş, Uşak, Tokat-Turhal, Amasya-Suluova, Kütahya, Malatya, Erzincan, Balıkesir-Susurluk, Ankara, Afyonkarahisar, Niğde-Bor, Ağrı, K.Maraş-Elbistan, Afyonkarahisar, Çorum, Kars gibi merkezlerde toplanmışlardır. Ülkemizde şeker sanayinin bu kadar yaygın olması ve özellikle bu tesislerin baca boylarının kısa olması gibi sebeplerle lokal ölçekte önemli hava kirliliği meydana gelmektedir. Ayrıca bu tesislerin çoğunun eski olması ve bu gün şehirlerin gelişimiyle merkezlerinde kalmış olmaları, hava kirliliğindeki etkinliklerini daha da arttırmaktadır.

Ülkemizde kâğıt sanayinin dağılışına bağlı olarak da bir miktar hava kirliliği yaşanmaktadır. İzmit, Zonguldak-Çaycuma, Giresun-Aksu, Muğla-Dalaman, Afyonkarahisar-Çay, Balıkesir, Kastamonu-Taşköprü, İçel-Silifke-Taşucu selüloz ve kâğıt fabrikaları bulundukları merkezlerde hava kalitesini bozan endüstri kolları arasındadır.

Bütün bu değerlendirmelerden anlaşılacağı üzere ülkemizde endüstriden kaynaklanan hava kirliliği, genel olarak yanlış yer seçimi ve bu tesislerde yeterli teknik tedbirlerin alınmamasından kaynaklanmaktadır. Günümüzde özellikle yoğun sanayi bölgesi durumunda olan Marmara'nın doğu kesimi (İstanbul İzmit Sakarya arası),Güney Marmara'da Bursa yöresi, Karadeniz Bölgesi'nde Karadeniz Ereğlisi-Karabük arası, Bartın, Samsun, Murgul yöreleri, Akdeniz'de Adana-Tarsus-Mersin Bölgesi, İç Anadolu'da Kırıkkale, Ankara, Konya, Eskişehir ve Kayseri yöreleri; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep yöresi, endüstriyel kökenli hava kirliliğine büyük ölçüde maruz kalan alanlardır. Örneğin, DİE'nin verilerine göre sanayileşmiş ve sanayileşmemiş şehirlerin hava kaliteleri arasında özellikle yılın sıcak ve soğuk dönemlerine göre önemli farklılıklar görülmektedir. Soğuk dönemde hava kalitesi, bütün şehirlerde binaların ısıtılmasına bağlı olarak bozulmaktadır. Hâlbuki sıcak dönemde sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu yerlerde veya kirleticilik gücü yüksek olan tesislere bağlı olarak havada kükürt dioksit konsantrasyonu belli bir değeri korumaktadır. Sanayileşmemiş şehirlerde ise sıcak dönemde bu oran düşerek sıfırlanabilmektedir.

Ülkemizde endüstriyel kirliliğin en önemli kaynağını bu alanda kullanılan yakıtların her türlü kirleticileri oluşturmaktadır. Bu nedenle kullanılan yakıtın kalitesi ve miktarı, genellikle endüstriyel kuruluşların kirleticilik potansiyelini belirleyebilmektedir. Türkiye'nin enerji üretimi, enerji kaynaklarının sektörel dağılımı ve enerji kaynakları- çevresel ilişkileri, değerlendirmek gerekirse, Esasında Türkiye'de sanayi sektörüyle birlikte diğer bütün sektörlerin her geçen yıl enerji ihtiyaçları artmaktadır. Türkiye'nin brüt elektrik enerjisindeki üretim ve talep artışını da önemlidir. Türkiye'nin 1975'de brüt elektrik enerjisi üretimi, 15.622,8 GWh ve brüt talep 15.719 GWh iken, 2006'da brüt üretim 176.299,8 GWh'a ve brüt talep 174.637,3 GWh'a yükselmiştir. Yani bu süre içerisinde, brüt üretim ve talepte yaklaşık 11 kat bir artış meydana gelmiştir. Artan enerji ihtiyacının önemli bir kısmının fosil kaynaklardan sağlanması, hava kalitesini de olumsuz etkilemiştir. Ayrıca ülkemizdeki endüstri tesislerinin bacaları yüksek olmadığından, kirleticilik etkileri de daha çok yakın çevrelerinde olmaktadır. Yine aynı şekilde, Türkiye'nin ham petrol ihtiyacı, her geçen yıl artmaktadır (tablo 17). 1991 yılında 22 milyon ton civarında olan toplam ham petrol, 2000'de 24 milyon tona ulaşmıştır. Diğer fosil yakıtlar gibi ham petrol miktarındaki artışlar da Türkiye'nin hava kalitesinde olumsuz tesirler yaratmaktadır. Ayrıca, doğalgazda olduğu gibi petrolde de ihtiyacın %80-90'lık kısmı, ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

Tablo 17: Türkiye'nin Ham Petrol Arzı (Milyon Ton)

Yıllar	Yerli Üretim	İthal Edilen	Toplam Ham Petrol	Yerli Üretim Yüzdesi
1991	4,452	17,646	22,099	20,2
1992	4,281	19,321	23,602	18,1
1993	3,892	21,799	25,691	15,1
1994	3,686	21,188	24,874	14,8
1995	3,515	23,439	26,955	13,0
1996	3,499	23,040	26,539	13,2
1997	3,457	23,296	26,753	13,0
1998	3,223	23,890	27,114	11,9
1999	2,939	23,185	26,125	11,3
2000	2,749	21,651	24,401	11,3

Kaynak: TPAO Genel Müdürlüğü, 2000.

Türkiye'nin 2007 yılı itibarıyla enerji dengesi durumu değerlendirildiğinde, yine enerji kaynağı türü ve kullanım sektörü ilginç sonuçlar vermektedir. Bunlardan enerji kaynağının türüne göre, kirleticilik vasfı daha yüksek olan fosil yakıtlardan, petrol, doğalgaz ve taş

kömürünün elektrik enerjisinin ardından gelen önemli bir kullanımları vardır. Dolayısıyla Türkiye enerji dengesinde, fosil yakıtların önemli bir payları vardır. Bu durum, hava kalitesinin bozulmasının sebepleri arasında bulunmaktadır. Çeşitli enerji kaynaklarının, farklı sektörlerdeki kullanım miktarlarında ise elektrik enerjisi sanayi ve konut alanlarında birbirine yakın miktarlarda kullanılmaktadır. Fosil yakıtlardan, petrol birinci derecede ulaştırma sektöründe ve daha sonra, tarım, sanayi ve konut alanlarında tüketilmektedir. Taş kömürü daha ziyade, sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Linyit, konut ve sanayi sektöründe, Odun konut sektöründe, doğalgaz sanayi ve konut sektöründe en fazla tüketilmektedir. Kısacası, fosil yakıtlar daha çok, sanayi ve konut alanlarında kullanılmakta olup, yakıtın miktar ve kalitesi ise hava kalitesi üzerine yansımaktadır.

Türkiye’de birincil enerji ve elektrik enerjisi üretim ve tüketim değerlerine göre, daima termik enerji kaynağı birinci sırada görülmektedir (tablo 18). Hidrolik enerji kaynağı ikinci sırada olmakla beraber, termik kaynak gibi düzenli artış kaydedememektedir. Jeotermal ve rüzgâra dayalı üretim ise önemli gözükmemektedir. Birincil enerji kaynağı olarak, elektrik enerjisi üretiminde, termik kaynağın çok önde olması, fosil yakıtların kullanımını arttırmakta ve dolayısıyla hava kalitesi üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Temiz enerji kaynaklarından, jeotermal ve rüzgâr enerjisinin fazla kullanılamaması, yapabilecekleri olumlu çevresel etkiyi de kısıtlamaktadır. Bu durumda Türkiye’nin birincil enerji kaynaklarında temiz ve yenilenebilir özellikte olanların yer alması ve enerji üretim miktarlarının artırılması gerekmektedir.

Tablo 18:Türkiye’de Birincil Enerji ve Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimi (GWh)

	1996	1997	1998	1999	2000
TERMİK	54302,8	63396,9	8702,9	81661,0	94101,5
HİDROLİK	40475,2	39816,1	42229,0	34677,5	30930,4
RÜZGÂR			5,5	20,5	44,9
JEOTERMAL	83,7	82,8	85,0	80,9	84,1
İTHALAT	270,1	2492,3	3298,5	2330,3	3796,5
İHRACAT	343,1	271,0	298,2	285,3	412,7
TOPLAM ÜRETİM	94861,7	103295,8	111022,4	116439	125160,9
TOPLAM TÜKETİM	94788,2	105517,1	114022,7	118484,9	128544,7

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri

Ayrıca, yıllar itibarıyla Türkiye’nin toplam enerji tüketimi ve sektörel dağılımına göre bir değerlendirme yapıldığında; Türkiye’nin toplam enerji tüketimi 1970-2006 yılları arasında katlanarak artmıştır. 1970’de 35.711 (bin Tep) olan tüketim, 177.447 (bin Tep) ye yükselmiştir. Kısacası 36 yıllık süre içerisinde Türkiye’nin enerji tüketimi, 5 misli artmıştır. Tüketimin sektörel dağılımında ise 1970’de konut sektörünün tüketim oranı, %51,4’le

yarsından biraz fazlasını karşılamaktadır. Bunu,%24,5'lik oranla sanayi sektörü izlemektedir. Üçüncü sırada olan ulaşım sektörünün oranı ise %19,0 civarındadır. 1996'dan itibaren ise sanayi sektörünün enerji tüketimi, konut sektörünün önüne geçmektedir. 2006 yılı verilerine göre, birinci sırada olan sanayi sektörü, nihai enerji tüketiminin %39,9'una, konut sektörü ise ikinci sırada, %30,7'sine sahip gözükmemektedir. Ulaştırma sektörü de %19,3 oranıyla başlangıçtaki durumunu korumaktadır. Tarım sektörünün payı (%4,7) önemsiz gözükmemektedir. Böylece sektörel enerji tüketimi oranlarından anlaşıldığına göre, sanayi, konut ve ulaşım önde gelmekte olup, kullanılan enerji kaynağının da özelliğine bağlı olarak hava kalitesinin bozulmasında rol alabilmektedirler.

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme sürecinde olan ülkemiz doğal kaynaklar üzerinde baskı yaratmaktadır. AB sürecinde, çevre ve enerji alanında atık yönetimi, saha rehabilitasyonları, emisyonlar ve gürültü konularında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Ülkemizde, Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği ve Endüstriyel Tesislerden Kaynaklanan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği yürürlükte olup bu kapsamda yeni inşa edilen elektrik üretim santralleri, söz konusu yönetmeliklere göre yapılmakta ve santrallerden kaynaklanan emisyon değerleri düzenli olarak kontrol edilmektedir.

Türkiye'nin, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine katılmasının uygun bulunduğu dair 4990 Sayılı Kanun, Türkiye Büyük Millet Meclisi Genel Kurulunda 21 Ekim 2003 tarihinde kabul edilmiş ve 18 Aralık 2003 tarihinde sözleşmeye taraf olmuştur. İç Denetim Koordinasyon Kurulu (İDKK) Sekreteryası Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olup, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü ise "Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubunun koordinatörlüğünü üstlenmiştir.

Türkiye, 1997 yılında (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) BMİDÇS kapsamında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolüne 2009 yılı şubat ayında taraf olmuştur. Türkiye 2012 sonrasında, temiz kalkınma hedeflerini gerçekleştirmeye yardımcı olacak, dış finansman kaynakları ile desteklenmiş politikalar oluşturacak, Sözleşme ilkeleri çerçevesinde üzerine düşen sorumlulukları alacaktır.

Türkiye'de son dönemde gerçekleştirilmiş olan mevzuat düzenlemeleri özellikle elektrik tüketimi kaynaklı sera gazı salımlarının kontrolü anlamında önemli bir yere sahip olacaktır. Bunlar sırasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılması, enerjinin verimli ve tasarruflu tüketimi ve nükleer enerjinin elektrik üretimi yelpazesine dahil edilmesine yönelik düzenlemelerdir.

Türkiye'de enerji üretiminde çevreyi en çok kirleten fosil yakıtlardan olan kömürün konvansiyonel yakma sistemleriyle yakılmasının çevreye olan olumsuz etkileri bugüne kadar geliştirilmiş ve uygulanan yakma teknikleri ve baca gazı arıtma sistemleriyle azaltılmaya çalışılmış ve bunda da önemli ölçüde başarılı olunmuştur. Ancak son yıllarda çevreyi en az kirletecek teknolojiler uygulamaya konulurken diğer taraftan yüksek verimle çalışarak birim enerji üretiminde daha az yakıt tüketimiyle yakıt rezervlerinin en ekonomik şekilde kullanımını sağlayacak dolayısıyla daha az çevresel etkiyle enerji üretebilecek teknolojilerin geliştirmesi ve uygulamaya konulmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmektedir.

Türkiye’de elektrik üretim, iletim ve dağıtımından kaynaklanan kayıpların azalması emisyonları azaltacaktır. İletim kayıpları yaklaşık %2,5-3 civarında olup, dünya standartları içerisinde. Bununla beraber dağıtım kayıpları yüksektir. Kayıpların azaltılması için çalışılmakta olup, elektrik dağıtım faaliyetlerinin özelleştirilmesiyle kayıpların azaltılması hedeflenmektedir. Ülkemiz elektrik enerjisi sektöründeki dağıtım sistemindeki kayıp-kaçak oranı %15’ler civarındadır. Bu oran OECD ülkelerinde ortalama %4, Dünyada ise %6 civarındadır.

Dünya ülkelerinin 2007-2008 yılları itibarıyla petrol ve doğalgaz tüketimi içerisinde Türkiye’nin yerine bakıldığında, orta sıralarda bir yerde bulunduğu anlaşılır. Türkiye’nin 2007 yılında ham petrol tüketimi 30,5 10⁶ ton ve 2008 yılı tüketimi de 32,3 10⁶ ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye söz konusu tüketim miktarları itibarıyla, her iki yılda da dünya ülkeleri arasında 26. sıraya yerleşmiştir. Doğalgazda ise 2007 yılında 31,6 10⁶ ton petrol eşdeğeri tüketimle 22. sırada yer alırken, 2008’de 32,4 10⁶ ton petrol eşdeğeri tüketimle 23. sıraya oturmuştur. Esasında Türkiye’nin son yıllarda doğalgaz ve ham petrol tüketim miktarları arasın da önemli fark bulunmamaktadır. Her ikisi de fosil enerji kaynağı olan bu yakıtlardan, doğalgazın atmosferi kirleticilik gücü daha azdır. Dolayısıyla, yakın miktarlarda tüketilmelerine rağmen, kullandıkları çeşitli sektörler aracılığı ile petrol, doğalgaza oranla bulunduğu yerin hava kalitesini, daha fazla bozmaktadır.

2007 yılında Türkiye’nin toplam birincil enerji tüketimi, 106 milyon Ton Petrol Eşdeğeri (TEP) olarak gerçekleşmiştir. Enerji tüketiminde kömür %28 gibi önemli bir paya sahiptir. Linyit, ısı değeri düşük, barındırdığı kül ve nem miktarı fazla olduğu için kömür sıralamasında en alt sırada yer alan ve genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir. Buna rağmen yer kabuğunda bolca bulunduğu için sıklıkla kullanılan bir enerji hammaddesidir. Taşkömürü ise yüksek kalorili kömürler grubundadır. Yerli kaynak potansiyelimizin 10,4 milyar tonunu linyit, 1,33 milyar tonunu taşkömürü oluşturmaktadır.

Türkiye linyit rezervleri açısından zengin sayılabilir; toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6’sı Türkiye’de bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerin büyük kısmının ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır. 2007 yılında yapılan 31,6 milyon ton toplam kömür satışının, %79’u termik santrallere, %21 ise ısınma ve sanayiye olmuştur. Türkiye’de linyite dayalı termik santrallerin kurulu gücü 6.549 MW olup toplam kurulu gücün %28’ine karşılık gelmektedir. Taşkömürüne dayalı termik santrallerin kurulu gücü 300 MW olup toplam kurulu gücün %8’ine karşılık gelmektedir.

2005 yılından itibaren Türkiye’de enerji üretiminde yerli kaynaklara önem verilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması bağlamında sanayileşme ve nüfus artışına koşut olarak artan enerji talebinin karşılanması amacıyla; yeni kömür sahalarının bulunması ve bilinen sahaların geliştirilmesi çalışmalarına hız verilmiştir. Aramaların sonucunda 8,1 milyar ton olan mevcut rezerve ilave olarak 2,3 milyar ton yeni kömür rezervi ortaya çıkartılmıştır. Bu alandaki çalışmalar devam etmekte olup, kömür rezervlerinin daha da artması beklenmektedir.

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, özellikle hızlı sanayileşme ile artan çevre

kirliliği, nispeten temiz bir yakıt olan doğal gaz talebini yükseltmiştir. Türkiye’de, petrol, doğal gaz ve kömürden oluşan fosil yakıtlar, en temel enerji arzında ağırlıklı payını koruyacak ve 2030 yılına kadar olan dönemde toplam talep artışının %84’lük bölümü bu kaynaklardan karşılanacaktır. Petrol birincil enerji arzında en fazla paya sahip kaynak olma niteliğini sürdürecektir.

Türkiye’de birincil enerji arzının ağırlıklı bileşenleri olan fosil kaynaklara yönelik yatırım gereksinimi incelendiğinde, petrol, doğal gaz ve kömür sektörlerinin toplam enerji yatırımları içerisindeki paylarının sırasıyla %24, %19 ve %3 olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir.

Uygulamalar

- 1)** Türkiye’de sanayi alanında kullanılan yakıt türlerini incelemek

Uygulama Soruları

- 1) Bulunduğunuz şehirde doğalgaz kullanımı hangi tarihten itibaren başladı? Araştırınız.
- 2) Tşrkiye’de sanayi alanında hangi yakıt tşrleri kullanılmaktadır? Bilgi edininiz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye’de evsel ısınmada ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar içerisinde linyit kömürlerinin payı fazladır. Hava kalitesinin korunması yönetmeliğinde kömür içerisinde %0,4 oranında kükürde izin verilmektedir. Hâlbuki, Türkiye’deki linyitlerin ortalama kükürt oranı, %1,0-7,6 arasında değişmektedir Kül ve kükürt oranı yüksek olan linyitlerin, herhangi bir işlemten geçirilmeden, gerek evsel ısınmada gerekse endüstri alanında kullanılması, hava kalitesinde arzulanan standardın sağlanmasını engellemektedir.

Türkiye’de endüstrileşme ve buna bağlı olarak endüstri tesislerinin hava kirliliği sorunda yer almaya başlamaları 1930’lu yıllara dayanmakla birlikte, sanayi hamlesine paralel bir biçimde 1950’den sonra hız kazanmış, 1960’dan itibaren de hızını arttırarak devam etmiştir. Özellikle planlı kalkınma dönemine girildikten sonra sanayinin daha çok büyük sanayiye doğru kayması ve iş gücündeki önemli artışlarla birlikte Türkiye’nin sanayi alanında önemli adımlar atmış olduğunu göstermektedir. Türkiye’de petrol rafinerileri, petro-kimya entegre tesisleri, Kimya sanayi ve zirai mücadele ilaçları, Enerji üretimi (termik santraller), selüloz ve kâğıt sanayi, demir-çelik sanayideki çimento sanayi, gübre sanayi, şeker sanayi, deri sanayi, taş-toprak sanayi, tekstil sanayi, lastik sanayi gibi sanayi kollarının kirletici güçleri yüksek olduğundan, hava kirliliğinde önemli rol oynamaktadırlar.

Bu bölümde, Türkiye hava kalitesi üzerinde etkili olan yakıt ve endüstriyel faaliyetler incelenmiş, bölgesel farklılıklar belirlenmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de evsel ısınmada ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar içerisinde linyit kömürlerinin payı fazladır.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Avrupa’da en fazla kükürt emisyonuna sebep olan 100 tesis arasında Türkiye’nin de Afşin- Elbistan, Yeniköy, Seyitömer, Yatağan, Kangal ve Soma gibi termik santralleri de yer almaktadır

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de sanayi faaliyetlerinin coğrafi bölgeler ve yöreler arasında eşitsiz dağılışına bakarak, hava kirliliğine daha çok yoğunlaştıkları bölgelerde sebep oldukları varsayımından hareketle; Ege Bölgesi birinci sırada, İç Anadolu Bölgesi ikinci sırada bulunmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Türkiye’de günümüzde doğal gaz kullanımının sektörlere göre dağılımı esas alındığında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

a) Sanayi ikinci sıradadır

b) Elektrik ikinci sıradadır

c) Sanayi dördüncü sıradadır

d) Elektrik birinci sıradadır

e) Konut üçüncü sıradadır.

5) Türkiye’de kâğıt sanayinin dağılışına bağlı olarak da bir miktar hava kirliliği yaşanmaktadır. Aşağıda verilen yerlerden hangisinde kâğıt sanayine bağlı hava kirliliği yaşanmaz?

a) Zonguldak-Çaycuma

b) Giresun-Aksu

c) Adana-Kozan

d) Muğla-Dalaman

e) Afyonkarahisar-Çay

6) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Termik santrallerin oluşturduğu hava kirliliği sadece havayı soluyan canlılarda değil, orman ve geniş tarım arazilerinde de olumsuz etkiler yapmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Gıda endüstrisi sektöründe, un sanayi hava kirliliğinde daha fazla rol oynamaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Hava kirliliğinde etkili olan Demir-çelik sanayi Türkiye’de; Karabük, Ereğli-Zonguldak ve İskenderun-Hatay’da toplanmıştır.

9) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Gübre sanayi, şeker sanayi, deri sanayi, taş-toprak sanayi, tekstil sanayi, lastik sanayi gibi sanayi kolları hava kirliliğinde daha az rol alırlar.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de evsel ısınmada ve enerji üretiminde kullanılan yakıtlar içerisinde linyit kömürlerinin payı daha azdır.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)d, 5)c, 6)a, 7)b, 8)a, 9)b, 10)b

4. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİNİ ETKİLEYEN FİZİKİ COĞRAFYA FAKTÖRLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

4.1. İklim

4.1.1. Hava Kütleleri Ve Basınç Şartları

4.1.2. Sıcaklık Şartları

4.1.3. Nem

4.1.4. Bulutluluk Ve Sisli Günler

4.1.5. Yağış

4.1.6. Basınç Ve Rüzgârlar

4.2. Topoğrafik Şartlar

4.2.1. Topografyanın Şekli

4.2.2. Yükseklik

4.2.3. Bakı

4.3. Bitki Örtüsü

4.3.1. Orman Formasyonu

4.3.2. Ağaçlık Ya da Çalı Topluluğu

4.3.3. Step Formasyonu

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye'nin yazma dönemindeki sıcaklık koşullarını coğrafi bölgelere göre araştırınız.
- 2) Türkiye'de kış döneminde yüksek basınç koşulları hava kalitesini ne şekilde etkilemektedir?
- 3) Türkiye'de olumsuz topografik koşullardan etkilenen kentleri araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye’de İklim-Hava Kalitesi İlişkileri	Türkiye’nin yanma dönemine denk gelen sıcaklık, basınç-rüzgârlar, nem-yağış, hava kütleleri gibi iklim elemanlarının hava kalitesindeki etkilerini belirlemek	Türkiye’de iklim-hava kalitesi ilişkileri öğrenme
Türkiye’de Topografya-Hava Kalitesi İlişkileri	Türkiye’de topoğrafik unsurların hava kalitesi üzerindeki olumlu veya olumsuz tesirlerini saptamak	Türkiye’de topoğrafik unsurların hava kalitesi üzerindeki etkisini öğrenmek.
Türkiye’de Doğal Bitki Örtüsü-Hava Kalitesi İlişkileri	Türkiye’de formasyonlara dayalı olarak doğal bitki örtüsünün hava kalitesi üzerindeki olumlu tesirlerini algılamak	Türkiye’de doğal bitki örtüsü-hava kalitesi üzerindeki olumlu tesirlerini algılamak

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- İklim
- Topografya
- Doğal bitki örtüsü

Giriş

Türkiye’de hava kirliliğini doğuran en önemli kaynağın evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar olması bakımından, daha çok yanma dönemini içine alan soğuk dönemin iklimik şartlarının bilinmesi gerekir. Bu dönemde özellikle düşük sıcaklıklar, yüksek basınç şartları ve inversiyon (ısı terselmesi) gibi olumsuz klimatolojik olaylar, hava kirlenmesi üzerindeki etkilerini arttırmırlar.

Yerleşim merkezlerinin kurulduğu yerlerin topografik özellikleri, oradaki hava kalitesini olumlu ya da olumsuz şekillerde etkileyebilmektedir. Bu etki daha çok hava kirliliğinin konsantrasyonu ve yerleşim merkezi üzerinde kalış süresi şeklinde olabilmektedir. Bu açıdan topografyanın şekli, yükselti ve bakı gibi özellikler, hava kirliliğini etkileyen en önemli faktörler grubu olarak değerlendirilmektedir.

Bitki örtüsünün havanın temizlenmesi üzerindeki olumlu rolü, vejetasyonun sıklık ve gürlük gibi özellikleriyle çok yakından ilişkilidir. Bu bakımdan en olumlu etkiyi gür ormanların, en az etkiyi de cılız steplerin yapması beklenmektedir. Bu ilişkiden hareketle, Türkiye’de vejetasyon formasyonlarının dağılışılarıyla bağlantılı olarak atmosferi temizleyici etkileri ortaya konabilir.

Bu bölümde, Türkiye’nin fiziki ortam koşulları ile hava kalitesi arasındaki bağlantılar araştırılarak, bölgesel farklılıklar belirlenecektir.

4.1. İklim

Hava kirliliğini etkileyen en önemli fiziksel faktörler arasında bulunan iklimik şartlar, uygun olmadığı ölçülerde atmosfer kirliliğini daha da arttırmakta, ya da kirli havanın etrafa yayılmasına neden olmaktadır. Uygunluğu ölçüsünde ise hava kirliliğinin doğal yollardan giderilmesinde ve uzaklaştırılmasında etkili olmaktadır. Yani iklimin hava kirliliğine olan etkisi olumlu ve olumsuz olmak üzere iki yönlüdür. Ancak, Türkiye’de hava kirliliğini doğuran en önemli kaynağın evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar olması bakımından, daha çok yanma dönemini içine alan soğuk dönemin arzettiği iklimik şartların bilinmesi gerekir. Yanma döneminin dışında kalan sürede ise iklim şartlarının atmosfer kirlenmesinde önemli bir etkisi olmadığı gibi kirlilik konsantrasyonu da çok düşüktür. Bu nedenle Türkiye’de hava kirliliğinin iklim şartları ile olan ilişkileri araştırılırken, daha çok yılın soğuk devresi dikkate alınacaktır. Bu dönemde özellikle düşük sıcaklıklar, yüksek basınç şartları ve inversiyon (ısı terselmesi) gibi olumsuz klimatolojik olaylar, hava kirlenmesi üzerindeki etkilerini arttırmırlar.

Türkiye’de iklim şartları ile hava kirliliği arasındaki bağlantılar araştırılırken, bütünüyle klimatolojik olayların ve iklim elemanlarının yıllık seyri üzerinde birinci derecede belirleyici olan basınç şartları ve hava kütlelerinin öncelikle dikkate alınmaları gerekir.

4.1.1. Hava Kütleleri ve Basınç Şartları

Bilindiği gibi Türkiye ve yakın çevresi, soğuk devrenin önemli bir bölümünü oluşturan kış mevsiminde kuzeybatıdan gelen okyanusal kutbi (mp) hava kütlelerinin etkisinde kalmaktadır. Zaman zaman da kuzey ve kuzeydoğudan sokulan kontinental kutbi (cp) hava kütleleri etkili olmaktadır. Ayrıca soğuk devrede Akdeniz güneyinde bulunan tropikal hava kütleleri (mT, cT) ile kutbi hava kütleleri (mp, cp) nin sınırları Türkiye üzerinden geçmektedir. Bu dönemde ülkemizin güneyinde aralık ayı başlarından itibaren bir alçak basınç alanı oluşmakta ve kuzeydoğuya doğru artarak kuzeydoğudaki yüksek basınç alanına ulaşmaktadır. Güneydeki alçak basınç alanı etkinliğini İlkbahar ortalarına kadar sürdürmektedir. Bu sırada üst tabakalardaki hava akımları yaklaşık 10-15 m/sec kadar bir hızla WSW-ENE doğrultularını izlemektedir. Ayrıca Karadeniz üzerindeki bir başka alçak basınç alanı, belirtilen akım hatlarında bazen değişimlere neden olabilmektedir.

Türkiye’de genel olarak ekim-mayıs arası dönemde Akdeniz Havzası’na ulaşan hava kütlelerine bağlı olan cephe sistemleri, alçak ve yüksek basınç şartları hava olaylarını ve iklim elemanlarını yönlendirir. Bu dönemde Türkiye’nin batısı ve kıyı bölgeleri genel olarak yağışlı-rüzgârlı ve ılık devrelerle serin-soğuk ve yağışsız devreleri peş peşe yaşamaktadır. Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri ise kış döneminde kuzeydoğudan kaynaklanan soğuk bir hava kütlesinin (cp) etkisi altındadır. Dolayısıyla iç bölgeler genellikle yüksek basınç rejiminin egemenliğindedir. Bu durumda batıdan gelen alçak basınç merkezleri çoğunlukla iç bölgelere sokulamazlar. Bu şartlar kış döneminde iç bölgelerimizde yağış azlığına neden olmaktadır. Çok soğuk olan kontinental polar hava kütlesinin egemenliği sırasında ülkemizde Akdeniz kıyıları dışında en düşük hava sıcaklıkları 0°C’ nin altında gerçekleşmektedir.

Kışın Türkiye’yi etkileyen maritim polar (mp) hava kütlesi ise Balkanlar ve Ege

Denizi üzerinden geçerek gelir. Bu hava kütlesi Karadeniz kıyılarına ulaştığında deniz üzerinden geçerek kararsızlığı artar ve orografik yükselme ile de bol miktarda yağışlara sebep olur. Hâlbuki aynı hava kütlesi karadan Anadolu'ya sokulduğunda ya kararlı hâle geçer veya Ege ve Akdeniz kıyıları dışında etkili kar yağışlarına neden olur. Ancak bu hava kütlesi Akdeniz Havzası'nda bekler ve bir takım değişikliklere uğrarsa, kararsız hâle geçerek batı ve güney kıyılarımızda güçlü orografik yağışları meydana getirir. Soğuk dönemde kontinental tropikal (cT) hava kütlesi ise etkin sıcak cephe oluşumlarına yol açarak bazen bu cephe boyunca bol yağışlara ve orajlara neden olmaktadır.

Akdeniz Havzası'nda kış döneminde etkili olan polar cephe (Akdeniz cephesi) batı rüzgâr sistemine bağlı olarak mayıstan itibaren kuzey enlemlere doğru çekilmeye başlar, mayıs ayından başlayarak Türkiye tropikal hava kütlelerinin etki alanında kalır. Bu durumda cephe oluşum şartları ortadan kalkmış olur. Ancak, Karadeniz Bölgesi ve Kuzeydoğu Anadolu, kuzey-kuzeybatıdan gelerek Karadeniz üzerinden geçen depresyonların etkisiyle yaz yağışları alabilmektedir. Yaz döneminde kuzey ve kuzeybatıdan gelen hava kütleleri güneye doğru ilerleyerek alttan ısınır ve bağıl nemliliği gittikçe azalır. Dolayısıyla yaz yağışlarına imkân vermez. Bu dönemde kontinental tropikal hava kütlesi Anadolu'da kuzey Ege ve Balkanlardan sokulan kuzey sektörlü hava akımları ile karşılaşır, sıcaklık yükselir ve yağış kaydedilmez. Yaz dönemini karakterize eden bu şartlar ekim ayına kadar devam eder.

Böylece oluşum merkezleri ve özelliklerine göre birbirinden çok farklı olan hava kütleleri Türkiye'yi mevsimlere göre farklı biçimlerde etkilemektedir. Yani ülkemiz hava kütlelerinin mevsimlik değişimine göre bir geçiş kuşağındadır. Bu durum ise ülkemizin iklim özelliklerini belirleyen en önemli özelliktir.

Anlaşıldığı gibi Türkiye bütünüyle kış devresinde kutbi ve tropikal hava kütlelerinin etkisinde bulunmaktadır. Ancak bunlardan kontinental polar hava kütlesi daha çok Doğu ve İç Anadolu Bölgelerini etkilediğinden, buraları aynı zamanda yüksek basınç merkezleri durumundadırlar. Dolayısıyla kuru ve soğuk olan bu hava kütlesi, adı geçen bölgelerde havanın fazlasıyla soğumasına, kararlılığa ve sonuçta sıcaklık terselmesine yol açarlar. Bu durum ise hava kirliliği açısından en kötü iklimik şartları ifade etmektedir. Hakîm hava kütlelerine bağlı olarak oluşan yüksek basınç durumu, İlkbahar başlarına kadar etkisini sürdürdüğünden, Türkiye'de hava kütlelerinin ve yüksek basıncın olumsuzluğunu daha çok iç bölgelerimiz yaşamaktadır. Hâlbuki kış döneminde kıyı bölgelerimizde alçak basınç alanları hakîmdir ve hava kararsızdır. Buralarda havanın kararsızlığı ve sıcaklığın fazla düşmemesi inversiyon olayını engellemekte ve dolayısıyla hava kalitesi üzerinde olumlu etki yaratmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de hava kütlelerine ve basınç şartlarına bağlı olarak soğuk devrede hava kirliliği Doğu ve İç Ana dolu bölgeleri başta olmak üzere iç kesimlerde beklenmektedir.

Maritim polar hava kütlesi ise Karadeniz'i geçerek geliyorsa, Bu bölgenin kıyılarına bol yağış bırakır ve havanın bir ölçüde temizlenmesine yardımcı olur. Karadan Anadolu'ya sokuluyorsa, kararlı hâle geçerek kirli havanın yığılmasına sebep olur. Ya da aynı hava kütlesi Ege ve Akdeniz kıyılarının dışındaki yerlerde etkili kar yağışlarına imkân hazırlayarak bir

müddet sonra sıcaklığın eksilmesine ve yerden ısı kaybı nedeniyle de sıcaklık terselmesine yol açarak olumsuz tesirde bulunur. Yani Ege ve Akdeniz kıyıları dışında ülkemizdeki hava kirliliğinde risk faktörü olabilmektedir.

Mayıs ayından itibaren Türkiye'yi terk eden polar cepheden sonra tropikal hava kütlelerinin egemenliği söz konusu olmaktadır. Bu dönemde Karadeniz kıyıları ve Kuzeydoğu Anadolu dışında Türkiye bütünüyle sıcak ve kuru bir havanın etkisine girmiş olur. Böylece mayıs-ekim arasında bulunan yaz devresinde hüküm süren hava kütlelerinin hava kalitesini olumsuz yönde etkilemeleri de söz konusu değildir. İç bölgelerdeki yüksek basınç alanları da bu devrede havzaların ısınmasıyla yerlerini alçak basınç merkezlerine terk ettiklerinden, kış döneminde görülen olumsuz iklimik koşullar silinmiş olur. Zaten sıcaklık değerlerinin artmasıyla da sıcak dönem yanma döneminin dışında kalmaktadır. Böylece bu dönemde evsel ısınmadan kaynaklanan hava kirliliği ya çok azalmış veya tamamen silinmiş durumdadır.

4.1. 2. Sıcaklık Şartları

Bilindiği gibi iklim elemanlarından sıcaklık ile hava kirliliği arasında çok sıkı bağlantılar vardır. Bu bakımdan özellikle yıllık ve günlük sıcaklık salınımları ile yanma dönemi içersindeki maksimum ve minimum sıcaklıklar, sıcaklığın 0°C'nin altına indiği günler sayısı çok önemlidir. Çünkü hava sıcaklığı binalarda yanan ısıtıcıların yanma derecelerini ve sürelerini belirleyerek, doğrudan kullanılan yakıt miktarına tesir etmekte, dolayısıyla hava kirliliğinde rol almaktadır. Ülkemize hava sıcaklığının 18 °C'nin altına düştüğü mevsimden itibaren yanma olayı başlamaktadır. Bu nedenle 18 °C'lik sıcaklık yanma açısından bir eşik değer durumundadır. Bu nedenle yanma dönemini belirleyen 18°C'nin altındaki mevsimlik ve günlük sıcaklıklar son derece önemlidir.

Türkiye sıcak kuşağın hemen kenarında ve sıcak-ılıman olarak adlandırılabilen bir termik kuşakta yer almaktadır. Türkiye'de gerçek yıllık ortalama sıcaklıkların dağılışlarına bakıldığında, coğrafi enlem, kontinentalite, deniz ve kara dağılışı ile yükselti gibi faktörlerin fazlasıyla etkili olduğu görülür. Gerçektende ortalama sıcaklıklar Anadolu'nun iç kısımlarında orografik kütlelerle ayrılmış alçak kıyı bölgelerinde iç kısımlardan daha fazladır. Kıyı kuşağında da en yüksek değerlere Akdeniz kıyılarında ulaşır. Onu sırayla Ege, Doğu Karadeniz ve Marmara kıyıları izler. İç kısımlara geçildiğinde yıllık sıcaklıklarda ani bir düşme görülür. Bu düşüş daha yüksek ve daha karasal olan Doğu Anadolu'ya geçildiğinde daha da belirginleşir. Böylece Anadolu'nun iç kısımlarında 8- 12°C' ler arasında oynayan ortalama sıcaklıklar, Erzurum ve Kars platolarında 4°C'nin altına kadar inebilmektedir. Bu değerler, Anadolu'nun iç kısımlarında özellikle de Doğu Anadolu Bölgesi'nde kış döneminde sıcaklıkların fazlasıyla düştüğünü göstermektedir. Kıyı kesimlerinde ise kış sıcaklıkları daha yüksek olduğundan yıllık ortalama sıcaklıklarda iç kesimlerden daha büyük olmaktadır. Bu duruma göre, başta Doğu Anadolu olmak üzere Anadolu'nun iç kısımları düşük sıcaklık ortalamalarına sahip olduklarından yanma süresi daha uzun ve daha sürekli. Hâlbuki başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere kıyı bölgelerimiz kışın da mülayim şartlar gösterdiklerinden, yanma süreleri daha kısa ve süresizdir. Buradan hareketle, yıllık ortalama sıcaklıklar iç kesimlerde ısınma amaçlı daha fazla yakıt tüketildiğini ve dolayısıyla buralarda yanma süresi

içerisinde hava kirliliği konsantrasyonun yükselebileceğini göstermektedir. Kıyı kesimlerinde ise ısınma için daha az yakıt kullanılacağından havaya gönderilen kirleticilerin miktarı da iç bölgelere göre daha düşük kalacaktır.

Ancak, şunu da belirtmek gerekir ki, yıllık ortalama sıcaklık, genel bir fikir vermekten öteye geçmez. Bu bakımdan özellikle aylık ortalama sıcaklıklara bakarak, yanma döneminin hangi aylara ve dolayısıyla hangi mevsimleri kapladığı anlaşılabilir. Dolayısıyla buradan da yaklaşık olarak yanma süresi kestirilebilir.

Aylık ortalama sıcaklıklar esas alındığında Marmara Bölgesi'nde yanma dönemi ekim ayından itibaren başlamakta, haziran ayına kadar sürmektedir. Yani, ekim-mayıs arası, 8 aylık bir süreyi kapsamaktadır. Karadeniz kıyılarında ise bu süre eylül-mayıs arası 8-9 aylık süreyi içine almaktadır. Bölgenin iç kesimlerinde yanma süresi uzayarak 10 ayı bulmaktadır. Ege kıyılarında genellikle ekimden nisan ya da mayısa kadar olan 6-7 aylık sürede yanma olayı gerçekleşmekte İç Batı Anadolu'da ise bu süre uzayarak, 10 ayı bulmaktadır (eylül-haziran dönemi).

Akdeniz kıyıları, aylık ortalama sıcaklıklar bakımından en avantajlı bölge olarak gözükmektedir. Buralarda yanma dönemi genellikle kasım-nisan arası devrede 6 ay civarında kalmaktadır ve Türkiye genelinde en kısa süre burada görülmektedir. Ancak, bölgenin iç kesimlerinde özellikle göller yöresinde yanma dönemi uzamakta ve 7-8 ayı bulmaktadır.

İç bölgelerde ise bir taraftan denizden uzaklaşma, diğer taraftan yükselti kazanma gibi sebeplerle aylık ortalama sıcaklıklar düşmekte ve kıyı bölgelerine nazaran yanma dönemi uzamaktadır. Bunlardan özellikle Doğu Anadolu Bölgesi karasal şartları daha şiddetli yaşadığından Türkiye genelinde yanma süresinin de uzun olduğu bölgelerden biridir. Burada yanma dönemi genellikle 7-9 ay arasında değişmektedir. Havza tabanları, çukur alanlar sıcaklık şartları açısından daha uygun olduğundan, buralarda yanma süresi daha kısa, 7-8 ay civarında oynamaktadır. Ancak, yüksek kesimlerde özellikle kuzeydoğuda 9 ayı bulmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi'nde yanma süresi 9 ay civarındadır. Özellikle bölgenin doğu yarısında Yozgat ve Sivas çevresinde yanma süresi uzamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise yanma süresi diğer iki iç bölgeye göre daha kısa kalmaktadır. Bu bölgede yanma süresi genellikle ekim ya da kasımdan başlayarak, nisan ayını içine almaktadır (6-7 ay). Bu yönüyle daha çok iç bölgelerden ziyade kıyı bölgelerinin özelliklerini göstermektedir.

Ancak, aylık ortalama sıcaklıklara göre tespit edilen yanma süresi tam gerçeği de yansıtmamaktadır. Çünkü bu aylık ortalamalar içerisindeki, günlerin bazılarının ortalama sıcaklıkları, yanma sıcaklığının üzerinde kalabilmektedir. Dolayısıyla bu gibi günlerin yanma döneminin dışında kalması gerekmektedir. Bu bakımdan özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimindeki aylar çok önemlidir. Özellikle yanma süresinin başlangıcı ve bitimindeki aylar, bütünüyle yanma süresi içerisinde kalmamaktadır. Dolayısıyla yanma dönemini gerçek anlamda saptayabilmek için, günlük ortalama sıcaklıklara da bakmak gerekir.

Türkiye genelinde günlük ortalama sıcaklıklar dikkate alınarak hesaplama

yapıldığında, yanma süresinin biraz daha kısaldığı görülür. Örneğin Karadeniz kıyılarında aylık ortalama sıcaklıklara göre 9 aylık bir yanma gözükmektedir. Hâlbuki günlük ortalama sıcaklıklar hesaba katıldığında bu süre eylül sonları, ekim başları gibi başlamakta, mayısın son haftasına kadar sürmektedir. Dolayısıyla bu süre 1-1,5 ay kadar kısalarak 7,5- 8 aya inmektedir. Marmara kıyılarında da yine bu süre günlük ortalamalara göre 20-30 gün civarında kısalmakta ve 7 aya inmektedir. Akdeniz ve Ege kıyılarında ise günlük ortalama sıcaklıkların yanma dönemine yansımaları diğer bölgelere göre daha önemsiz kalmaktadır. Buralarda günlük ortalamalara göre yanma dönemi 5-10 gün civarında daha kısalmaktadır.

İç bölgelerde ise Doğu Anadolu’da genellikle 15-20 gün civarında yanma dönemi daha da uzamaktadır. İç Anadolu’da da günlük ortalama sıcaklıklara göre yanma süresi 5-10 gün civarında uzamakta ya da kısalmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde aylık ortalamalara göre ekim ve mayıs ayları yanma döneminin dışında gözükmektedir. Hâlbuki günlük ortalama sıcaklıklar burada yanmanın genellikle ekim ortalarında başladığını ve mayıs ayının da ilk haftasını içine aldığını göstermektedir. Dolayısıyla bu bölgede günlük ortalama sıcaklıklara göre yanma dönemi 1 ay civarında uzayarak, 7-8 aya yükselmektedir.

Tablo 19: Coğrafi Bölgelere Göre Seçilmiş Bazı İstasyonların Yanma Süreleri

Marmara Bölgesi	$^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Göztepe	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	10	0	0	0	0	10	30	31	202
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	26	0	0	0	4	31	30	31	243
Edirne	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	27	0	0	0	0	0	21	30	31	200
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	17	0	0	0	6	31	30	31	236
İzmit	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	28	0	0	0	0	0	9	30	31	189
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	19	0	0	0	0	28	30	31	229
Balıkesir	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	28	0	0	0	0	0	12	30	31	192
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	18	0	0	0	0	28	30	31	228
Çanakkale	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	29	0	0	0	0	0	13	30	31	174
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	19	0	0	0	2	31	30	31	233
Karadeniz Bölgesi														
Zonguldak	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	15	0	0	0	0	14	30	31	211
	$18^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	30	4	0	0	10	31	30	31	257
Samsun	$15^{\circ}\text{C} \geq$ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	13	0	0	0	0	0	30	31	195

	18 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	30	0	0	0	2	31	30	31	245
Rize	15°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	10	0	0	0	0	9	30	31	201
	18 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	30	0	0	0	5	31	30	31	248
Gümüşhane	15°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	22	0	0	0	4	31	30	31	239
	18 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	25	0	0	23	31	30	31	292
Ege Bölgesi														
İzmir	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	16	0	0	0	0	0	0	14	31	152
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	29	0	0	0	0	0	12	30	31	193
Afyon	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	16	0	0	0	1	30	30	31	229
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	9	0	0	16	31	30	31	269
Muğla	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	28	0	0	0	0	0	12	30	31	192
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	18	0	0	0	0	27	30	31	227
Marmaris	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	3	0	0	0	0	0	0	10	31	135
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	28	0	0	0	0	0	8	30	31	188
Akdeniz Bölgesi														
Antalya	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	2	0	0	0	0	0	0	11	31	135
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	0	0	0	0	0	4	30	31	186
Adana	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	29	0	0	0	0	0	0	0	11	31	131
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	23	0	0	0	0	0	0	26	31	171
Isparta	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	17	0	0	0	0	27	30	31	226
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	0	0	0	9	31	30	31	253
Kilis	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	22	0	0	0	0	0	0	27	31	171
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	0	0	0	0	0	9	30	31	191
İç Anadolu Bölgesi														
Eskişehir	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	16	0	0	0	3	31	30	31	232
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	9	0	0	23	31	30	31	276

Konya	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	7	0	0	0	0	0	30	30	31	219
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	1	0	0	0	14	31	30	31	259
Sivas	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	0	0	0	0	14	31	30	31	258
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	25	0	0	0	28	31	30	31	297
Ankara	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	8	0	0	0	0	0	29	30	31	219
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	0	0	0	0	15	31	30	31	259
Doğu Anadolu Böl.															
Hakkâri	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	19	0	0	0	0	0	28	30	31	229
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	10	0	0	0	11	31	30	31	265
Malatya	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	29	0	0	0	0	0	0	13	30	31	194
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	18	0	0	0	0	0	26	30	31	226
Erzurum	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	17	0	0	0	15	31	30	31	276
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	31	30	7	0	0	28	31	30	31	309
Iğdır	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	0	0	0	0	0	0	28	30	31	210
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	15	0	0	0	0	20	31	30	31	248
Muş	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31											91
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31											91
Güneydoğu Anadolu Bölgesi															
Diyarbakır	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	23	0	0	0	0	0	0	8	30	31	183
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	6	0	0	0	0	0	17	30	31	205
Adıyaman	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	24	0	0	0	0	0	0	0	30	31	176
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	6	0	0	0	0	0	10	30	31	198
Gaziantep	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	28	0	0	0	0	0	0	14	30	31	194
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	16	0	0	0	0	0	27	30	31	225
Siirt	15 °c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	24	0	0	0	0	0	0	6	30	31	182
	18°c ≥ olduğu günler sayısı	31	29	31	30	11	0	0	0	0	0	19	30	31	212

Sonuçta genel olarak günlük ortalama sıcaklıklar esas alınarak tespit edilen yanma süresi, kıyı bölgelerinde ve İç Anadolu'nun doğu yarısında aylık ortalamalardan daha kısa, diğer kesimlerde daha uzun olarak belirmektedir.

Yanma dönemi içerisinde kalan aylık ve günlük sıcaklık ortalamaları birlikte değerlendirildiğinde; en avantajlı kesimin kıyıları olduğu, bunlar arasından da özellikle Akdeniz ve Ege kıyılarının baş sırada olduğu anlaşılmaktadır. İç bölgeler kıyı bölgelere nazaran daha uzun yanma süresine sahiptir. Bu bakımdan Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri, en uzun yanma süresine sahip (9 ay) alanlardır. Bu açıklamalardan da anlaşıldığı üzere, yanma süresinin uzun olduğu iç bölgelerde daha fazla yakıt tüketilmekte ve atmosfere daha fazla kirletici gönderilecektir. Kıyı kesimlerinde ise yanma süresine bağlı olarak, atmosfere gönderilen kirletici miktarı da azalacaktır. Ayrıca kıyı ile iç kesimler arasında yanma dönemi içerisinde kalan günlük ortalama sıcaklıklarında bir hayli farklı olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan iç kesimlerde daha düşük sıcaklık ortalamaları görüldüğünden yanma şiddeti ve kirleticilerin oranı da artmaktadır. Özellikle kış mevsimindeki düşük günlük sıcaklıklar, yanmayı hızlandırmakta ve gün boyu devam etmesine sebep olmaktadır. Buna karşılık kıyı istasyonlarında yanma döneminde günlük ortalama sıcaklıklar, iç bölgeler kadar düşük olmadığı için yanma olayı daha az şiddetli ve süreksizdir. Dolayısıyla atmosferdeki kirleticilerin konsantrasyonu da daha düşüktür.

Ayrıca yanma dönemi içerisindeki en yüksek ve en düşük sıcaklıklar da günlük yanma olayının şiddetine ve süresine etki ederek, hava kirliliğinde rol oynamaktadır. Bunlardan ay içerisinde ulaşılabilen en yüksek sıcaklıklar, kıyı kesimlerimizde yanma döneminde yanma sıcaklığının üzerinde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, yanma sıcaklığını aşan yüksek sıcaklıklar, o günlerde yanmadan kaynaklanan kirliliğin olmadığı da göstergesidir. İç kesimlerden Doğu ve İç Anadolu Bölgelerinde ise en yüksek sıcaklıklar genellikle aralık, ocak, şubat aylarında, yani kış mevsiminde yanma sıcaklığının üzerine geçmektedir. Buna bağlı olarak da kış mevsiminde buralarda yanma şiddetli ve süreklidir. Bunun sonucu olarak da hava kirleticilerinin konsantrasyonu yükselmektedir. Hatta ülkemizin kuzeydoğusunda bu aylara mart ayı da eklenmektedir. Yani 4 ay boyunca en yüksek sıcaklıklar dahi yanma sıcaklığının altında kalmaktadır. Yurdumuzun bu köşesi yanma olayının en şiddetli ve sürekli olduğu bir alandır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi bu bakımdan da diğer iki iç bölgeden daha avantajlı gözükmemektedir. Bölgede yalnızca Diyarbakır havzası ve Güneydoğu Toroslar kesiminde ocak ayında en yüksek sıcaklıklar, yanma sıcaklığının altında kalmaktadır. Bölgenin geriye kalan kesimleri daha çok kıyı bölgeleri ile benzerlik göstermektedir. Yani yanma döneminde her an sıcaklıklar, yanma sıcaklığını aşabilmekte ve yanma olayını sekteye uğratabilmektedir.

Yine yanma döneminde görülen en düşük sıcaklıklar, kıyı ile iç kesimler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Ancak kıyıları arasından da Akdeniz ve Ege kıyıları daha avantajlı gözükmemektedir. En düşük sıcaklıklar buralarda genellikle -10 °C'nin altına inmez iken, diğer kıyı kesimlerimizde biraz daha düşmektedir. Buna göre, düşük sıcaklıkların yanma

olayını hızlandırdığı düşünülürse, Akdeniz ve Ege kıyıları, Türkiye’de en şanslı bölgeler olarak gözükmekte, bunları diğer kıyı bölgelerimiz izlemektedir. İç kısımlara ve özellikle doğuya doğru gidildikçe düşük sıcaklıklar hızla düşmektedir. Böylece bölgesel ölçekte büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. İç Anadolu Bölgesi’nin doğu kısmı ile Doğu Anadolu’nun yüksek kesimlerinde Mutlak minimum sıcaklıklar -30°C ’nin altına inmektedir. Örneğin Sivas’ta $-34,6$, Erzincan’da $-32,5$, Erzurum’da $-30,4$, Muş’ta $-32,2$ ve Ağrı’da $-45,6^{\circ}\text{C}$ ’lik sıcaklıklar ölçülmektedir. Mutlak minimumlar kış mevsiminde ve ocak ya da şubat ayına isabet etmektedir. Bu nedenle Türkiye’de mutlak minimum sıcaklıkların sebep olduğu bölgelerin başında Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri gelmektedir. Bu bölgelerde yaz dönemi dışında, hatta bazen temmuz ve ağustos ayları haricinde yılın hemen her ayında mutlak minimumlar (-) değerlidir. Sıcaklığın 0°C nin altına indiği günler ise yanmanın hızlı ve sürekli olması bakımından, aynı zamanda yakıtında fazla tüketildiği günlerdir. O hâlde mutlak minimum sıcaklıklar açısından da iç bölgeler kıyılarına nazaran hava kirliliğini artırıcı bir rol oynarlar. Ancak, bu bakımdan yine Güneydoğu Anadolu Bölgesi diğer iç bölgelere göre daha az risk taşımaktadır. Çünkü buralarda mutlak minimumlar daha yüksek değerdedir. Bölgede Diyarbakır Havzası ve Güneydoğu Toroslar dışında mutlak minimumlar -20°C ’yi bulmaz ve yıl içerisinde (-) değerli sıcaklıkların görüldüğü ay sayısı daha da azdır. Bu sayı diğer iç bölgelerde 8-10 ay iken, burada 6-7 aydır. Dolayısıyla mutlak minimumlar bu bölgede hava kirliliğini diğer iç bölgelerin gerisinde etkilemektedir.

Sıcaklığın 0°C altına düştüğü günler, yani donlu günler ve bunların sayıları ile birlikte yıl içerisindeki dağılışı da hava kirliliğinde etkili olabilmektedir. Türkiye’nin her serinde sıcaklık 0°C ’nin altına düşebilmekte, yani don olayı meydana gelebilmektedir. Ancak, gerek donlu günler sayısı, gerek bunların başlama ve bitiş tarihleri ve gerekse don ihtimalinin olduğu dönem ülkemizde bölgesel ve yöresel ölçekte önemli farklanmalar göstermektedir. Bu bakımdan yine en önde bulunan bölgeler Doğu ve İç Anadolu’dur. Donlu günler eylül başlarından itibaren kuzeydoğudan başlayarak, kısa sürede bütünüyle Doğu ve İç Anadolu Bölgelerini kapsamaktadır. Don ihtimalinin olduğu süre İç Anadolu platolarında 8 ay civarında iken, bölgenin doğusuna doğru artarak, Doğu Anadolu’da 10-10,5 ayı bulmaktadır. Donlu günlerin sayısı ise genellikle 100 günün üzerinde olmak üzere İç Anadolu’da 100-125 gün, Doğu Anadolu’da 110-160 gün arasında değişmektedir. Don olayının en geç sona erdiği bölgeler de yine bunlardır. Don olayıyla ilgili bütün bu göstergeler, İç ve Doğu Anadolu’nun diğer bölgelere göre hava kirliliği bakımından daha riskli olabileceğini göstermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ise donlu günlerin daha az (25-60 gün) olması ve don ihtimali sürenin de kısılması bakımından daha az riskli gözükmemektedir.

Don olayıyla ilgili bütün değerler, Türkiye’nin kıyı bölgelerinin bu açıdan doğabilecek hava kirliliğinden daha az etkilendiğini göstermektedir. Kıyı bölgelerinde donlu süre daha geç başlamakta ve daha erken sona ermektedir. Dolayısıyla don ihtimalinin olduğu süre kısadır (3-4 ay). Ayrıca donlu günler sayısı da bir hayli azalmıştır. Marmara kıyılarında 25 gün olan bu sayı diğer kıyılarda daha da azalmaktadır. Akdeniz ve Ege kıyılarında 1-6 gün arasında en düşük değere inmektedir. Karadeniz kıyılarında ise 7-15 gün arasındadır.

Sonuç olarak don olayından etkilenen hava kirliliği ülkemizin iç kesimleri için, özellikle de İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde önemli gözükmemektedir. Diğer iç kesimler ise ikinci sırada bulunmaktadır. Bu bakımdan en az etkilenen kesimler ise kıyı bölgeleri olmak üzere başta Akdeniz ve Ege kıyılarıdır. Bunları Karadeniz ve Marmara kıyıları izlemektedir.

Türkiye’de kış mevsiminde ortalama sıcaklıklarda olduğu gibi mutlak minimum sıcaklıklar da bölgeden bölgeye fazlasıyla değişmektedir. Mutlak minimumlar bir taraftan kıyıda iç bölgelere, diğer taraftan da batıdan doğuya doğru gidildikçe hızla düşmektedir. Kış döneminde Türkiye’de sıcaklığı düşüren hava şartları arasında daha ziyade doğudan ve kuzey, kuzeybatıdan sokulan soğuk hava akımları etkili olmaktadır. Bu bakımdan kıyı bölgeleri iç bölgelere göre daha avantajlı olmasına rağmen, kıyı kesimlerinde de bölgelere göre önemli farklar yaşanmaktadır. Şöyle ki, Akdeniz kıyılarında mutlak minimumlar Antalya dışında -8 °C’nin altındadır. Aynı şekilde Ege Bölgesi’nde -10°C’nin üzerinde olmak üzere güneyden kuzeye doğru düşmektedir. Marmara kıyılarında mutlak minimumlar -10 °C’nin altına inebilmektedir. Karadeniz kıyılarında -10°C’nin üzerinde olmak üzere, batıdan doğuya doğru artmaktadır.

O hâlde Marmara kıyılarında biraz daha düşük olmak kaydıyla, diğer kıyı bölgelerimizde bir iki istisna dışında mutlak minimumlar -10 °C’nin altına düşmektedir. Bu durum ise kış şartlarının daha mülayim geçtiği kıyı bölgelerimizde daha az yakıt tüketildiğinin ve dolayısıyla ısınmaya bağlı kirliliğin daha sınırlı olduğunun bir göstergesidir.

4.1.3.Nem

Bilindiği gibi atmosferdeki nem, güneş ışınlarını absorbe ederek, havanın ısınmasına sebep olmaktadır. Bu yönüyle hava kirliliği üzerinde olumlu bir rol oynamaktadır. Ancak, hava kirliliği üzerindeki olumsuz etkisi çok daha ön plandadır. Çünkü atmosferde SO₂ konsantrasyonunun yüksek olduğu zamanlarda nisbi nem de yüksek ise H₂O, SO₂ ile reaksiyona girmekte ve sonuçta H₂SO₄ ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan yanma döneminde havanın nisbi nem oranı ne kadar yüksek ise o oranda kirlilik açısından tehlike arz etmektedir.

Ülkemizde termik rejim ve buharlaşma ile ilgili koşullar bölgesel olarak farklılıklar gösterdiğinden, yıl içerisinde su buharı basıncı ve havadaki nem miktarı da değişmektedir. Örneğin, bu bakımdan kıyılarımızda şartların elverişliliği nedeniyle su buharı basıncı yüksektir. Buna karşılık iç bölgelerimizde, özellikle yükseltinin de arttığı kesimlerde su buharı basıncı düşmektedir. Atmosferde nem miktarını belirleyen su buharı basıncı, genel olarak iç bölgelerimizde ve yaz döneminde diğer kesimleri de içine almak üzere neme doyma noktasından uzaktır. Neme doyma açığı yaz döneminde çok kuvvetli olduğu hâlde, kış döneminde zayıflamaktadır. Dolayısıyla kışın hava daha nemlidir. Türkiye’de genel olarak bağıl nemlilik kış döneminde yüksek, yaz döneminde düşüktür. Genel olarak mart-nisan’dan itibaren düşmeye başlayan nisbi nemlilik temmuz-ağustosta en düşük oranı gösterir. Sonbahardan itibaren tekrar yükselmeye başlayan nemlilik oranı aralık ve ocak ayında en yüksek değerine ulaşır. Yıllık ortalama nisbi nemlilik en yüksek değerine Karadeniz kıyı

kuşağında ulaşmaktadır. Kıyı bölgelerimizde nisbi nemlilik mevsimler arasında fazla farklılık göstermez. Sürekli nemli hava akımlarının etkisinde bulundukları için nisbi nem de her zaman için yüksektir. Karadeniz ve Marmara kıyılarında yıllık ortalama nisbi nemlilik %75 -80, Akdeniz kıyılarında %70-75 ve Ege kıyılarında %70 civarındadır. Türkiye'nin iç bölgelerinde ise nisbi nem oranı daha düşüktür. Yaz ve kış dönemleri arasında önemli farklılıklar vardır. İç bölgelerde yıllık ortalama değerler %60 civarında seyretmekle birlikte, en yüksek değerler kış dönemine, en düşük değerler de yaz dönemine isabet etmektedir. En düşük nisbi nem değerleri Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne aittir. İç Anadolu'nun merkezi kısımlarında da düşük değerler görülmektedir. Buralarda nisbi nem oranı %50-60 arasında değişmektedir.

Ülkemizde gerek nemliliği belirleyen su buharı basıncı ve gerekse nisbi nemin dağılışı bakımından özellikle kıyı ve iç bölgeler arasında görülen farklılık, hava kirliliğinin konsantrasyonu üzerine de yansımaktadır. Bu bakımdan özellikle Karadeniz kıyı kuşağı başta olmak üzere kıyı bölgelerimizin her zaman için yüksek nem oranına sahip olması, hava kirliliği açısından olumsuz bir etkidir. Özellikle de yaz ve kış dönemleri arasında nem oranının fazla değişmemesi yıl boyunca, buralarda diğer şartlarda olumsuz ise kirlilik konsantrasyonunun yoğun olacağını göstermektedir. Hâlbuki iç bölgelerimizde su buharı basıncı ve nisbi nemlilik oranının daha düşük oluşu, buraları hava kirliliği açısından kıyı bölgelerimize nazaran daha avantajlı kılmaktadır. Ancak, iç bölgelerde genel olarak nisbi nem oranının düşük olmasının yanı sıra, yıl içerisinde en yüksek değerler kış dönemine, dolayısıyla yanma döneminin önemli bir kısmına tekabül etmesi, hava kirliliği üzerinde olumsuz tesirler yaratabilmektedir. İç bölgelerde kış aylarına isabet eden nisbi nem oranı bazen çoğu kıyı istasyonunun değerini yakalayabilmekte, hatta aşabilmektedir. Dolayısıyla kış döneminde bütünüyle iç bölgelerde nisbi nem oranının yükselmiş olması, hava kirliliğini söz konusu devrede olumsuz etkilemektedir.

4.1.4. Bulutluluk ve Sisli Günler

Gökyüzünün bulutlu ya da açık oluşu doğrudan atmosfer sıcaklığını etkileyeceğinden yanma döneminde harcanan yakıt miktarını da belirleyebilecektir. Örneğin, yanma dönemi içerisinde bulutlu günlerde atmosfer daha soğuk olacağından, evlerde ısınma amaçlı kullanılan yakıt miktarı daha fazla olacaktır. Buna bağlı olarak da bulutlu günlerde hava kirliliği konsantrasyonu artacaktır. Gökyüzünün açık olduğu günlerde ise hava daha sıcak olacağından, daha az yakıt tüketilecek ve dolayısıyla atmosfer daha az kirlenmiş olacaktır.

Sisli havalarda ise atmosferdeki SO_2 , H_2O ile birleşerek H_2SO_4 'ü oluşturmakta ve insan sağlığı açısından tehlike yaratmaktadır. Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, yanma dönemine tekabül eden bulutlu ve sisli günler hava kirliliği açısından olumsuzluk yaratır.

Türkiye'de yıllık ortalama bulutluluk en yüksek değerine Karadeniz kıyılarında özellikle Doğu Karadeniz kıyı kuşağında ulaşmaktadır (6'nın üzerinde). Buralardan iç kısımlara geçildiğinde bulutluluk değerleri düşer. Marmara, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'da bu değer 4- 5 arasında oynar. Ege, Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi düşük değerler görülmektedir (genellikle 4'ün altında).

Yıllık ortalamalar, Türkiye’de Karadeniz kıyıları bir tarafa bırakılırsa, bulutluluğun hava kirliliği üzerinde fazla bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Özellikle bu bakımdan Akdeniz, Ege kıyıları ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi düşük değerler gösterdiğinden, daha avantajlı gözükmektedirler.

Ancak, ülkemizde bulutluluğun yıl içerisindeki değişimi bir hayli farklıdır ve hava kirliliği önemli olanı da budur. Atmosferik hareketlilik bulutluluk oranını mevsimlik olarak fazlasıyla etkilemektedir. Genel olarak, kasım-mart arası dönemde bulutluluk Türkiye’nin her tarafında 5’in üzerindedir. Maksimum değerler ise aralık ve ocak aylarında görülmektedir. Bahsedilen soğuk dönemde yanmanın da şiddetli olduğu düşünülürse, Türkiye’de bulutluluğun, hava kalitesi üzerinde olumsuz tesirler yaratabileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Özellikle maksimum değerlerin aralık ve ocak ayına rastlaması, zaten düşük olan hava sıcaklığını daha da azaltacak ve kirlilik konsantrasyonunu yükseltecektir. Kış döneminde en yüksek değerlere Karadeniz ve Marmara kıyılarında rastlanmış olması, buraları hava kirliliği açısından çok daha olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Bu dönemde Akdeniz kıyıları en az bulutlu kesimi oluşturduklarından, hava kirliliğinden de en az etkilenen yerler olacaklardır. Karadeniz kıyıları dışında ise nisan-ekim arası dönem Türkiye’de bulutluluğun ve dolayısıyla buna bağlı hava kirlenmesinin en az olduğu zaman dilimidir. Sonuç olarak, Karadeniz kıyıları dışında Türkiye’de maksimum bulutluluğun kış dönemine denk gelmesi, hava kirliliğini belirgin bir biçimde etkilemektedir.

Sisli günlerin ise yıllık ortalaması Türkiye genelinde az olmasın rağmen, İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu’nun doğu kesimleri ve Trakya’nın iç kesimlerinde artış göstererek, 20-30 gün arasında değişmektedir. Genel atmosfer sirkülasyon koşullarına bağlı olarak, sonbahardan itibaren iç bölgelerimizde belirmeye başlayan sisli günler, kış döneminde maksimum değerine ulaşmaktadır. Kış ve İlkbahar mevsimlerinde iç bölgelerimizde görülen bu sisler, daha çok radyasyon sisleri karakterindedir. Ayrıca, bu dönemde yerde bulunan kar örtüsünün de soğumada etkisi vardır.

Türkiye’de özellikle sisli günlerin mevsimlere ve coğrafi bölgelere göre dağılışı dikkate alındığında; bu bakımdan iç bölgelerin hava kirliliğinde rol oynayacak değerlere sahip oldukları görülür. İlkbahar mevsiminde ise sisli günlerin Karadeniz kıyı kuşağında yüksek değerlere ulaşmış olması, hava kirliliği üzerinde kısmen etkili olabileceğini göstermektedir. Diğer coğrafi bölgelerimiz ise genel anlamda yanma dönem içerisinde daha düşük değerlerde sisli günlere sahip olduklarından, hava kirliliği açısından da önemleri azalmaktadır.

Bunların dışında ülkemizde hemen bütün coğrafi bölgelerimizde olduğu gibi topoğrafik koşullar da sis oluşumunu hazırlamaktadır. Bu bakımdan özellikle depresyonlar içerisinde kurulmuş olan kentler tipik örnek oluştururlar. Çünkü bu gibi yerlerde günlük basınç değişimine bağlı olarak geceleri çevre yüksek sahalardan akan soğuk ve ağır hava çukur alanlara birikir ve sis teşekkülüne sebep olur. Topoğrafik koşulların sebep olduğu sisler, özellikle Erzurum, Elazığ, Diyarbakır, Malatya, Sivas, Ankara, Bursa, Bilecik, Balıkesir, Eskişehir, Edirne, Çorum, Tokat, Gümüşhane gibi merkezlerde çok belirgin bir biçimde görülmektedir. Bunun sonucu olarak da söz konusu şehirlerde sisli günler ve bunların etki

süreleri, hava kirliliği konsantrasyonunu fazlasıyla etkileyebilmektedir.

4.1.5. Yağış

Özellikle yağmur şeklindeki yağışın atmosferdeki kirleticileri yıkayarak, buradan uzaklaştırdıkları bilinmektedir. Dolayısıyla yanma dönemine tekabül eden sıvı yağışların şehirlerin havalarının temizlenmesinde önemli bir yeri vardır. Atmosferde bulunan partiküler kirleticiler, SO₂ ve çözünebilir nitrojen oksitler gibi gaz kirleticiler yağmur damlaları tarafından tutularak ve çözünerek atmosferden uzaklaşmaktadır.

Türkiye’de yıllık ortalama yağış dağılışı dikkate alındığında, en fazla yağışın Kuzey Anadolu Dağları’nın kıyı sıraları ile Toroslar’ın denize dönük olan yamaçlarına ve önlerindeki kıyı kuşağına düştüğü görülür. Belirtilen kesimlerde kurulmuş olan kentler, yıllık yağış toplamı bakımından daha avantajlı oldukları için atmosferlerinin bol yağışlarla yıkanması açısından daha şanslı gözükmektedirler. İç bölgelerde ve havza tabanlarında ise yıllık yağış miktarında önemli düşüşler kaydedilmektedir. Buna bağlı olarak İç bölgelerde özellikle topoğrafik koşulların olumsuzluk yarattığı çukur sahalarda kurulmuş olan kentlerin yağış yetersizliği nedeniyle atmosferleri yeterince yıkanamayacağından, bu gibi yerler hava kirliliği açısından olumsuzluk arz ederler.

Türkiye’de yağış dağılışı bakımından birbirinden çok farklı alanlar seçilebilmektedir. Örneğin, kuzeyinde Karadeniz kıyı bölgesi ile güneyde Akdeniz kıyı bölgesi ve Güneydoğu Toroslar’da yıllık yağış miktarı 800-900 mm’nin üzerindedir. Buralarda yer alan kentlerden Zonguldak, Giresun, Antalya, Muğla, Muş ve Bitlis gibi kentlerde yıllık yağış miktarı 1000 mm’yi aşmaktadır. Rize’de ise 2500 mm’ye yaklaşmaktadır. Dolayısıyla Türkiye’nin birinci derecede yağışlı olan bu kuşaklarında bulunan kentlerinde atmosfer daha fazla yıkanmaktadır. Gerçi Kuzey Anadolu sistemi ve Toroslar üzerinde yağış değeri çok daha fazla ise de buralarda kentler bulunmaktadır. Yağış değeri yüksek olan bu bölgelerin her kesimi de aynı miktarda yağış almamaktadır. Bu bakımdan kuzeydeki yağışlı kuşakta Orta Karadeniz Bölümü ve Sakarya’nın aşağı çıkışından İstanbul’a kadar olan kesimler daha az yağışlıdır. Buralarda yıllık yağış miktarı 700-800 mm civarındadır. Buraları yağışlı kuşağa göre daha az yağış almaktadır. Türkiye geneline göre ise orta derecede yağışlı yerleri oluşturmaktadırlar. Buna bağlı olarak buralardaki yerleşmelerin atmosferleri rahatlıkla yıkanarak temizlenebilmektedir.

Güneydeki Toros Sistemi, özellikle Batı Toroslar’da bol yağışlıdır. Muğla çevresinden Anamur yakınlarına kadar 1000 mm’nin üzerinde yağış miktarlarına rastlanmaktadır. Aynı şekilde Amanoslar’ın İskenderun Körfezi’ne dönük olan yüzü de bol yağışlıdır. Buraları Akdeniz Bölgesi içerisinde atmosferin en fazla yıkanabileceği alanları oluşturmaktadır. Adana-Mersin çevresinde ise yıllık yağış miktarı 500-600 mm civarındadır. Maraş-Amik çukurluğunda da bu miktar 500-700 mm’ler seviyesindedir. Bölgede bu kesimlerin orta derecede yağış aldıkları ve atmosferlerinin de birinci kuşağa göre daha az yıkandığı söylenebilir. Aslında Türkiye’de 500-700 mm civarında yağış alan yerler orta derecede yağışlı kabul edilirse, Marmara, Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri’nin önemli bir kısmı bu grup

içerisinde kalmaktadır. Buna bağlı olarak da bu grupta bulunan kentlerin atmosferleri orta derecede yıkanarak temizlenebilmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinde uzanan Güneydoğu Toros yayında da yer yer bol yağışlı alanlara rastlanmaktadır. Örneğin, Bitlis çevresinde yıllık yağış miktarı 1000 mm'yi geçmektedir. Bu alanlar da Türkiye genelinde bol yağışların atmosferi yıkayarak temizlediği yerlerdendir.

Ancak belirtilen bu alanların dışında, dağ sistemleri ile çevrili olan İç Anadolu platoları, Doğu Anadolu'nun havza tabanları, Güneydoğu Anadolu'daki plato ve ova düzlükleri, Türkiye'nin az yağışlı kesimleridir. Buralarda yıllık yağış miktarı 400-500 mm'nin altında seyretmektedir. Özellikle Konya Ovası ve Tuz Gölü çevresi az yağışlı alanların en genişidir. Ayrıca İç Anadolu Bölgesi'nde az yağışlı alanlar Yukarı Sakarya Havzası'nda ve Yukarı Kızıl Irmak Bölümü'nün vadi tabanlarında görülmektedir. Doğu Anadolu'da ise depresyon ve vadi tabanları böyledir. Güneydoğu Anadolu'da da düz alanlardaki az yağışlılık hâli Suriye sınırına doğru çok daha belirginleşmektedir. Dolayısıyla belirtilen bu alanlar, Türkiye genelinde en düşük yağış değerine sahip olduklarından, atmosferleri de yeterince yıkanamamaktadır. Buralarda kurulmuş olan şehirlerin atmosferleri kirli ise yıkanma şansları az olduğundan, uzun süre kirliliğini koruyabilmektedir. Eskişehir, Ankara, Sivas, Erzincan, Erzurum, Malatya, Iğdır, Diyarbakır, Şanlıurfa gibi şehirler böyledir.

Ancak, atmosfer yıkanmasında yağış miktarından daha da önemlisi yağışın mevsimler arasında dağılışıdır. Özellikle bu bakımdan yanma dönemine tekabül eden yağış oranı büyük öneme sahiptir. Türkiye'de yağış dağılışında olduğu gibi yağış rejiminde de önemli bölgesel farklılıklar vardır. Bu bakımdan esas farklılık kıyı bölgeleri ile iç bölgeler arasında ortaya çıkmaktadır. Kış döneminde kıyı bölgelerinde nem içeriği yüksek olan kararsız hava kütleleri orografyanın da tesiriyle kuvvetli yağışları meydana getirirler. Bu nedenle genel olarak kıyı bölgelerinde kurulmuş olan kentlerimiz kış döneminde aldıkları bol yağış sayesinde hava kirliliğini doğal yollardan telafi etme şansına sahiptirler. Yaz döneminde ise Türkiye Mayıs ayından itibaren tropikal hava kütlelerinin etki alanına girmeye başlar. Dolayısıyla Karadeniz kıyıları, Kuzeydoğu Anadolu kesimi dışındaki bölgelerde Mayıs sonundan Ekim ayına kadar olan devrede yağışsız, kurak bir gidiş söz konusudur. Ancak bu kurak devrenin Türkiye genelinde yanma döneminin dışında kaldığı düşünülürse, hava kalitesi üzerinde önemli bir rol oynamayacağı da anlaşılmış olur.

Türkiye'de 4 esas yağış rejimi tipi ile 3 geçiş tipi olmak üzere 7 farklı yağış rejim tipi görülmektedir. Bunlardan Akdeniz Bölgesi'nin kıyı kuşağı ile Ege Bölümü'nü içine alan Akdeniz yağış rejiminde en yağışlı mevsim Kış ve en kurak mevsim yazdır. Kış içerisinde de en yağışlı aylar Aralık ve Ocaktır. Akdeniz yağış rejiminin etkisinde olan yerler, Kış yağışlarıyla, özellikle de yanmanın daha şiddetli olduğu Aralık ve Ocak aylarında alınan bol yağışlar sayesinde atmosferlerini temizleme özelliğine sahip gözükmektedirler. Yağış rejiminin hava kirliliği üzerindeki olumlu tesiri dikkate alındığında buraları, Türkiye'nin birinci derecede avantajlı bölgeleri sayılabilir. Bu bölgeleri gecikmiş Akdeniz yağış rejiminin etkisinde olan alanlar izlemektedir. Bu yağış rejimi ise batıda Gaziantep platosundan

başlayarak, Güneydoğu Torosların yamaçları önünden geçmekte, doğuda Bitlis Dağlarına kadar uzanmaktadır. Bu bölgede de yine en yağışlı mevsim Kış olmakla birlikte, oranında azalmalar vardır. Ayrıca bir İlkbahar artışı da göze çarpmaktadır. En yağışlı mevsimin tipik Akdeniz rejimi kadar olmasa da Kışa isabet etmesi ve İlkbaharda yağış artışının görülmesi, bu bölgede hava kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratabilmektedir. Çünkü bölgede Kışla birlikte İlkbaharın büyük bir kısmı da yanma dönemi içerisinde bulunmaktadır.

Türkiye'nin kuzey kıyılarını içine alan Karadeniz yağış rejimi ise özellikle Doğu Karadeniz kıyılarında düzenlilik arz eder. Dolayısıyla bu kuşakta yılın her mevsiminde atmosfer yağışlarla yıkanarak temizlendiğinden, Türkiye'nin bu bakımdan en avantajlı bölümü sayılmaktadır. Orta ve Batı Karadeniz kıyıları bu kadar şanslı olmamakla beraber, genel olarak ekim ayından şubat ayına kadar olan sürede daha çok yağış aldığından, yanmadan kaynaklanan hava kirliliği, bu dönemde alınan yağışlarla önemli ölçüde uzaklaştırılabilmektedir. Nisan-mayıs ayları ise en az yağış alan aylar olmakla birlikte, buralarda söz konusu aylarda yanma olayının şiddeti de azaldığından, hava kalitesi üzerinde önemli sayılabilecek bir olumsuzlukları görülmez.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise karasal bir yağış rejimi hakîmdir. Doğu Anadolu'da özellikle Kuzeydoğu Anadolu kesimi, en fazla yağışı İlkbahar ve yaz başlarında alan karasal bir yağış rejimine sahiptir. Bölge üzerinde ekim ayından başlayıp, kış boyunca devam eden yüksek basınç şartları nedeniyle yağışlar azalmakta ve en düşük yağış değeri aralık ayına isabet etmektedir. Bölgenin yağış rejimi özelliği gereği, yanma döneminde ve özellikle yanmanın çok şiddetli olduğu sonbahar ortalarından başlayıp kış boyunca devam eden az yağışlılık hâli, hava kirliliği üzerinde olumsuz rol oynayan önemli bir iklimik faktör durumundadır. Özellikle belirtilen dönemin bölgede çok soğuk olduğu ve buna bağlı olarak yanmanın gün boyunca devam ettiği de hatırlanırsa, hava kirliliğinin soğuk dönemde çok yüksek konsantrasyonlara ulaşabileceği tahmin edilebilir. İlkbahardaki yağış artışı ise bu mevsimdeki hava kirliliğinin giderilmesinde önemli rol oynamaktadır. Ancak, ilkbahar ortalarından itibaren yanma şiddetinin önemli ölçüde düşmüş olduğunu da hesaba katmak gerekir.

İç Anadolu karasal geçiş tipi ise bu bölge ile birlikte, Trakya'nın iç kesimiyle birlikte Bolu-Kastamonu çevresinde görülür. Bu tipin hakîm olduğu İç Anadolu Bölgesi'nde yağış maksimumu Kış ve İlkbahar mevsimleri arasında pay edilmiştir. Bölgenin özellikle batı ve güney yarısında kış mevsimi daha yağışlı iken, doğu ve kuzey yarısında ilkbahar öne geçmektedir. En kurak mevsim ise yazdır. Bu bakımdan bölgenin batı ve güney kesimi kış döneminde havanın yıkanması bakımından daha avantajlı gözükmektedir. Bu kesimlere kışın düşen yağışların önemli bir kısmının yağmur şeklinde olduğu düşünülürse, havanın temizlenmesi üzerinde ki etkisi ise anlaşılmış olur. Doğu ve Kuzey yarıda yağışların ilkbahara kaymış olması ve düşük sıcaklıklar sebebiyle Kış yağışlarının daha çok kar şeklinde olması nedenleriyle kış döneminde bu kesimlerin atmosferleri yağışlarla temizlenememektedir. Ancak, yanmanın mayıs sonlarına kadar çok şiddetli olmasa da, ilkbahar mevsiminde de devam etmesi, atmosferin ilkbaharda doğu ve kuzey yarılarında temizlenebileceği söylenebilir.

Marmara geçiş tipinde yağış maksimumu kışa, minimumu yaza isabet etmektedir. Yaz kuraklığı bölgede egemen olmakla beraber, bir taraftan Trakya'nın ilerine, diğer taraftan da doğuya ve güneye karasal kesimlere geçildikçe ve kuzeye Karadeniz'e doğru çıkıldıkça hafiflemektedir. Bunlara rağmen her yerde kış yağışlarının baskınlığı söz konusudur. Yağış mevsiminin bu gibi özellikleri, bölgedeki şehirlerin atmosferlerinin kış döneminde önemli ölçüde temizleneceğini göstermektedir. Ayrıca yağmur şeklindeki yağışların hakîmiyeti de bu olayda etkili olmaktadır.

İ batı Anadolu'nun kuzeyinden Bigadiç'e kadar olan sahada ve Güney göller yöresine kadar uzanan bölgede Akdeniz-İç Anadolu geçiş tipi egemendir. Buralarda İç Anadolu yağış rejimini yansıtan bazı özellikler belirlemektedir. Sonbaharın ortalarından itibaren başlayan yağışlar, aralık ve ocak aylarında en yüksek düzeye ulaşır. Nisan ve mayıs ise nispi artışların olduğu aylardır. Buna göre bu geçiş tipinin egemen olduğu alanlarda özellikle kış ve ilkbahar yağışlı geçtiğinden, hava kirliliği üzerinde olumlu tesirler yaratmaktadır.

Bilindiği gibi hava kirliliği üzerinde herhangi bir yerin aldığı yağış miktarı ve yağışın mevsimlere dağılışı kadar, günlük en çok düşen yağış miktarı da önemlidir. Bu miktar ne kadar fazla ise özellikle bol yağış alan günler yanma döneminde kaydediliyorsa, hava kirliliği üzerinde o derece olumlu tesirler yaratır.

Türkiye de yağışlı günlerin sayısı bölgeler arasında önemli farklılıklar gösterilmektedir. Bu bakımdan en yüksek değer Karadeniz kıyılarına zıt bulunmaktadır. Bu kıyı üzerinde Doğu Karadeniz kesiminde yağışlı gmler sayısı daha fazladır. Bütünüyle Karadeniz kıyı kuşağında yağışlı günler sayısı 100 günün üzerinde olmakla birlikte en yüksek değerler Doğu Karadeniz kıyı kuşağında görülmektedir (Rize 173,5 gün). Orta Karadeniz kıyılarında daha düşük, (Samsun132,5gn). Batıda değerler yeniden yükselmektedir (Zonguldak 192,5 gün). Bu durumda göre Türkiye de yağışlı günler bakımından en avantajlı bölge Karadeniz kıyı kuşağı, özellikle Doğu Karadeniz kıyıları görülmektedir. Yağışlı kaydedildiği günler atmosfer yıkanarak temizleneceğin den, gerek yağışlı günler miktarı ve gerekse soğuk devredeki orantı itibarıyla, burada hava kirliliği üzerinde son derece olumlu etkiler yaşatması belirlenebilir. Bölgenin iç kesimlerinde ise yağışlı gün sayısı 100 günün zatına düşmektedir (Gümüşhane 95,6 gün). Dolayısıyla yağışlı günlerin kıyıda yaratmış olduğu olumlu etki, iç kesimlere doğru azalmaktadır.

Ülkemizde yağışlı günler sayısının en az olduğu yerler ise Akdeniz kıyı kuşağı ile Ege Bölümü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir. Ancak Muğla-Marmaris kesiminde ve İşkenderun Körfezi'nin doğu kesiminde yağışlı gün sayısı 100 günü bulmakta ve aşmaktadır. Bu alanların Türkiye genelinde en az yağışlı gün toplamı sahip olması nedeniyle, yıl içerisin de atmosferin de daha az yıkandığı sonucu doğurmaktadır. Ancak, yağışlı günlerin büyük bir bölümünün soğuk dönüme isabet etmesi, hava kirliliği üzerinde olumlu sonuçlar yaratmaktadır. Türkiye'nin yarı kurak bölgelerinin oluşturan İç Anadolu'nun havza tabanları ve Trakya'nın i kesimleri de genellikle 100 günün zatına yağış alırlar. Özellikle Güney Doğu Anadolu'nun Suriye sınırına doğru güney yarısı ile İç Anadolu'nun Konya tuz gölü çanağı en düşük değerlere sahiptir. Buralarda yağışlı günlerin yüksek oranda yanma döneminde

toplanmış olması atmosfer in temizlenmesinde bir avantaj oluşturmakta birlikte, yıllık toplamın diğer bölgelerin göre düşük olması hava kirliliği bir dezavantaj yaratmaktadır. Yağışlı günlerin sayısı ve mevsimlere dağılımı gibi gün içerisinde kaydedilen en yüksek yağış miktarı da havanın temizlenmesinde önem taşımaktadır. Bu bakımdan en yüksek değerler, Akdeniz kıyı kuşağı ile birlikte Ege Bölümü ve Doğu Karadeniz kıyılarına ait gözükmeaktadır. Üstelik en yüksek yağış değerinin görüldüğü günler, yüksek oranla soğuk dönemde toplanmaktadır. Bu olumlu taraflar bir araya gelerek, söz konusu kıyı alanlarında atmosferin temizlenmesinde önemli rol üstlenirler.

İç kesimlerde ise günlük maksimum yağışlarda genelde bir düşüş izlenmektedir. Bu durum kıyı bölgelerine nazaran buralarda günlük yağışlarla atmosferin daha az yikanabileceğini göstermektedir. İç Anadolu, Doğu Anadolu'nun büyük bir kısmında ve Trakya'nın iç kesimlerinde yağışı yüksek olan günlerin yıl içerisindeki seyri de düzensizdir. Bu günlerin tamamen yanma dönemine denk gelmemesi, atmosferin temizlenmesindeki rollerini azaltmaktadır.

4.1.6. Basınç ve Rüzgârlar

Hava basıncı, hava hareketi üzerinde etkili olduğu için hava kalitesi açısından da önemli yeri vardır. Yüksek basınç koşullarında hava kararlı olduğu için kirli hava yükselmemekte ve diğer hava tabakaları ile karışım sağlanamamaktadır. Dolayısıyla kirli hava alt tabakalarda sıkışıp kalmaktadır. Alçak basınç koşullarında ise hava kararsızdır. Havanın yükselici hareketi sayesinde alt seviyelerdeki kirli hava yukarı katlara dağılarak hava kirliticilerini seyretebilmektedir. Kısacası, antisiklonal şartların hakim olduğu devrede hava kirliliği konsantrasyonu yüksektir. Aksine siklonal şartların etkili olduğu sürede ise hava daha az kirlidir.

Basınç şartları ve farklı basınç alanlarının dağılışı bakımından ülkemizde kış ve yaz dönemleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri soğuk dönemde uzun süre antisiklonal şartların egemenliğinde bulunmaktadır. Diğer taraftan kasım ayından itibaren Batı Anadolu'da yüksek basınç alanının etkisine girmektedir. Ayrıca Akdeniz üzerinden sokulan yüksek basınç şartları Güney ve Güneydoğu Anadolu'ya kadar uzanmaktadır. Bu açıdan Kış dönemi, Türkiye'de özellikle iç bölgelerde yüksek basınç koşullarıyla temsil edildiğinden, buralarda hava kirliliği konsantrasyonu da yüksektir. Özellikle Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri daha yüksek oranlarda hava kirliliği yaşayabilmektedir. Kıyı kesimlerinde frontal faaliyetler, sık sık basınç değişimine yol açtığından, yüksek basınç koşulları iç bölgeler kadar sürekli olmamakta ve buna bağlı olarak hava kirliliği konsantrasyonu da daha düşük kalmaktadır. Türkiye'de kasım-nisan arası devrede basınç değişimleri yüksek olduğundan, atmosferik aktivite de fazladır. Bu değişimde yüksek basıncın etki alanı ve süresi hava kirliliğinde oldukça önemlidir. Yüksek basınç şartlarıyla temsil edilen Doğu ve İç Anadolu bölgelerinde bu dönemde hava açık, rüzgâr hızı düşük, sabahları hava sisli, zemin karla kaplı, yer radyasyonu ve günlük sıcaklık farkları yüksek olduğundan, hava kirliliği konsantrasyonu da genel olarak yüksektir. Buna karşılık yüksek basınç sırtının çevresinde bulunan ve gezici siklonların etkilerine daha çok hedef olan

kıyı bölgelerinde ise şartlar hava kirliliği açısından, daha az uygundur. Çünkü buralarda hava kararsız, daha sıcak, rüzgâr yönleri daha belirgin ve nisbi nemlilik daha yüksektir. Belirtilen bu gibi iklimatik özellikler ise hava kirliliğinin giderilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Mayıs ayından itibaren ise yaz dönemi basınç koşulları oluşmaya başlar. Mayıs-ekim arası dönemde bütünüyle alçak basınç koşulları egemen olmaktadır. Ayrıca yaz döneminde Türkiye’de daha kararlı basınç şartları hüküm sürmektedir. Yaz döneminde hakîm olan alçak basınç şartları havada kararsızlığı arttırarak kirli havanın birikimini engelleyici bir rol oynamaktadır. Ayrıca sıcak dönemin çok az bir kısmında düşük dereceli yanma olayı gerçekleştiğinden, buna bağlı olarak hava kirleticilerde de çok fazla bir düşme vardır. Yani yaz döneminin büyük bir bölümü yanma devresinin dışında kalmaktadır. Bu durumda yanmaya bağlılık gösteren hava kirliliği de kendiliğinden azalmaktadır.

Bilindiği gibi yatay hava akımı olan rüzgâr, yerleşim birimleri üzerindeki kirli havayı taşıyarak atmosferin doğal yollardan temizlenmesini sağlayan önemli iklimatolojik faktörlerden biridir. Rüzgârın yeterince esmediği yerlerde kirli hava uzun süre dağılmamakta ve bu süre içerisinde yerleşmeleri etkilemektedir. Fakat rüzgâr, kentlerin kirli havalarını taşıyarak kilometrelerce uzaklara götürdüğü gibi bazen de başka bir alandaki kirli havayı bir başka şehir üzerine taşıyabilmektedir. Rüzgârın hızı ve frekansı, kirli havanın taşınmasında çok önemli rol oynamaktadır. Ancak rüzgârın taşıyıcılık etkisi topoğrafik özelliklerle de çok yakından ilgilidir. Bu nedenle şehirlerde rüzgârın hızını kesebilecek doğal engeller, yüksek binalar ve rüzgâr yönüne dik uzanan caddeler ve sokaklar, olumsuz etki yaratmaktadır. Rüzgârın olumlu tesirlerinden yararlanabilmek için şehirlerin planlama aşamalarında cadde ve sokakların rüzgâr yönüne paralel düşünülmesi ve hava koridorlarının oluşumlarının sağlanması şarttır. Ayrıca rüzgârın hızını kesebilecek her türlü beşerî engel sıfırlanmalıdır. Bunların dışında endüstri kuruluşlarının yer seçimine de özen gösterilmelidir. Özellikle kirleticilik vasfı yüksek olan endüstri kollarının şehirlerin gelecekteki büyümeleri de dikkate alınarak uzak noktalara kurulmaları gerekmektedir. Ayrıca kuruldukları alanın rüzgâr istikametinde olması şarttır. Aksi takdirde endüstri tesislerinden kaynaklanan kirli havanın şehirlerimizi kirletmesi kaçınılmazdır.

Türkiye’de her şeyden önce soğuk ve sıcak devre, basınç dağılışı ve hakîm rüzgâr yönleri bakımından birbirinden çok farklı özelliklere sahiptir. Soğuk dönemde Anadolu’nun ve Trakya’nın iç kısımları genellikle yüksek basınç alanı durumundadırlar. Buna karşılık, Karadeniz ve Akdeniz üzerinde basınç alçalmıştır. Bu nedenle söz konusu dönemdeki rüzgârlar, Doğu Anadolu’dan İç Anadolu’ya uzanan yüksek basınç sırtında zayıf ve değişken bir karakter taşır. Hakîm rüzgâr yönü kıyılara doğrudur. İç bölgelerde soğuk devrede gökyüzü genellikle açık, rüzgâr hızı düşük ve nisbi nem oranı azdır. Ayrıca zemin genellikle karla kaplıdır. Bütün bu özellikler, yer radyasyonunu da güçlendirerek günlük sıcaklık farklarını arttırmaktadır. Dolayısıyla hava kalitesi üzerinde olumsuz etki yapabilecek birçok koşul bir arada bulunmaktadır. Soğuk dönemde yerleşen bu şartlar, yaklaşık olarak eylülünden itibaren belirtmeye başlar, ocakta en tipik şeklini alır. Bu dönemde hakîm rüzgâr yönleri ve frekansları, yazla kıyasla genel olarak çok daha karışık ve daha zayıf bir durum gösterir. Rüzgâr yönü ve frekansları bakımından soğuk dönemde kıyı ve iç bölgeler birbirinden farklı özellikler

gösterir. İç kısımlarda rüzgâr frekansları ve şiddeti daha düşüktür. Güney ve kuzey sektörlü rüzgârlar, hemen hemen aynı frekansla birbirlerini izlerler. Ayrıca iç bölgelerin büyük bir bölümünde rüzgârlar merkezden çevreye doğru eserler.

Kış döneminde rüzgâr yönü kıyı bölgelerimizde farklılık gösterir. Marmara Denizi'ni çevreleyen saha ile batıda Antalya'dan itibaren başlayan Akdeniz kıyıları, özellikle İskenderun ve Mersin körfezleri çevresinde kuzey rüzgâr egemendir. Karadeniz kıyılarında, özellikle Doğu Karadeniz Bölümü'nde ise güney rüzgârının hakîmiyeti görülür. Ege Ovalarında da doğu rüzgâr hakîmdir.

Soğuk dönemde basınç koşullarının sonucu olan rüzgâr yönü ve frekanslarının iç bölgelerde daha karışık ve daha zayıf olması, hava kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Kıyı bölgelerinde rüzgâr esiş yönü ve frekanslarının çok daha belirgin olması, hava kalitesindeki etkilerinin çok daha güçlü olmasına sebep olmaktadır. Fakât, ülkemizdeki rüzgâr esiş yönleri, frekansları basınç koşulları ile birlikte topografik şartlara ve kara-deniz dağılışına da fazlasıyla bağlı olduğu için yerel bir takım değişikliklerin olması da doğaldır. Dolayısıyla belirlenen bu genel durumun dışında yerel farklılıkların hava kirliliği üzerinde olumlu ya da olumsuz tesirler bırakması beklenebilir. Bu bakımdan her şehrin konumunun ve topografik koşullarının da detaylıca değerlendirilmesi gerekir. Gerçekten de kış döneminde olumsuz basınç koşullarının yarattığı hava kirliliği birçok iç bölge şehirlerimizde topografik koşullarla da desteklenmekte ve böylece hava kirliliğinin konsantrasyonu ve süresi daha da artabilmektedir. Erzurum, Malatya, Sivas, Elazığ, Diyarbakır, Balıkesir, Bilecik, Bursa gibi birçok şehrimiz bu durumdadır.

Ülkemizde çeşitli yönlerden esen rüzgârın hızları genellikle düşüktür. Buna bağlı olarak bir çok şehrimizde rüzgârın yetersizliği sebebiyle kirli hava uzaklaştırılamamaktadır. Türkiye'de genellikle günlük ortalama rüzgâr hızları 1,5-3,0 m/sn dir. Hatta Iğdır, Malatya çevreleri, Doğu Karadeniz, Denizli çevresi ve Çukurova'da rüzgâr şiddetinin daha da düştüğü bilinmektedir. Rüzgârın taşıyıcılık etkileri belirtilen bu yerlerde son derece zayıf olduğundan, kirli havanın birinci derecede birikim alanlarını oluştururlar. İç bölgelerde genelde düşük olan rüzgâr hızları, kıyı bölgelerinde ve Hakkâri yöresinde artarak günlük ortalamalar 3-4,5 m/sn'yi bulmaktadır. Bu durumda buralarda rüzgâr kirli havayı iç bölgelere nazaran daha rahat taşıyabilmekte ve şehirlerin üzerinden uzaklaştırabilmektedir. Ülkemizde daha kuvvetli rüzgârlar ise Marmara'da İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı çevreleri ile Bandırma'dır. Akdeniz'de ise Antalya ve Hatay yöreleri örnek gösterilebilir. Günlük ortalama rüzgâr hızının 4,5 m/sn'yi aştığı bu yöreler, rüzgârın kirli havayı çok kolay taşıyabileceği alanlardır. Ancak, Türkiye'de rüzgârın kirli hava üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini sadece rüzgârın özellikleri ve fiziki çevre şartları kapsamında düşünmemek gerekir. Çünkü, şehirlerin planları, yapılaşma, endüstri kuruluşlarının yer seçimi gibi özellikler, rüzgârın etkilerini olumlu ya da olumsuz kılabilir.

4.2. Topoğrafik Şartlar

Bilindiği gibi yerleşim merkezlerinin kurulduğu yerlerin topografik özellikleri, oradaki hava kalitesini olumlu ya da olumsuz şekillerde etkileyebilmektedir. Bu etki daha çok hava

kirliliğinin konsantrasyonu ve yerleşim merkezi üzerinde kalış süresi şeklinde olabilmektedir. Bu açıdan topografyanın şekli, yükselti ve bakı gibi özellikler, hava kirliliğini etkileyen en önemli faktörler grubu olarak değerlendirilmektedir. Bu gibi topografik faktörlerin ülkemizdeki yerleşim birimlerinin havaları üzerinde nasıl bir rol oynadıklarını anlayabilmek için her birini ayrı ayrı değerlendirmek gerekir. Fakat bu değerlendirmeden önce Türkiye'nin jeomorfolojik özelliklerine kısaca değinmek yerinde olacaktır.

Türkiye her şeyden önce bir bütün olarak değerlendirildiğinde, hem yüksek hem de arızalı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama yüksekliğinin 1132 m olması ne kadar yüksek bir ülke olduğunu göstermektedir. Bu yükselti değeri ülkemizin Anadolu yakasında daha fazladır ve ortalama olarak 1162 m'yi bulmaktadır. Trakya kesiminin yükseltisi ise 180 m civarındadır. Dünya kara kütlelerinin ortalama yüksekliği 700 m olduğuna göre, ülkemizin ortalama olarak bu değerden 400-450 m daha yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye'nin ortalama yükseltisi bütün kıtaların ortalama yükseltisinden de daha fazladır. Örneğin; Avrupa'da bu değer, 330 m, Afrika'da 600 m, Amerika'da 650 m ve Asya'da 1010 m dir. Anadolu'nun bu günkü jeomorfolojik görüntüsünde bir taraftan Alpin orojenik kuşak içerisinde bulunması, diğer taraftan Asya'nın gövdesine geniş bir şekilde bağlı olmasının büyük payı vardır. Ülkemizde özellikle orojenik kuşaklarımız boyunca yükseklik değerleri çok kısa mesafelerde sık sık değişmekte ve çok arızalı bir topografik görünüm ortaya çıkmaktadır. Yükseklik genel olarak batıdan doğuya doğru gidildikçe artış göstermektedir. Türkiye'nin batı kesiminde tektonik ovalar, en fazla 200-250 m'ye kadar çıkarken, İç Anadolu'da 850-1000 m'ye yükselmekte, Doğu Anadolu'da ise 1250-2000 m'lere ulaşmaktadır. Ovaların batıdan doğuya doğru önemli yükselti değeri kazanması, bütünüyle yükseltinin bu gidişe uygun tarzda arttığını göstermektedir. Kuzey ve güney kıyılarımızın gerisindeki dağlık kuşakta yükselti ani olarak 2500-3000 m'nin üzerine çıkmaktadır. Genel olarak dar bir kıyı kuşağını çevreleyen bu orojenik kuşaklar arasındaki İç Anadolu'da ise dağların yükseltileri tekrar düşerek ortalama olarak 1000 m civarına inmiştir. Doğu Anadolu'daki dağların yükseltileri genel bir artışla 3000-4000 m'yi geçmektedir.

Yükselti basamaklarına göre yapılan değerlendirmede 0-500 m'lik basamağın en az alanı kapladığı (% 17,5) anlaşılmaktadır. Bu basamakta kalan alanlar ülkemizin daha çok dar kıyı kuşağını kapsamaktadır. 500-1000 m yükselti basamağı ise %26,6'lık bir yer tutmaktadır. 100-2000 m'ler arasındaki kuşak ise en yüksek orana sahiptir (% 45,9) % 10' luk yer kaplayan 2000 m'nin üzerindeki basamak yerleşme sınırının üzerinde kaldığından, hava kirliliği açısından önem taşımamaktadır.

Ülkemizin özellikle Anadolu kesimi çok yüksek bir kütledir ve daha çok topoğrafik anlamda yüksek platolar görünümündedir. Türkiye'nin yüksek bir görünüm kazanmasında, Anadolu'nun orojenik ve epirojenik hareketlerle yükselmesinin ve yer yerde tersiyer volkanizması ile kabuk üzerine magma birikimlerinin eklenmesinin büyük rolleri olmuştur. Bu arada Akdeniz ve Karadeniz havzalarının çökmesiyle de yükselti farkı artmıştır.

Türkiye jeomorfolojisinde yükseklik kadar, arızalı yapıda dikkat çekicidir. Yüksekliğin kısa mesafelerde sık sık değişmesi, yüksek kesimlerin akarsularla derin bir

şekilde parçalanmış olması, kıyılarda dağların aniden yükselmeleri, yükseltilerin kıyılarda ve iç kesimlerdeki havzalarda ani olarak düşmesi gibi görüntüler, bu arızalı yapının akisleridir. Bu durum aynı zamanda ülkemizde eğim değerinin de yüksek olduğunu göstermektedir. Bu duruma göre ülkemiz topraklarının beşte üçten fazlası ile %15'den daha fazla eğimlidir. Düz ve hafif eğimli alanlar ise en düşük orana sahip gözükmemektedir. (% 0,5).

4.2.1. Topografyanın Şekli

Yerleşin biriminin kurulduğu yerin topoğrafik şekli hava kirliliğini olumsuz yönde etkileyebileceği gibi olumlu rol üstlenerek de kirliliğin doğal yollardan dağılmasına imkân hazırlayabilir. Örneğin bu bakımdan etrafı yüksek bir çerçeve ile sınırlandırılmış olan havza tabanları veya rüzgâr istikametine dik olan vadi tabanları veya yamaçları buralarda kurulmuş olan yerleşmelerin hava kirliliğinde olumsuz rol oynarlar. İç bölgelerdeki şehirlerimizin birçoğuna baktığımızda topoğrafik olumsuzluklardan etkilendiği görülür. Bir havzanın ortasında veya kenarında yer alan şehirlerden Ankara, Diyarbakır, Erzurum, Elazığ, Malatya, Sivas, Kayseri, Balıkesir, Çorum, Tokat gibi merkezler hava kirliliğini zaman zaman önemli boyutlarda yaşamaktadır.

Ülkemizde ova ve havzalarımızın yerleşme bakımından önemi açıktır. Yerleşmeler çoğu zaman ya bir havzanın ortasına ya da kenar kısmını seçebilmektedir. Bu morfolojik şekillere ise Türkiye'nin her yerinde rastlamak mümkündür. Havza ve ovalarımızın oluşum kökenleri farklı olmakla birlikte, hava kirliliği üzerindeki etkileri aşağı yukarı aynıdır. Ülkemizdeki tektonik kökenli havza ve ovaların başlıcaları şunlardır:

1- Güneydoğu Toroslar'da ve bu sistemin kuzey kenarında yer alanlar: Bunların en tipikleri Muş Havzası ve Ovası, Muş Havzası ve Ovası, Elazığ, Uluova ve Hazar depresyonu, Malatya Havzasıdır.

2- Orta ve Batı Toroslar- Göller Yöresindeki Ova ve Havzalar: Elbistan Havzası, Antalya-Maraş Oluğu, Sincanlı, Şuhut, Sandıklı, Çöl Ovası ve Çamur Ovası; Eğridir-Kovada Oluğu; Yalvaç- Beyşehir- Suğla Oluğu; Karamuk-Akşehir -Eber Gölleri Havzaları; Burdur Gölü Havzası; Acıgöl Havzası

3- Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu'nun Ova ve Havzaları: Göle Havzası; Ardahan Havzası; Çıldır Havzası; Erzurum-Pasinler-Horasan Havzası

4-İç Anadolu'daki Önemli Havzalar: Tuz Gölü Havzası; Konya Havzası

5- Batı Anadolu'nun Graben Havzaları: Bakırçay Havzası, Gediz Havzası, Büyük Menderes Havzası, Küçük Menderes Havzası

6-Marmara Bölgesi'ndeki Havzalar: İznik Gölü Havzası, Apolyont ve Manyas Havzaları, İnegöl Havzası, Simav Depresyonu, Balıkesir Ovası ve Havzası

7-Kuzey Anadolu Fay Kuşağındaki Havzalar: Erzincan Havzası, Suşehri Havzası, Erbaa-Niksar Havzası, İzmit-Adapazarı-Sapanca Oluğu.

Türkiye’de belirtilen bu havzalar ve daha birçok tali havza hava kirliliği açısından olumsuz topografik koşullar taşımaktadır. Bu havzaların ortasında ve ya kenarında kurulmuş olan kentlerde, beşerî faktörlerin sebep olduğu hava kirliliği mevcut ise topografik koşullar da bu durumu desteklemektedir. Çünkü buraları genellikle çevre yüksek sahalardan gelen yatay yönlü hava akımlarına kapalı olduklarından, kirli hava dağılamamakta ve uzun süre varlığını korumaktadır. Bu gibi yerlerde rüzgârlar ancak yüksek çevredeki havayı hareketlendirmekte, kirli hava havza tabanında durgun şekilde kalmaktadır. Bu havzaların kenar kısımlarında yamaçlarda konumlanmış olan kentlerde, yamaç yönünde esen hafif bir rüzgâr, kirli havayı yamacın orta bölümlerine taşımaktadır.

Ülkemizde havza ve vadi içerisinde bulunan yerleşme alanları, hava kirliliğinde çok önemli payı olan sıcaklık terselmesi açısından da uygun şartlar taşımaktadırlar. Çünkü, bu merkezlerin çevresindeki yüksek sahadan kaynaklanan soğuk hava yoğunluk farkından dolayı buralara akmakta ve havza tabanına çökmektedir. Sıcaklık terselmesi ile ortaya çıkan buralardaki kirli hava tabakası, mevcut şartlar ortadan kalkıncaya kadar yerleşmeler üzerinde kararlılığını korumaktadır.

Ülkemizde topografyanın hava kalitesi üzerindeki bu gibi olumsuzluklarının yanı sıra olumlu etkilerinin olduğu da bilinmektedir. Örneğin; çevresinde hava hareketlerini engelleyici yükseltilerin bulunmadığı alanlarda kurulmuş olan şehirlerde kirli hava, çoğu zaman hafif bir rüzgârın etkisiyle kolaylıkla dağılabilmektedir. İstanbul, İzmir, İzmit, Tekirdağ, Samsun, Zonguldak, Edirne gibi şehirlerimizin kurulmuş olduğu alanlar, kirli havanın dağılması için müsaittir. Bunun gibi soğuk dönemde esen hakîm rüzgâr yönüne açık bir oluk özelliği gösteren yerlerde konumlanmış olan kentlerimiz de avantajlıdır. Çünkü bu oluklarda rüzgârlar kanallı olduğundan, gücü fazlasıyla artmaktadır. Ancak bu özellikteki alanları seçmiş olan şehirlerde rüzgâr hızının yapay engellerle kesilmemesine ve sanayi kuruluşlarının yerinin seçimine özen gösterilmelidir. Aksi hâlde, topografyanın sağlamış olduğu bu avantaj aleyhte işleyebilir. Bu konumda olan şehirlerimizin başında Çanakkale Boğazı’na yerleşmiş olan Çanakkale ve İstanbul Boğazı’nı içinde barındıran İstanbul gelmektedir. Her iki şehir de boğazların kendilerine sağlamış olduğu avantajı doğal olarak yaşamalarına rağmen, maalesef yapılaşmada bu özellik gereğince dikkate alınmamıştır.

4.2.2. Yükseklik

Topografyanın yükseklik faktörü, hava sıcaklığını etkilemesi bakımından dolayı olarak hava kirliliğinde de rol almaktadır. Her şeyden önce yükseldikçe hava sıcaklığı azalmaktadır. Buna bağlı olarak yükseklerde yıllık ve günlük sıcaklık salınımları artmakta, yıllık amplitüd yükselmektedir. Sıcaklığın bu gibi özellikleri direkmen yanma dönemini ve günlük süreyi belirlediğinden, yanmadan kaynaklanan kirleticilerin konsantrasyonunu da etkilemektedir. Buna göre, diğer koşulları eşit var sayılan iki yerleşmeden yüksekte olanı daha fazla yakıt tüketeceğinden havaya daha yüksek miktarda kirletici gönderilecektir.

Türkiye topografyasında yükseklik faktörü ele alındığında, daha önce belirtildiği üzere, bütünüyle yüksek bir ülke olduğu söylenebilir. Ülkemizin bu özelliği, hava kirliliği ve risk bölgeleri açısından birçok ülkeye göre dezavantaj sağlamaktadır. Çünkü yüksekliğimize

bağlı olarak ısınmak için daha çok yakıt tüketmek zorundayız. Bu ise atmosfere daha yüksek miktarda kirletici göndermek anlamını taşımaktadır. Ancak, topografik zenginliği olan ülkemizde, yükselti bölgelere ve yörelere göre çok önemli farklılıklar göstermektedir. Öncelikle Türkiye'nin Avrupa yakasında yükseltinin ülke geneline göre çok düşük olduğunu (ort. 180 m) dolayısıyla bu kesimde hava kirliliği üzerinde olumsuz bir rol üstlenmediğini belirtmek gerekir. Buna karşılık Anadolu'nun ortalama yükseltisinin 1162 m civarında olması, soğuk dönemde tüketilecek olan yakıt miktarını arttırmakta ve böylece hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Zaten Türkiye'de yükselti değeri fazla olan şehirler Anadolu kesiminde toplanmıştır.

Anadolu ile Trakya arasında çok belirgin olan yükselti farkı, kıyı kesimleri ile iç bölgeler arasında da görülmektedir. Türkiye'de kıyı kuşağı dar olmasına rağmen, yoğun bir yerleşmeye sahne olmuştur ve büyük şehirlerimizin birçoğu bu kuşakta yer almaktadır. Kıyı kuşağında bulunan ve 0-500 m arasındaki yükselti basamağında kurulmuş olan kentlerimiz diğer yükselti kademelerindeki yerleşmelere göre daha avantajlı gözükmektedirler. Çünkü buralarda sıcaklık şartları daha olumlu olduğundan, tüketilen yakıt miktarı ve buna bağlı olan atmosfer kirleticilerinin konsantrasyonu da daha düşük kalabilmektedir. 500-1000 m'ler arasındaki yerleşmeler ise hava kirliliği açısından birinci basamağa göre daha olumsuz, ancak daha yüksekteki basamaklara göre olumlu şartlara sahiptir. Ülkemizin yaklaşık %45,9'unu kaplayan 100-2000 m'ler arasında kalan basamak ise en olumsuz sıcaklık şartlarını taşımaktadır. Bu basamaktaki kentlerde çok miktarda yakıt tüketilmekte ve hava daha yüksek oranda kirlenmektedir. Ülkemizde yükselti basamağı olarak 2000 m'nin üzerinde şehir bulunmadığından, bu basamağın hava kirlenmesi açısından önemi de yoktur. Fakat 1000-2000 m'ler arasındaki kademede kurulmuş olan kentlerden 2000 m'ye yakın olanlar, yükseltinin hava kirliliği üzerinde yaratmış olduğu olumsuz tesirleri maksimum düzeyde yaşamaktadırlar. Erzurum, Doğubeyazıt, Hakkâri, Kars gibi şehirler bu grubun tipik örnekleridir.

Türkiye topografyasında yükseltinin bir taraftan kıyılardan iç kesimlere doğru, diğer taraftan batıdan doğuya doğru arttığı bilinmektedir. Bu durum kıyı ile iç kesimler arasında şehirlerin yükseltilerini etkilediği gibi ülkenin doğu ve batı yarısındaki şehirlerin yükseltilerini de farklı kılmaktadır. Örneğin; ülkenin batısındaki tektonik kökenli ova ve havzalarda kurulmuş olan şehirlerde yükseklik 200-250 m'ye kadar çıkabilmektedir. İçbatı Anadolu eşiğinde ise yükselti değeri 1000 m'nin üzerine çıkmaktadır. Dolayısıyla, asıl Ege Bölümü'ne nazaran, buradaki şehirler daha olumsuz şartlar taşımaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde havza içerisinde ova kenarında veya platolarda kurulmuş olan kentler ise daha ziyade 850-1000 m ortalama yükseklikte bulunmaktadır. Bu yükselti değerleri bölgenin doğusuna doğru artarak, ortalama 1000 m'nin üzerine çıkmaktadır. Dolayısıyla İç Anadolu'nun doğu yarısı dışında kalan kentleri, İç Batı Anadolu'ya göre daha aşağı seviyelerde kurulmuşlardır. Ülkemizde ortalama yüksekliğin Doğu Anadolu Bölgesi'nde artarak 1500 m'nin üzerine çıkması ve özellikle doğu ve kuzey doğuda bazı tektonik ovaların yüksekliği 1700-2000 m'leri bulmaktadır. Böylece ülkenin doğusundaki bazı ovaların yüksekliği Batı Anadolu'daki dağların yüksekliğine ulaşmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ise diğer iki iç bölgeye nazaran daha düşük yükselti seviyelerine sahiptir. Bu bölgede Torosların önünde uzanan, vadilerle derin bir şekilde parçalanmış olan platolar 500-600m

yükseklikte bulunmaktadır. Güney Doğu Anadolu'nun daha alçak olan bu platolarına yerleşmiş olan şehirler diğer iki iç bölgenin şehirlerine göre yükseltinin olumsuzluklarından daha az etkilenmektedirler. Sonuç olarak, kıyı kesimlerimizde kurulmuş olan şehirlerde yükseklik faktörünün hava kirliliğinde etkisi görülmemektedir. İç kesimlerde kurulmuş kentlerde ise yükseklik hava kirliliğinde olumsuz bir faktör durumundadır. Bu olumsuzluk, özellikle, İç Anadolu'nun doğu yarısı ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde daha da artmaktadır. Bu kesimler kış döneminde fazlasıyla düşen sıcaklıklar nedeniyle yanmadan kaynaklanan hava kirliliği, yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir.

4.2.3. Bakı

Topografyanın bakı faktörü, herhangi bir yerleşmenin güneşe karşı olan konumunu belirlediğinden, güneşlenme süresinde etkili olmaktadır. Güneşlenme süresi ise , o yerleşim merkezinin atmosfer sıcaklığında rol oynamaktadır. Bakı durumuna bağlı olarak değişen atmosfer sıcaklığı da yerleşmelerdeki ısınma ihtiyacını ve buna bağlı olarak tüketilen yakıt miktarını belirleyebilmektedir. Buna göre bakı durumu-ısınma ihtiyacı ve tüketilen yakıt miktarı arasındaki ilişki hava kirliliğine de yansıyabilmektedir.

Bilindiği gibi ülkemizin de içinde yer aldığı kuzey yarım kürede güneye bakan yamaçlar, güneş ışınlarını daha uzun süreyle aldıklarından, buralarda gündüzleri sıcaklık daha yüksektir. Dolayısıyla ülkemizde dağların güneye bakan yamaçlarında veya güney eteklerde kurulmuş olan daha az yakıt tüketildiğinden, ısınma kaynaklı kirleticilerde atmosferde daha düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Kuzeye bakan yamaçlarda yada kuzey taraftaki eteklerde konumlanmış olan şehirlerimizde ise birincilerin aksine, güneş ışınlarına daha kısa süre maruz kalındığından gündüz sıcakları daha düşüktür. Buna bağlı olarak günlük yanma süresi içerisinde daha fazla yakıt harcanmakta ve daha yüksek oranda kirletici atmosfere gönderilmektedir.

Bu belirtilerin dışında, havanın durgun ve soğuk olduğu bazı kış gecelerinde ortaya çıkan ve ince bir hava tabakası etkileyen sıcaklık terselmesinin etki derecesi bakı durumuna göre değişebilmektedir. Sıcaklık terselmesinin görüldüğü durumlarda güneye bakan yamaçlarda öğlen saatlerine doğru hava yeterince ısındığından, bu durum ortadan kalkabilmektedir. Hâlbuki kuzeye bakan yamaçlarda güneş ışınları yeterli olmadığından, terselme olayı uz süre devamlılığını koruyabilmektedir.

Bütün bu değerlendirmeler, ülkemizde kıyı kentleri bir tarafa bırakılacak olursa; İç kesimlerde kurulmuş olan şehirlerimizin bakı durumlarının hava kirliliği üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle ülkemiz topografyasında dağlık alanların ve yüksek platoların ne kadar geniş alan kapladığı da hatırlanırsa, bu jeomorfolojik ünitelerin yamaçlarında, ortasında veya kenarında kurulmuş olan şehir yerleşimlerinin bakı durumlarının hava kirliliklerini ne ölçüde etkileyebileceği de anlaşılır. Ülkemizin kuzey ve güney kıyılarına paralel bir şekilde uzanmış olan Toros sistemi ve Kuzey Anadolu dağlarının çok keskin olan bazı farklılıkları, bu sistemlerin kuzey ve güney eteklerine yerleşmiş olan şehirlerin hava kirliliği konsantrasyonlarında göz ardı edilemeyecek faktörlerdir.

Bunlardan özellikle Torosların güney kesiminde kalan kentler gündüz ışıklarından daha fazla yararlandıkları gibi denizel şartları da yaşadıklarından, hava kirliliğini etkileyen olumsuz klimatolojik faktörlerden önemli ölçüde uzak gözükmektedirler. Hâlbuki Torosların kuzey eteklerine konumlanmış şehirler, aynı ölçüde şanslı gözükmezler, her şeyden önce bakı farklılığının yaratmış olduğu daha olumsuz sıcaklık şartları ile karşı karşıyadırlar. Ayrıca bakının sebep olduğu yağış eksilmesi de kirli havanın temizlenmesinde bir başka olumsuz faktör olarak belirlenmektedir.

Kuzey Anadolu sisteminin etkisiyle ise yine her şeyden önce kıyı ve iç kesimleri birbirinden ayırmak şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ancak bu sistem bilindiği gibi kıyı ve iç sıraları şeklinde ikiye ayrıldığından etki daha karmaşıktır. Kıyı sıralarının daha az güneşlenen kuzey yamacı denize dönük olduğundan, bu yamaçta ya da kıyıda kurulmuş olan kentler, denizel etki sebebiyle bakının sebep olacağı sıcaklık düşmesini keskin bir biçimde yaşamazlar. Ayrıca gere bölgenin ve gerekse Türkiye'nin birinci derecede yağışlı kuşağı olması bakımından da kirli havanın yıkanarak temizlenmesi avantajına da sahiptir. Gerek kıyı sıraları ile iç sıralar arasındaki havzaların kuzey yamaçlarında ve gerekse iç sıraların iç bölgelere dönük kuzey kesimlerini seçen şehirler, bakının sebep olduğu olumsuz sıcaklık şartlarından fazlasıyla etkilenmekte ve bu durum atmosferlerinin kirliliğine yansıyabilmektedir.

Batı Anadolu da dağların kuzey ve güneyde ki gibi denize paralel uzanmaması, başka bir deyişle denize dik uzanması gibi nedenlerle, denizel etkiler, oluklar vasıtasıyla içerilere ulaşabilmektedir. Dolayısıyla, bu olukları seçen yerleşmelerde kuzey ve güney etekleri ya da yamaçları seçmiş olmanın etkileri, diğer iki sistemdeki kadar keskin değildir. Ancak bununla birlikte, burada da güneyde konumlanmış olan şehirlerin daha avantajlı oldukları kabul edilmelidir.

İç bölgelerde ise özellikle kış döneminde düşük olan sıcaklıklar kuzey yamaçta konumlanmış yerleşmelerde bakının olumsuz tesirleriyle daha da düşmektedir. Dolayısıyla bu özelliklere sahip olan kentlerin havası daha çok yanmadan bir kirlilik özelliği taşımaktadır. Özellikle Doğu ve İç Anadolu bölgelerinde bakının yaratmış olduğu olumsuzluklar diğer bölgelere göre çok daha net ve sonuçları da çok daha belirgindir.

Güney Doğu Anadolu da topografyanın daha sade ve daha alçak olması ve bölgenin kuzey sınırını genelde Toros sisteminin belirlenmesi, bu bölgede bakının hava kirliliği üzerindeki etkilerini azaltmakta ve daha yerel ölçeklerde farklanmalara sebep olmaktadır.

Ülkemizde topografyanın hava kirliliği üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerini birkaç grup altında değerlendirmekle birlikte, esasında bu faktörlerin ayrı ayrı değil, topluca bir arada ele alınması gerekir. Çünkü, herhangi bir topoğrafik şekil (bir vadi veya havza içerisinde konumlanma veya bir dağ yada plato yamacında veya düzlükte konumlanma gibi) orada yerleşmiş olan kentin hava konsantrasyonunu belirlerken, aynı zaman da o kentin hava kirliliği konsantrasyonunu belirlerken, aynı zaman da o kentin yükseltisinin ve bakı özelliklerinin de bilinmesi gerekir. Yani hava kirliliğinde topografyanın şekli, yükselti, bakı gibi unsurlar, ayrı ayrı değil, aksine bir kombinezon şeklinde etkiye sahiptirler. Ancak biz

burada konunun daha net bir biçimde anlaşılmasını sağlamak için bu faktörleri teker teker değerlendirmeyi uygun bulduk.

Bu topluca değerlendirmeden, Türkiye için çıkartabileceğimiz belli başlı sonuçlar şunlardır:

1- Türkiye’de havza ve vadi içerisinde kurulmuş olan kentlerimiz etrafı açık ya da rüzgârın kolaylıkla kanallıze olabildiği oluklara yerleşmiş olan kentlerimize göre daha yüksek oranda ve daha uzun süre hava kirliliğine maruz kalabilmektedir.

2- Yüksek dağların eteklerinde, yüksek platolar üzerinde veya yamacında kurulmuş olan şehirlerimiz kıyıda yada alçak alanlarda kurulmuş olanlara göre daha yüksek ölçekte hava kirliliği konsantrasyonuna sahiptirler. Bu bakımdan iç bölge kentleri daha olumsuz şartlar taşımaktadır.

3- Güney yamaçta konumlanmış ve denizel etkilere açık olan kentlerimiz, kuzeye bakan yamaçta kurulmuş ve denizel etkilerden uzak olan kentlere göre daha avantajlıdır. Bu bakımdan kıyıda, kıyıya yakın veya güneye bakan yamaçları seçmiş olan şehirler, hava kirliliğini daha düşük konsantrasyonlarda yaşarlar. Aksine iç kesimde ve özellikle kuzeye bakan yamaçları seçmiş olanlar, daha yüksek oranda hava kirliliğine sahne olurlar.

4- Şehirlerin yer seçiminde ve planında muhakkak surette topografyanın etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü olumlu topoğrafik koşullar, beşerî sebeplerle doğan hava kirliliğini azaltmakta, olumsuz topoğrafik koşullar, ortaya çıkan kirliliği artırmakta ve süresini uzatabilmektedir.

4.3. Bitki Örtüsü

Bitkilerin kükürt ihtiyaçlarının çok büyük bir kısmının topraktan karşılandığı bilinmektedir. Bitkiler topraktan kükürt ihtiyaçlarının karşılayamadıkları durumlarda yaprakları vasıtasıyla atmosferdeki kükürt dioksiti almaktadırlar. Böylece bitkiler atmosferdeki kükürt dioksit miktarını azaltarak hava kalitesi üzerinde olumlu rol oynamış olurlar. Atmosferden önemli miktarlarda nitrojen oksitleri de alarak havanın temizlenmesine yardımcı olurlar.

Bitki toplulukları ile hava kalitesi arasındaki bu önemli bağıntıya işaret ettikten sonra, Türkiye bitki örtüsünün genel görünümünü belirlemek gerekir. Türkiye bütünüyle yeryüzündeki flora âlemlerinden Holarktik floranın sınırları içerisinde kalmaktadır. Holarktik flora âleminin ise ülkemizde Akdeniz flora bölgesi, İran-Turan flora bölgesi, Arabistan-Suriye flora bölgesi, Avrupa-Sibirya flora bölgesi olmak üzere dört ayrı tipi görülmektedir. Ülkemiz bu anlamda birbirinden farklı dört ayrı flora bölgesine ait bitkileri taşıdığından, floristik açıdan zenginliği anlaşılmaktadır. Hatta bu flora bölgeleri içerisinde çok farklı floristik bölüm ve yöreler de bulunmaktadır.

Bitki örtüsünün havanın temizlenmesi üzerindeki olumlu rolü, vejetasyonun sıklık ve gürlük gibi özellikleriyle çok yakından ilişkilidir. Bu bakımdan en olumlu etkiyi gür

ormanların, en az etkiyi de cılız steplerin yapması beklenmektedir. Bu ilişkiden hareketle, Türkiye’de vejetasyon formasyonlarının dağılışılarıyla bağlantılı olarak atmosferi temizleyici etkileri ortaya konabilir.

4.3.1. Orman Formasyonu

Orman formasyonu ülkemizde daha çok kıyı bölgelerinde kuşaklar şeklinde uzanmaktadır. İç kesimlerde ise daha ziyade lokal bir yayılışları vardır. Orman formasyonunun barındırdığı karakteristik türler, coğrafi bölgelere ve yükseltiye göre önemli farklılıklar göstermektedir.

Türkiye’nin kuzeyinde Karadeniz ve Kuzey Marmara bölgelerini içine alan yaklaşık 1500 km lik bir uzunlukta zaman zaman genişleyip daralan bir orman şeridi uzanmaktadır. Bu orman şeridinin Karadeniz kıyılarında yağış şartları daha elverişlidir. Buralarda yaz döneminde dahi Doğu Karadeniz başta olmak üzere yağış kaydedilmektedir. Ancak, denizden uzaklaşıp bölgenin iç kesimlerine doğru gidildikçe, denizel etkiler hafiflemekte, orman örtüsünün bileşimi ve görünümü de değişmektedir. Detayda ise bölgenin kıyıdaki bölümleri arasında bitki toplulukları üzerinde fazlasıyla etkili olan yağış miktarı ve dağılışı önemli farklılıklar göstermektedir. İklim elemanlarından yağış ve sıcaklığa ait göstergeler, Kuzey Anadolu kıyılarında denizel iklimin hüküm sürdüğünü belirtmektedir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölümü’nde uygun yağış ve sıcaklık şartlarına bağlı olarak gür ve kesif bir bitki örtüsünün oluşturduğu Kolşik flora bu bakımdan tipik bir örnektir. Kolşik floranın aynı zamanda çok zengin bir orman altı topluluğu da vardır. Türkiye’de özel görünümüyle dikkat çeken kolşik flora sektörü, bulunduğu çevrenin havasını temizlemesi bakımından birinci derecede önem taşımaktadır.

Kolşik orman yukarılara doğru araya iğnelilerin de karışmasıyla karışık bir bileşim almaktadır. Yükseklerde yapraklılar arasına doğu ladini, Kafkas göknarı ve sarıçamlar karışmaktadır. Ortalama olarak 1500 m seviyelerinden itibaren iğneliler hakîm duruma geçmektedir. Bu kesimde ormanlar 2100 m’ye kadar yükselmektedir. Bu seviyeden sonra özellikle olumsuz sıcaklık şartları, orman teşekkülünü mümkün kılmamaktadır. Artık düşük sıcaklıklara dayanabilen, vejetasyon süresi kısa olan otsu bitkilerin oluşturduğu Alpin bitkiler katı belirmektedir. Bu bölümde iğneliler katı, kolşik flora alanına göre daha seyrek bir görünüm sergilediğinden ve daha önemlisi yerleşim merkezlerinin uzak çevresinde kaldığından, hava kalitesi üzerindeki rolü daha az önemlidir. Fakat bu iki orman kuşağı bir arada düşünüldüğünde, tahribe uğramadıkları yerlerde bölümün atmosferinde çok önemli bir yere sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu açıdan Karadeniz Bölgesi’nde ve bütünüyle Türkiye’de böyle bir alan daha bulmak mümkün değildir.

Bu alanın batısında, Ordu meridyeninden Bulgaristan sınırına kadar olan kuzey kıyılarımız ise Kuzey Anadolu orman sahası olarak adlandırılmaktadır. Burada da nemli iklimin hazırlamış olduğu iyi gelişmiş nemcil orman formasyonu hakîmdir. Kuzey Anadolu orman alanında kıyıdan 200-300 m yüksekliğe kadar olan dar bir şeritte ormanın tahribiyle onun yerine yerleşmiş ağaçlık ve çalı formasyonu mevcuttur. Tahribin olmadığı kesimlerde ise orman hemen kıyıdan itibaren başlamaktadır. Kuzey Anadolu’nun yapraklılardan oluşan

orman şeridi aynı zamanda orman altı formasyonunca da zengindir. Ortalama olarak 700 m yüksekliğe kadar çıkan yapraklı ağaçlardan oluşan orman çok çeşitli türleri bir arada barındırmaktadır. Yaklaşık 700-1200 m seviyeleri arasındaki kuşakta iğnelilerin de bileşime girdiği karışık ormanlar yayılmaktadır. Daha üst seviyelerde ise göknar-kayın karışımı ve araya sarıçam ve karaçamların da girdiği, genelde iğnelilerin hakîmiyetinde olan bir başka bitki kuşağı seçilmektedir. Kuzey Anadolu orman sahasının Orta Karadeniz Bölümü'nde yükselti değerleri ormanın üst sınırına ulaşmadığından, orman örtüsü dağların zirvelerine kadar yayılmıştır. Fakat Kuzey Anadolu orman sahasında kıyı ve iç sıraları birbirinden ayıran boyuna oluklar, özellikle yetersiz yağış koşulları nedeniyle, aynı zenginlikte ve kesiflikte bitki örtüsüne sahip değildir. Kuzey Anadolu'nun Orta Karadeniz ve Batı Karadeniz kıyıları da aynı ölçüde yağışlı değildir. Özellikle Samsun ve Sinop çevrelerinde doğu ve batıya nazaran daha az yağış özelliği gösteren bir alan seçilmektedir. Dolayısıyla kıyının hakîm vejetasyonu olan nemcil ormanın karakteri bu kesimlerde bozulmaktadır.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere, Kuzey Anadolu orman sahası, kolşik floraya yakın ölçülerde tür zenginliği göstermektedir. Buna bağlı olarak söz konusu orman alanı da yakın çevresinde bulunan yerleşim merkezlerinin atmosferlerinin temizlenmesinde fazlaca önem taşımaktadır. Bununla birlikte, yağış eksilmesinin olduğu kıyı kesimlerinde ve özellikle boyuna depresyonlarda orman aynı bileşimde ve zenginlikte olmadığından, bu gibi yerlerde bitki örtüsü hava kalitesi üzerinde aynı derecede öneme sahip değildir.

Karadeniz kıyılarının nemcil ormanları, Çamdağı'nın batısından itibaren yağış eksilmesi nedeniyle yerini kurakçıl ormana bırakmıştır. Başlıca elemanı meşe olan bu orman geniş ölçüde tahribe uğramıştır. Kuru ormanlar Kocaeli platosundan Trakya'ya doğru uzanmaktadır. Kocaeli ve Çatalca platolarında bitki örtüsü tahrip edilmemiş olsa idi, bu gün doğal bitki örtüsünün orman olması gerekirdi. Buralarda lokal olarak bazı yerlerde bitki örtüsünün gerçek durumunu gösteren orman kalıntılarına rastlanmaktadır. Bunların en iyi korunmuş örneğini İstanbul'da Belgrad ormanlarında görmek mümkündür. Belgrad ormanlarının yakın zamanlara kadar Boğaziçi'ne kadar uzandığı bilinmektedir. Ancak, yine de bu kalıntının İstanbul şehrinin havasına az da olsa olumlu katkısı vardır. Çatalca-Kocaeli platosunda bitki örtüsünün büyük ölçüde tahribe uğrayarak asli karakterini yitirmiş olması, bu yoğun yerleşim alanında hava kalitesine daha az ölçülerde katkıda bulunmasına sebep olmuştur.

Trakya'nın kuzeydoğusunda uzanan Istranca Dağları'nda yağış şartlarının elverişli olması, özellikle kuzey yamaçta nemcil ormanın tutunmasına imkân hazırlamıştır. Yaklaşık olarak 450 m seviyesinin üzerinde olan nemcil ormanın hakîm elemanı doğu kayını olup zengin bir bileşim göstermektedir. Daha aşağı seviyelerde orman yine sık olmasına rağmen, genellikle meşelerden oluşmaktadır. Istranca kütlelerinin kuzey yamacının bu elverişliliğine karşın, güney yamaçta iklim şartları gür ve nemcil ormanın gelişimi için uygun şartlarda değildir. Bu yamaçta daha çok kuru karakterli meşeler ve doğu gürgeni yaygındır. Bu duruma göre Istranca kütlelerinin özellikle kuzey yamacındaki gelişkin bitki topluluğu çevresindeki yerleşim merkezlerinin havası için önemli sayılmaktadır. Güney yamaçtaki kuru ormanın bu yönlü katkısı ise çok daha sınırlı kalmaktadır.

Trakya'nın ortasında önemli bir yer işgal eden Ergene Havzası, iklim koşulları açısından farklı bir özellik taşır. Karasallığın belirgin olduğu bu sahada kıyı kesimlerine göre yağış miktarı bir hayli azalmaktadır. Bu durum ise Trakya'nın orta kesiminin bitki örtüsü üzerinde olumsuzluklar yaratmaktadır. Trakya'nın merkezi kesimlerinde doğal bitki örtüsünün kuru karakterli meşe ormanlarından oluşması beklenmektedir. Fakat bitki örtüsünün korunduğu alanlarda bu durum gözlenmesine rağmen, Ergene Havzası'nın bu gün önemli bir kısmında kuru ormanlar ortadan kaldırılmıştır. Tahrip edilen bitki örtüsünün yeri, daha çok ziraat alanına dönüştürülmüş, ya da buralara step topluluğu yerleşmiştir. Buna göre Ergene Havzası'na ve özellikle havzanın merkezi kısmına yerleşmiş olan şehirler, bitki örtüsünün zayıflığından dolayı şanssız sayılmaktadır. Çünkü buraların atmosferlerinin temizlenmesi olayında bitki örtüsü yeterince faydalı olamamaktadır. Ancak havzanın kenar kısımlarına doğru kuru ve seyrek ormanın belirmesi, bu topluluğun buralardaki yerleşmelerin hava kalitelerinde az da olsa etkili olabileceğini akla getirmektedir.

Daha önce bahsedilen Kuzey Anadolu orman sahası, olumlu topografik ve iklimatik şartlardan yararlanarak Güney Marmara'ya kadar sokulma imkânı bulmuştur. Manyas ve Ulubat Havzalarının güneyindeki dağlık alanlarda, özellikle Uludağ başta olmak üzere Kuzey Anadolu ormanları göze çarpmaktadır. Nemcil ormanın yerini Balıkesir güneyinde ve Biga yarımadasında kurakçıl orman almaktadır. Nemcil ormanlar Güney Marmara'da Uludağ ve Kazdağı'nda iyi gelişme imkânı bulmuştur. Bu yükseltilerden Uludağ'ın kuzeye bakan yamaçlarında çok belirgin orman şeritleri görülmektedir. Burada 750 m'ye kadar olan seviyelerde tahribe uğramış ormanlar yer almaktadır. Bunun üzerinde ise meşe ve kestanelerin arsına doğu kayınlarının da karıştığı nemli ormanlar katı başlamaktadır. Daha yukarı seviyelerde yapraklıların arasına karaçam ve Uludağ göknarı gibi iğneliler karışmaktadır. 1500-2000 m seviyeleri arasında ormanın başlıca elemanını Uludağ göknarı oluşturmaktadır. Uludağ'da aynı zamanda orman altı florası da çok zengindir. Yine aynı şekilde Kazdağı'nda 1200 m seviyelerinden itibaren karaçam-kayın ve Kazdağı göknarının bulunduğu orman gür ve kesif bir özellik taşımaktadır.

Güney Marmara'da nemcil ormanın sokulma imkânı bulduğu Uludağ ve Kazdağı gibi kütlelerin etrafında konumlanmış olan şehirler, bitki örtüsünün havayı temizleyici etkisinden yararlanma şansına sahip gözükmektedirler. Bölümün geriye kalan kısımlarında genellikle kuru orman ve maki toplulukları daha seyrek vaziyette dağıldıklarından, nemcil ormanlar kadar hava kalitesi üzerinde olumlu etki yaratamazlar. Ancak, bu topluluklar yer yer gürlükleri ve kesiflikleri oranında bulundukları yerin havasının temizlenmesine katkıda bulunabilirler.

Güneyde Akdeniz Bölgesi'nde ormanlar, genelde Toros sistemi üzerinde yayılış göstermektedir. Akdeniz'e paralel bir biçimde sürekli ve şekilde uzanan Toroslar'da iklim şartları Kuzey Anadolu Dağlarından farklı olduğundan, burada nemcil orman görülmez. Toros sisteminin güney eteklerinde genellikle 300-400 m seviyelerinden itibaren maki topluluğu yerini ormana bırakmaktadır. İç kesimlere doğru sokulan vadi yamaçlarında ise bu sınır biraz daha yükselerek 500-600 m'leri bulmaktadır. Meşe ve kızılçamlar bu ormanın en tanınmış elemanlarındandır. 1200-1400 m'lere kadar çıkan bu ormanda meşe ve kızılçamlara gürgen,

akçaağaç, karaağaç, dişbudak, kavak, çınar, keçiboynuzu ve kızılçık gibi elemanlar da eşlik etmektedir. Akdeniz orman alanında iğnelilerin de çok geniş bir yayılımı vardır. Bazen bunlar kıyıdan itibaren ormanın üst sınırına kadar ulaşabilmektedir. Bunlardan kızılçamlar kıyıdan başlayıp 1200 m'ye kadar çıkmaktadır. Karaçamlar ise yaklaşık 1000 m seviyelerinde bileşime karışmakta ve 1200 m'den sonra hakîm duruma geçmektedir. Torosların daha yüksek kesimlerinde (1200-2100 m'ler arası) Lübnan sediri ve Toros göknarı karakteristik iğneli türlerdir. Bunlara zaman zaman ardıçlar da eşlik etmektedir. Akdeniz ormanlarının alt florası yaklaşık 600 m'lere kadar çeşitli maki türlerinden meydana gelmektedir. Daha yukarı seviyelerde orman altı florası fakirleşmektedir.

Amanus Dağları üzerindeki orman topluluğu da Toroslar üzerindikilerle genel anlamda benzeşmektedir. Burada maki sınırının üzerinden itibaren meşeler hakîm duruma geçmekte ve meşeler arasına gürgenler karışmaktadır. 1000 m den sonra bileşime karaçamlar da girmeye başlar. Amanuslar'ın kuzey kısmında ise 1500 m den sonra karaçamların arasına doğu kayını da karışmaya başlar.

Akdeniz ormanlarının yayılım alanı olan Toroslar ve Amanus Dağları çevrelerindeki şehirlerin hava kalitesi açısından önemli bir yere sahiptir. Özellikle Toros sisteminin güney eteklerinde, yani Akdeniz kıyılarında konumlanmış olan şehirler bu açıdan daha avantajlı sayılmaktadır. Gerçi bu gün Akdeniz orman alanı da diğer sahalarda olduğu gibi önemli ölçülerde tahribe uğramış ve yukarı seviyelere çekilmek zorunda bırakılmıştır. Orman bölgede doğal hâlini korumuş olsa idi, bu gün Akdeniz'in kıyı kentlerinin atmosferinde çok daha önemli bir yere sahip olabilirdi. Toros sisteminin iç bölgelere dönük kuzey yamacı ormanın bileşimi ve görünümü açısından daha farklı bir manzara göstermektedir. Bu kesimde orman daha kuru ve daha seyrek. Dolayısıyla iç bölge şehirlerine hava kalitesi açısından aynı avantajı sunmazlar.

Ege Bölgesi'nde ise Marmara Bölgesi'nin güneyinden başlayıp Akdeniz'e kadar uzanan dağlar ve platolar üzerinde yer yer süreklilik gösteren meşe ve çam ormanları tutunmaktadır. Söz konusu ormanlar fazlasıyla tahribe uğramışlardır. Bölgede kuzeyde Madra Dağı'nın eteklerinden 550 m'ye kadar olan alanda palamut meşesi, kızılçam ve fıstıkçamı yayılım göstermektedir. Daha doğuda Dursunbey çevresinde karaçamların hakîm olduğu orman formasyonu parçalı bir şekilde Kütahya platoları üzerinden Eskişehir-Afyonkarahisar arasındaki platolara kadar sokulmakta ve İç Anadolu platoları kenarında sona ermektedir. Platolar üzerindeki dağlık alanlarda ise nemliliğin artmasıyla beraber nemcil ormanlara yaklaşım söz konusudur. Örneğin; Alaçam Dağları, Şaphane Dağı, Murat Dağı böyledir.

Ege Bölgesi ormanları, Ege depresyonları arasında yükselen dağlar ve platolar üzerinde fazla bir kesintiye uğramadan Kerme körfezine kadar uzanmaktadır. Bu geniş orman alanının bazı kesimlerinde palamut meşesinin hakîm bir yayılımı vardır (Aydın-Nazilli çevresindeki dağların güneyinde). Bazı kesimlerde ise kızılçamlar egemen duruma geçmektedir (Samsun Dağı'nda, Bafa Gölü çevresinde olduğu gibi). Daha yüksek yerleri seçen karaçamlar da İzmir çevresindeki dağlık alanlarda, Boz Dağlar kütesinde hakîm bir yayılım içerisinde. Bazı sınırlı alanlarda ise fıstık çamı toplulukları göze çarpmaktadır.

Bölgenin güneyinde Akçay Havzası'nın yüksek yerlerinde Lübnan sedirine rastlanmaktadır. Ege orman alanının güney kısmında Türkiye'de lokal yayılışı olan günlük ağacı topluluğu bulunmaktadır. Bilindiği gibi üçüncü zamanda yayılış alanı daha geniş olan günlük ağacı bu gün ülkemizin güneybatı köşesinde relikt bir topluluk oluşturmaktadır. Bu topluluk Denizli civarında 900-1000 m yüksekliğe kadar çıkabilmektedir.

Bu değerlendirmelerden anlaşılacağı üzere, Ege Bölgesi'nde Marmara güneyinden Akdeniz'e kadar uzanan dağlar ve plato alanları ormanın yerleşme sahası olarak dikkat çekmektedir. Söz konusu orman alanı içerisinde bulunan ağaçsız alanlar ise hiç şüphesiz tahribatın bir sonucudur. Orman formasyonunun bölgede ki bu dağılışı özelliği aynı zamanda hava kalitesi üzerindeki etki derecesini de belirlemektedir. Şöyle ki, dağlık alanların eteklerine ya da plato alanlarının üzerine ve ya yamaçlarına yerleşmiş olan şehirler, orman topluluğunun atmosferi temizleyici etkisinden yararlanabilme özelliğine sahip gözükmemektedirler. Ancak depresyon içlerine ya da ovaların üzerine kurulmuş olan şehirler, diğerleri kadar avantajlı sayılmamaktadır. Çünkü bölgenin bu gibi yerlerinde bitki örtüsü aşırı derecede tahrip edilmiş ve ziraatin kesif olarak yapıldığı alanlar hâline dönüştürülmüştür. Bölgenin kıyı kuşağında bulunan kentler de bitki örtüsünün tahribi nedeniyle atmosferlerinin temizlenmesi açısından, ormanın bu olumlu yönünden fazlaca yararlanma imkânına sahip gözükmemektedirler. Ancak, ormanın korunarak kıyı yakınına ulaştığı yerler için olumlu etkisi düşünülmektedir.

Kıyı bölgelerinde ormanın gür ve sık görünümüne rağmen, iç bölgelerdeki olumsuz iklim şartları, ormanı daha fakir kılmış ve yayılış alanını sınırlandırmıştır. Fakat iç bölgelerden özellikle Doğu Anadolu'da yayılışı olan sarıçam ve meşe ormanları, kapladıkları alan ve sıklık bakımından önem taşımaktadır. Bilindiği üzere, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Maraş meridyeninin doğusundaki Güneydoğu Toroslar ve daha kuzeye doğru devam eden dağlık alanlar ve platolar tahrip görmüş meşe ormanlarının dağılışı bölgeleridir. Çoğu yerde saf meşe topluluğu görünümünde olduğundan, bu ormanlara Doğu Anadolu meşe ormanları da denmektedir. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu steplerini kuzeyden sınırlandıran Güneydoğu Toroslar'da da saf meşe topluluklarına rastlanmaktadır. Özellikle Pötürge, Çermik, Eğil, Kulp, Lice, Silvan, Siirt, Pervari, Bingöl ve Tunceli çevrelerinde tahripten arta kalmış meşe alanları göze çarpmaktadır. Ayrıca, Güneydoğu Anadolu step alanı ortasındaki Mazı Dağı, Mardin-Midyat eşiği ve Raman Dağı, Karacadağ gibi yükseltiler meşe kalıntılarının görüldüğü alanlardır.

Doğu Anadolu meşe topluluğu step kenarında ağaçcık ya da çalı görünümünde bodur bir topluluktur. Yaklaşık 800-850 m'lerden sonra meşeler boylanmaktadır. Genellikle seyrek şekilde dağılmış olan bu meşe topluluklarının arasına bazen ardıçlar da katılmaktadır. Kuru orman karakterindeki meşe ormanları, iç bölgelerden özellikle doğu Anadolu'da önem kazanmaktadır. Bu bölgede kuru ormanın bizzat yayılış alanı içerisinde kalan ya da yakın çevresinde konumlanmış kentlerin havası için kısmen de olsa önem taşıdığı düşünülebilir.

Doğu Anadolu'nun kuzeydoğusunda ise saf sarıçam ormanları yaygınlık kazanmaktadır. Bölgede sarıçam ormanları, Sarıkamış ve çevresinde, Şenkaya ve Göle

civarında Allah  ekber Dağlarının 1500 m'nin üzerindeki seviyelerinde, bazalt platoları üzerinde ve kuzeye bakan yamaçlarda, Oltu Havzası'nda Kırdağ, Akdağ-Köroğlu-Ziyaret Dağı'nın kuzeye bakan yamaçlarında Ardahan, Yalnızçam Dağları'nda 2000 m'nin üzerinde, Tortum Gölü çevresindeki dağların kuzeye bakan yamaçlarında 1300 m'den sonra dağılış göstermektedir. Bölgede bu ormanın dikey yöndeki dağılışı ortalama olarak 1300-2700 m' ler arasındadır. Sarıçam orman topluluğunun iyi bir gelişme gösterdiği Kuzeydoğ  Anadolu'nun söz konusu alanlarında g r ve nispeten sık olan bu topluluk meşe ormanlarına göre havayı daha fazla temizleyici etkiye sahiptir.

   Anadolu Bölgesi'nde ise orman formasyonu genellikle kuru karakterli olup elemanlarını daha çok karaçam-meşe ve ardıçlar oluşturmaktadır. Bilindiğı gibi bölgede step çevresindeki yüksek alanlar, antropojen step sahalarıdır. Buralarda meşe-karaçam karışımından veya saf karaçam topluluklarından oluşan orman bulunmaktadır. Geniş alan kaplayan karaçam ormanları kuzeybatıda Sündiken ve Sivrihisar dağları, batıda Yazılıkaya platosu, Sandıklı ve Murat dağları, Göller Bölgesi'nin yüksek kesimlerinde geniş alan kaplayan karaçam ormanları,    Anadolu platolarında kümeler oluşturmaktadır. Ayrıca Yozgat-Akdağmadeni çevresinde ve Eskişehir batısında sarıçam ormanları görülmektedir. Bölgenin klimaks vejetasyonu olan karaçam 1000-1500 m'ler arasında yer almaktadır. Ayaş Dağı karaçamın optimum şartlarda yetiştiğı bir alandır.    Anadolu Bölgesi'nde tahrip edilen karaçamların yerine meşeler yerleşmiştir. Bunlardan özellikle tüylü meşe önemli birlikler oluşturmaktadır. Bölgenin güneybatı kesiminde, Torosların kuzeye bakan yamaçlarında genellikle meşe-ardı  toplulukları, üst seviyelerde karaçam ormanları, yükseklerde ise g knarlar görülmektedir. Üç Anadolu'da Hasan Dağı'nda bazı vejetasyon kuşakları seçilmektedir. Sultan Dağlarının kuzeye bakan yamaçları da kuru orman alanı içerisindedir. Ayrıca Ankara'nın güneyinde karaçam ormanları, Yozgat- orum arasında karaçam-meşe ormanları, Akdağmadeni- orum arasında meşe gürgen toplulukları ve daha doğuda Uzunyayla kuzeyinde meşe korulukları bulunmaktadır. Sarıçam ormanları ise Akdağmadeni ile güneyde Kızılırmak vadisi arasında geniş bir alan kaplamaktadır. Ayrıca Kızıldağ, Zara kuzeyi ve Kelkit  ayı'nın yukarı havzasında bozulmuş sarıçam ormanlarına rastlanmaktadır.    Anadolu'nun bu kuru karakterli ormanı, bahsedilen dağılış alanı içerisinde ve yakın çevresinde bulunan yerleşmelerin havası üzerinde nisbeten temizleyici bir etki yaratmaktadır.

4.3.2.Ağaçcık ya da  alı Topluluğı

Bu topluluk ülkemizde daha çok maki formasyonu ile temsil edilmektedir. G r orman topluluğı kadar olmasa da maki formasyonunun da havanın temizlenmesinde olumlu rol  stlendiğı düşünülmektedir. Çünkü bu topluluk ülkemizde zemin şartlarının uygun olduğı ve tahripten kurtulduğı yerlerde boylanarak ve sıklaşarak bir orman görüntüsü alabilmektedir. Bu nedenle maki topluluğunun ülkemizdeki yayılış alanı ve özelliklerinin belirtilmesi hava kalitesi açısından önem taşımaktadır.

Daha önce bahsedildiğı gibi Akdeniz iklimin etkisi altında bulunan kıyı bölgelerimizin doğal bitki örtüsü, karakteristik bir alt florası olan meşe ve kızılçam ormanlarıdır. Ancak, bu kuru orman önemli ölçüde tahribe uğradığından, söz konusu topluluğın yerinde maki

formasyonu gelişmiştir. Maki topluluğu olumsuz çevre şartları ve tahribat sonucunda daha fakir bir topluluğa dönüşmektedir ki, buna garig denmektedir. Makinin karakteristik türlerini menengiç, sakız, mersin, defne, zeytin, sandal, kocayemiş, akçakesme, zakkum, funda, laden, kermez meşesi, süpürge çalısı gibi kurakçılar oluşturmaktadır.

Türkiye’de maki alanları güneyde Akdeniz kıyıları boyunca uzanarak, Ege kıyılarını da içine alacak şekilde Marmara kıyılarına ulaşmaktadır. Bu topluluk en iyi gelişmeyi Akdeniz kıyılarında göstermektedir. Kuzeye doğru çıkıldıkça tür sayısından ve yükseltiden kaybeder. Akdeniz kıyılarında yeşil şeritler hâlinde uzanan maki formasyonu topografyanın olumluluğu ölçüsünde içerilere doğru sokulabilmekte ve 500-600 m’lere kadar yükselebilmektedir. Kıyının hemen gerisinde yükselen Torosların eteklerinde ise 600 m’ye kadar çıkabilmektedir. 900 m’lere kadar ise orman altı florası şeklinde ulaşabilmektedir. Akdeniz Bölgesi’nde makinin kıyıdan fazlasıyla uzaklaştığı yerlerden birisi Adana bölgesidir.

Ege Bölgesi’nde maki ve garig formasyonunun yerleşmesine uygun geniş alanlar olmasına rağmen, bunlar zaman içerisinde fazlasıyla tahribe uğramışlardır. Bu sahalar bu gün daha çok zeytin plantasyonu ve çok çeşitli zirai ürünlerin yetiştirilme alanları durumundadır. Maki topluluğu Ege kıyılarında ve depresyonların kenarlarında 500 m’ye kadar çıkabilmektedir.

Marmara Denizi kıyılarında da maki topluluğu ancak 200-300 m’lere ulaşabilmektedir. Fakat coğrafi enlem ve soğuk baskınları gibi sebeplerle Akdeniz ve Ege bölgelerindeki kadar bileşimi zengin değildir. Maki topluluğu daha kuzeyde Batı Karadeniz kıyılarına kadar sokulabilmekte ve burada 150-200 m ile sınırlanmaktadır.

Ülkemizde maki topluluğunun tutunduğu Akdeniz, Ege, Marmara ve Batı Karadeniz kıyıları, daha ziyade birincil formasyon durumunda olan orman örtüsünü çeşitli sebeplerle kaybetmiştir. Bu sahalara ikincil formasyon olarak maki topluluğu yerleşmiştir. Belirtilen kıyılarımızda kurulmuş olan kentlerimizin hava kalitesinde orman formasyonu kadar olmasa da maki topluluğunun olumlu etkisi vardır. Sık bir yerleşime sahne olan bu kıyılarımızda makinin korunmasına özen gösterilmelidir. Çünkü ikincil olan bu formasyon da tahrip edildiğinde, toprak aşırı ölçüde kayba uğramakta ve ana kaya yüzeye çıkmaktadır. Bu nedenle bu sahaların bir daha bitkilendirilmesi mümkün olmamakta ve şehirlerimiz nefes almakta güçlük çekmektedirler.

4.3.3.Step Formasyonu

Bilindiği gibi step formasyonu fiziki çevre şartlarına bağlı olarak oluşmuş ot topluluğudur. Özellikle olumsuz iklim şartları (yağış yetersizliği, uzunca bir kurak devrenin görülmesi ve düşük sıcaklık şartları gibi) step topluluğunun gelişmesi üzerinde oldukça etkilidir. Fiziki çevre şartlarının hazırladığı step, asli step olarak bilinmektedir. Ancak ülkemizde yıllardan beri devam eden orman ve ağaçlıkların tahribiyle step alanını genişletmiş, aynı zamanda antropojen bir nitelik kazanmıştır. Yani beşerî müdahaleler ülkemizde asli step çekirdeklerinin alanlarını fazlasıyla genişletmelerine neden olmuştur. Gerçekte ülkemizde asli step alanları fazla bir alan kaplamamasına rağmen, antropojen

steplerin hemen her coğrafi bölge içerisine sokulmuş olmaları dikkat çekicidir. İster asli, ister antropojen olsun, step topluluğu kurak yaz ve soğuk kış döneminde canlılık faaliyetleri göstermez. Bu nedenle, bulundukları yerlerin hava kalitesi üzerinde orman ve ağaçlık toplulukları kadar önem taşımaz. Ülkemizde hava kirliliği konsantrasyonunun kış döneminde artmış olması, bu topluluğun soğuk devrede hava kalitesi üzerinde her hangi bir etkisinin olmadığını gösterir.

Türkiye’de step topluluğunun yaygın olduğu coğrafi bölgeler ve yöreler, aynı zamanda bitki örtüsünün havayı temizleyici etkisinden yoksun alanlar anlamını da taşımaktadır. Step topluluğunun yayılışı bakımından her şeyden önce kıyı bölgeleri ile iç bölgeler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu bakımdan gerek asli ve gerekse antropojen stepler, daha çok iç bölgelerde yayılma imkânı bulmuşlardır. Ancak stepin yayılışı ve karakteristiği, açısından da iç bölgeler arasında farklılıklar vardır.

Bunlardan İç Anadolu Bölgesi’nde steplerin önemli bir kısmı olumsuz çevre şartları tarafından hazırlanmıştır. Bölgede asli step alanları Tuz Gölü Havzası, Konya-Ereğli Havzaları ve Yukarı Sakarya Havzası’nda çok belirgindir. Buralardan çevreye doğru uzaklaşıldığında, antropojen step sahalarına geçilir. Bu gün bölgede ormanın alt sınırını belirleyen sahalara, aslında geçmişte kuru orman topluluğunun yayılış alanı idi. Beşerî müdahalelerle bir taraftan orman yok olurken diğer taraftan da stepte bilinçsiz hayvan otlatma sebebiyle önemli bozulmalar olmuştur. Step çevresindeki orman alanları bir tarafa bırakılırsa, İç Anadolu’da merkezi ovalarda ve depresyonlarda kurulmuş olan şehirlerin yakın çevreleri, havayı temizleyecek özellikteki bitki örtüsünden yoksun gözükmektedir. Ülkemizde bu kesimler bitki örtüsünün hava kalitesi üzerinde etkisiz olduğu alanlardır. Bölgenin kenar kısımlarında Kuzey Anadolu Dağlarının ve Torosların eteklerinde kurulmuş olan kentler ise bu açıdan biraz daha avantajlı gözükmektedirler.

Doğu Anadolu’nun depresyonları da İç Anadolu’nun steplerine benzer özellikler göstermektedir. Buralara yerleşmiş olan kentlerin havası da bitki örtüsünün temizleyici etkisinden faydalanamaz. Fakat Doğu Anadolu Bölgesi’nin topografyasında önemli bir yeri olan yüksek plato sahasında daha gür, daha sık ve yeşilliğini uzun süre koruyan yüksek stepler yaygındır. Ancak bu topluluk da kış döneminde dinlenme sürecinde olduğundan, bulunduğu yerlerin hava kalitesi üzerinde etkili olamamaktadır. Plato steplerinin kuzey kısmında sarıçam ormanlarına geçilmektedir. Bu geçiş bölgesinde bulunan yerleşmelerin ormanın temizleyici etkisinden yararlanabilecekleri düşünülmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi stepleri ise genel anlamda Güneydoğu Toroslar’ın Maraş-Gaziantep hattı ile Siirt meridyeni arasında çizdiği yaygın güneyindedir. Bu bölgedeki stepler İç ve Doğu Anadolu steplerine göre daha seyrek ve daha cılızdır. Özellikle güneye doğru çölümsü step görüntüsü belirlemektedir. Bölgede Mardin-Midyat eşiği ile Toroslar arasında kalan Diyarbakır Havzası ve Kilis-Cizre arasında yaklaşık 500 km’lik bir uzunluğa sahip olan alanlar step sahalarıdır. Bölgede Güneydoğu Toroslar’ın etekleri ve Mardin-Midyat eşiği bir tarafa bırakılırsa, geriye kalan geniş alanlarda step hakîm durumdadır. Step sahası içerisinde bulunan yerleşmeler, bitki örtüsü-hava kirliliği açısından olumsuz şartlara

sahiptirler. Mardin eşiği ve kuzeyde Toroslar kesiminde kuru karakterli orman toplulukları yayılış gösterdiğinden, buralardaki yerleşmeleri biraz daha avantajlı kılmaktadır.

Bitki örtüsü-hava kalitesi arasındaki ilişkilere göre; ülkemizde bitki örtüsünün olumlu etkisinden yararlanamayan yada az yararlanan yerler iç bölgelerimizin (İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri) step sahalarıdır. Bu açıdan en elverişsiz şartlara ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi sahip gözükmetedir. Ayrıca Türkiye’de Ergene Havzası’nda, Göller Bölgesi’nde, İç Batı Anadolu Eşiği’nde ve orojenik sistemler içerisindeki oluklarda antropojen stepler yaygındır. Belirtilen bu kesimler de hava kalitesi açısından stepin dezavantajını yaşamakla birlikte, yakın çevrelerindeki kuru orman toplulukları sayesinde iç bölgeler kadar olumsuzluk taşımazlar.

Uygulamalar

1) Yaşadığınız şehrin basınç ve hava kalitesi incelenmelidir. Yaşadığınız yerin basın haritaları ve kirlilik haritaları incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Bulunduğunuz şehirde kış döneminde yőksek basınç koşulları hava kalitesini etkiliyor mu? Araştırınız.
- 2) Bulunduğunuz şehrin hava kalitesi, olumsuz topografik koşullardan etkileniyor mu? Araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye bütünüyle Kış devresinde kutbi ve tropikal hava kütlelerinin etkisinde bulunmaktadır. Ancak bunlardan kontinental polar hava kütlesi daha çok Doğu ve İç Anadolu Bölgelerini etkilediğinden, buraları aynı zamanda yüksek basınç merkezleri durumundadırlar. Dolayısıyla kuru ve soğuk olan bu hava kütlesi, adı geçen bölgelerde havanın fazlasıyla soğumasına, kararlılığa ve sonuçta sıcaklık terselmesine yol açarlar. Bu durum ise hava kirliliği açısından en kötü iklimatik şartları ifade etmektedir. Hakîm hava kütlelerine bağlı olarak oluşan yüksek basınç durumu, İlkbahar başlarına kadar etkisini sürdürdüğünden, Türkiye’de hava kütlelerinin ve yüksek basıncın olumsuzluğunu daha çok iç bölgelerimiz yaşamaktadır. Kış döneminde kıyı bölgelerimizde ise alçak basınç alanları hakîmdir ve hava kararsızdır. Buralarda havanın kararsızlığı ve sıcaklığın fazla düşmemesi inversiyon olayını engellemekte ve dolayısıyla hava kalitesi üzerinde olumlu etki yaratmaktadır.

Türkiye’de Yanma döneminde kalan aylık ve günlük sıcaklık ortalamalarına göre; en avantajlı kesimler kıyıları olup, özellikle Akdeniz ve Ege kıyıları baş sırada bulunmaktadır. İç bölgeler kıyı bölgelere nazaran daha uzun yanma süresine sahiptir. Bu bakımdan Doğu Anadolu ve İç Anadolu, en uzun yanma süresine sahip (9-10 ay) bölgelerdir. Dolayısıyla yanma süresinin uzun olduğu iç bölgelerde daha fazla yakıt tüketilmekte ve atmosfere daha fazla kirlitici gönderilecektir.

Kış döneminde kıyı bölgelerinde nem içeriği yüksek olan kararsız hava kütleleri orografyanın da tesiriyle kuvvetli yağışları meydana getirirler. Bu nedenle genel olarak kıyı bölgelerinde kurulmuş olan kentlerimiz kış döneminde aldıkları bol yağış sayesinde hava kirliliğini doğal yollardan telafi etme şansına sahiptirler.

Soğuk dönemde basınç koşullarının sonucu olan rüzgâr yönü ve frekanslarının iç bölgelerde daha karışık ve daha zayıf olması, hava kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Kıyı bölgelerinde rüzgâr esiş yönü ve frekanslarının çok daha belirgin olması, hava kalitesindeki etkilerinin çok daha güçlü olmasına sebep olmaktadır.

Yerleşim merkezlerinin kurulduğu yerlerin topografik özellikleri, oradaki hava kalitesini olumlu ya da olumsuz şekillerde etkileyebilmektedir. Bu etki daha çok hava kirliliğinin konsantrasyonu ve yerleşim merkezi üzerinde kalış süresi şeklinde olabilmektedir. Bu açıdan topografyanın şekli, yükselti ve bakı gibi özellikler, hava kirliliğini etkileyen en önemli faktörler grubu olarak değerlendirilmektedir.

Bitki örtüsünün havanın temizlenmesi üzerindeki olumlu rolü, vejetasyonun sıklık ve gürlük gibi özellikleriyle çok yakından ilişkilidir. Bu bakımdan en olumlu etkiyi gür ormanların, en az etkiyi de cılız steplerin yapması beklenmektedir. Bu ilişkiden hareketle, Türkiye’de vejetasyon formasyonlarının dağılışıyla bağlantılı olarak atmosferi temizleyici etkileri ortaya konabilir.

Bu bölümde Türkiye’nin fiziki ortam koşullarının hava kalitesi üzerindeki tesirleri değerlendirilmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de hava kütlelerine ve basınç şartlarına bağlı olarak soğuk devrede hava kirliliği Doğu ve İç Ana dolu bölgeleri başta olmak üzere iç kesimlerde beklenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’nin iç bölgelerinde, bir taraftan denizden uzaklaşma, diğer taraftan yükselti kazanma gibi sebeplerle aylık ortalama sıcaklıklar düşmekte ve kıyı bölgelerine nazaran yanma dönemi uzamaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Atmosferdeki nem, güneş ışınlarını absorbe ederek, havanın ısınmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle nem, her zaman için hava kalitesi üzerinde olumlu bir rol oynamaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Kış döneminde bulutluluğun en yüksek değerlere ulaştığı bölgelerde hava kalitesinde olumsuz tesirler yaratabileceği dikkate alınırsa, aşağıda verilen bölgelerden hangileri bu duruma en fazla uymaktadır?

a) Ege ve Akdeniz Kıyıları

b) Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri

c) c) Karadeniz ve Marmara Kıyıları

d) İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri

e) Hiç biri

5) Hava kalitesinde yağışın olumlu tesiri gözönüne alındığında kış döneminde hangi bölge bu durumdan daha az yararlanır?

- a) Ege Bölgesi
- b) Akdeniz Bölgesi
- c) Marmara Bölgesi
- d) Güneydoğu Anadolu Bölgesi
- e) Doğu Anadolu Bölgesi

6) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de kış döneminde, kıyı bölgelerinde nem içeriği yüksek olan kararsız hava kütleleri orografyanın da tesiriyle kuvvetli yağışları meydana getirirler.

- a) Doğru
- b) Yanlış

7) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye bütünüyle kış devresinde kontinental polar hava kütlesi daha çok Marmara ve Ege bölgelerini etkilediğinden, buraları aynı zamanda yüksek basınç merkezleri durumundadırlar.

- a) Doğru
- b) Yanlış

8) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de havza ve vadi içerisinde kurulmuş olan kentlerimiz etrafı açık yada rüzgârın kolaylıkla kanallize olabildiği oluklara yerleşmiş olan kentlerimize göre daha yüksek oranda ve daha uzun süre hava kirliliğine maruz kalabilmektedir.

- a) Doğru
- b) Yanlış

9) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Kış döneminde, hava kalitesi açısından Kuzey yamaçta konumlanmış ve denizel etkilere kapalı olan kentlerimiz, güneye bakan yamaçta kurulmuş ve denizel etkilere açık olan kentlere göre daha avantajlıdır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

10) Aşağıdaki ifadenin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Bitkiler, atmosferdeki kükürt dioksit miktarını azaltarak ve atmosferden önemli miktarlarda nitrojen oksitleri de alarak havanın temizlenmesine yardımcı olurlar.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)c, 5)e, 6)a, 7)b, 8)a, 9)b, 10)a

5. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

5.1. Türkiye’de Hava Kirliliğinin Görüldüğü Şehirler

5.1.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri

5.1.2. Şehirlerin Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) 1.Türkiye şehirlerinde hava kirliliği hangi yıllar arasında daha belirgindir?
- 2) Türkiye şehirlerinin birçoğunun son zamanlarda hava kalitelerinde görülen iyileşmenin sebepleri nelerdir?
- 3) Türkiye şehirlerinden hangilerinin uzun süre hava kaliteleri bozulmuştur?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Şehirlerin Kükürt Dioksit Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri	Şehirlerin yanma dönemine ait kükürt dioksit konsantrasyonlarındaki değişimlerin nedenlerini kavramak.	Şehirlerin kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre hava kaliteleri öğrenilmeli ve yorumlanmalıdır.
Şehirlerin Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri	Şehirlerin yanma dönemine ait partiküle madde konsantrasyonlarındaki değişimin nedenlerini kavramak.	Şehirlerin partiküler madde konsantrasyonlarına göre hava kaliteleri öğrenilmeli ve yorumlanmalıdır
	Kirlilik göstergelerine göre şehirleri sınıflandırmak	

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Hava kirliliği
- Şehir
- Kükürt dioksit
- Partiküler madde

Giriş

Türkiye’de görülen hava kirliliğinin daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar ve motorlu taşıtlara bağlı olduğu bilinmektedir. Ayrıca ülkemizin endüstri merkezlerinde, bu kaynaklara endüstri emisyonlarından kaynaklanan kirleticiler de eklenmektedir. Bazı şehirlerimizdeki hava kirliliği 1950’lerden itibaren başlayan, 1960’larda hız kazanan şehirleşme ve onun paralelinde gelişen endüstrileşme ile çok yakından ilişkili bulunmaktadır. Şehirleşme ve endüstrileşmeye bağlı olarak bir taraftan evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlar, diğer taraftan endüstri kuruluşlarının yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli teknik tedbirler alınmadan atmosfere gönderilmesiyle şehirlerimizin birçoğunda hava kirliliği meydana gelmektedir.

Bu bölümde Türkiye şehirlerinin hava kaliteleri kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarına göre değerlendirilecektir.

5.1. Türkiye’de Hava Kirliliğinin Görüldüğü Şehirler

Hava kirliliğinin başta insan sağlığı olmak üzere diğer bütün canlılar, iklim olayları ve birçok madde üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bilinmektedir. Ayrıca herhangi bir ekosistemdeki kirlilik dolaşım yoluyla diğer ekosistemlere de geçtiğinden, atmosferi kirli olan bir şehrin aynı zamanda suyu ve toprağı da kirlenebilmektedir. 1960’lı yıllarda dünyanın gelişmiş ülkelerinde çözümlenmiş olan, şehirlerin hava kirliliğı, Türkiye şehirlerinde artarak devam etmiştir. Türkiye şehirlerindeki hava kirliliğini birçok faktör etkilemekle birlikte, özellikle plansız ve hızlı şehirleşme hareketleri, endüstride yanlış yer seçimi, her türlü atık madde ve bacalardan çıkan kirleticiler, şehirlerin ve endüstri kuruluşlarının konumlandıkları yerlerin fiziki coğrafya şartları (özellikle yeryüzü şekilleri ve iklim şartları) gibi etkenler birinci derecede belirleyici durumdadırlar. Bu bakımdan fiziki çevre şartlarını dikkate almaksızın, hava kirliliğini önleyici tedbirler almanın yetersiz kalacağının bilinmesi gerekir. 1990 -2010 yılları arasındaki verilerin esas alındığı bu çalışmada, Türkiye şehirlerinin birçoğunda hâlâ hava kirliliğinin devam ettiği saptanmıştır. Atmosfer kirleticilerinin ise daha çok evsel ısınma, endüstriyel ve trafik kökenli oldukları anlaşılmaktadır. Kirleticilerin önem dereceleri de şehirlerin özelliklerine bağılı olarak, birinden diğerine değişebilmektedir

5.1.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri

Hava kalitesinin seyri açısından, incelenen dönem, 1990-2000 dönemi ve 2001- 2010 dönemi olmak üzere iki zaman dilimine ayrılmıştır. Araştırılan dönemin başlarında (1990-2000 yılları arasında),Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne, Çanakkale, Adıyaman, Kayseri, Sakarya, Sivas, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Konya, Isparta, Tokat, İstanbul, Kırıkkale, Afyon, Denizli, Gaziantep, Çorum, İzmir, İzmit, Eskişehir, Uşak ve Kırşehir gibi şehirlerde kış dönemi SO₂ kükürt dioksit ortalamaları bazı yıllar küçük sapmalar göstermekle birlikte, sürekli olarak “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğı” ne göre uzun vadeli sınır değeri olan 150µg/m³’ü aşmıştır. Dolayısıyla belirtilen bu merkezler, söz konusu 10 yıllık sürenin hemen her kış döneminde hava kirliliğini önemli ölçülerde yaşamışlardır. Atmosferlerinin kirliliğı yönünden birinci grupta yer alan bu merkezlerden özellikle Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Çanakkale, Edirne, Adıyaman, Kayseri, Sakarya, Denizli, Sivas, Afyon, Kahramanmaraş, Diyarbakır ve Kırıkkale’de kış döneminde kükürt dioksit konsantrasyonları yükselerek, hava kalitesi sürekli olarak bozulmaktadır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, belirtilen şehirlerin hava kalitelerinin gelecek yıllarda daha da bozulması beklenebilir. Bunların dışında Konya, Isparta, Tokat, İstanbul, Eskişehir, Kocaeli, Bursa, Elazığ, Ankara, Kastamonu, Bingöl, Tekirdağ, İzmir, Çankırı, Nevşehir, Kırıkkale, Gaziantep ve Çorum gibi merkezlerde kükürt dioksit konsantrasyonları başlangıçta yüksek seyretmekte olup, son yıllara doğru giderek azalmıştır. Hatta 100µg/m³ değerinin altına inmiştir. Ancak, bu şehirlerde de yeterli önlemler alınmaz ise hava kalitelerinde bozulmalar beklenebilir.

Bunlardan başka, söz konusu ölçüm süresinde uzun vadeli sınır değerini bir defaya mahsus olmak üzere aşan merkezler de vardır ki, bunların tipik örneklerini Düzce, Amasya ve Bingöl oluşturmaktadır. Hava kalitesi açısından başka bir grup oluşturan Zonguldak, Niğde,

Erzincan, Uşak, Manisa, Antalya, Bolu'da ise kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları uzun vadeli sınır değerlerinin altında seyretmekte, ancak zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkabilmektedir. Bu şehirlerden özellikle Niğde, Uşak ve Zonguldak'ta gerekli tedbirler alınmadığı takdirde hava kalitesinde bozulma eğilimi beklenebilir. İlk 10 yıllık dönemde, belirtilenlerin dışında kalan, kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında seyreden şehirler de bulunmaktadır. Trabzon, Rize, İçel, Sinop, Siirt, Kars, Adana, Ordu ve Tunceli bu gruba girmekte olup, evsel ısınma kaynaklı hava kirliliğinden etkilenmeyen merkezler olarak tanımlanabilirler.

2000-2010 arasında yer alan ikinci 10 yıllık devrede ise şehirlerin kükürt dioksit konsantrasyonlarında genel bir düşüş izlenmektedir. Bu düşüş özellikle, 2005-2010 yılları arasında çok daha belirgin bir biçim almaktadır. 2000-2005 yılları arasındaki dönemde de, şehirlerin kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları hiçbir zaman için kısa vadeli sınır değeri aşmamakta, ancak, zaman zaman bazı şehirlerde uzun vadeli sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Örneğin; Ağrı, Kütahya, Erzurum, Çanakkale, Tekirdağ gibi şehirlerde çoğu kere uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Bu durum, söz konusu şehirlerde bu dönemde hava kalitesinin zaman zaman bozulduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, Çorum, Edirne, Isparta ve Samsun gibi şehirler ikişer kez, Elazığ, Yozgat, Karaman, Kayseri ve Çan gibi şehirler de, birer kez uzun vadeli sınır değeri aşmışlardır. Dolayısıyla, adı geçen şehirlerin hava kalitelerinin bazen bozulabileceği düşünülmektedir. Bunların dışında, uzun vadeli sınır değerin altında kalmakla beraber, kış dönemi hedef sınır değeri ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aşan şehirler de vardır. Bingöl, Denizli, Kırıkkale, Kırşehir, Diyarbakır, Uşak, Van, Burdur ve Manisa bu grubun örnekleridir. Bu grupta bulunan kentler hava kalitesi açısından, daha önce belirtilenlere nazaran, iyi bir durumda olmakla beraber, dikkat edilmediği takdirde, risk taşıyabilecekleri anlaşılmaktadır. Afyonkarahisar, Balıkesir, Bursa, Gaziantep, Malatya, Niğde, Sivas gibi şehirler ise kış dönemi hedef sınır değerin (KDHS) altında kalan, ancak, zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan değerlerle dikkat çekmektedirler. Belirtilen bu kentler ise söz konusu dönemde havası temiz olan, ancak, hava kalitesinin korunması önlemlerine de özen gösterilmesi gereken grubu oluşturmaktadırlar. Türkiye'nin geriye kalan şehirleri ise kükürt dioksit konsantrasyonları açısından sorun teşkil etmemektedirler.

2005-2010 yılları arasındaki dönemde ise Türkiye Şehirleri'nin kükürt dioksit konsantrasyonları birkaç şehir dışında, genel anlamda sorun oluşturmamaktadır. Bu dönemde sadece, Tekirdağ ve Şırnak'ta uzun süre, uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Bunlar, dönemin risk grubunu oluşturmaktadırlar. Ancak bunlardan, Şırnak'ta ölçüm hatası payının da olabileceği düşünülmektedir. Bu dönemde, kış dönemi hedef sınır değeri, Bitlis ve Hakkâri çoğu kez, Kütahya iki kez, Niğde, Çanakkale ve Manisa birer kez aşmışlardır. Adı geçen kentler, birinci gruptakiler kadar olmasa da risk grubu içerisinde değerlendirilmelidirler. Isparta, Kars, Bolu, Erzurum, Kayseri, Kırıkkale, Siirt, Van gibi kentler de ise bir veya iki kez $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmıştır. Bu durum hava kalitesi açısından sorun teşkil etmemekle birlikte, söz konusu kentler de önlemlerin sürdürülmesi gereğine de işaret etmektedir.

Şehirlerin kış dönemine ait kükürt dioksit ortalamaları, 1990-2010 yılları arasındaki

süre içerisinde ayrıca yıllara göre de büyük değişiklikler göstermektedir: 1990-1991 kış döneminde kükürt dioksit ortalamaları Sivas ve Konya'da $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmış ve kısa vadeli sınır değeri aşılmıştır. Çanakkale, Malatya, Bursa, İstanbul, Eskişehir ve İzmit'te de $300-400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında seyrederek bu şehirlerde kısa vadeli sınır değerlere yaklaşılmıştır. Dolayısıyla söz konusu dönemin havası en kirli şehirleri arasına girmişlerdir. Kütahya, Erzurum, Kayseri, Diyarbakır, Tokat, Elazığ, Nevşehir, Kırıkkale gibi merkezler başta olmak üzere ($225-300 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Yozgat, Adıyaman, Adapazarı, Kahramanmaraş, Ankara, Samsun, Kastamonu, Kırşehir ve Çorum gibi kentlerde ise uzun vadeli sınır değerler aşılmıştır. Dolayısıyla bu merkezler de dönemin ikinci dereceden havası kirli şehirlerini oluşturmaktadır.

1991-1992'nin soğuk döneminde, kükürt dioksit ortalaması $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan şehir kaydedilmemiştir. Ancak, Kütahya, Erzurum, Diyarbakır, İstanbul, Eskişehir ve Çan gibi şehirler kısa vadeli sınır değere fazlasıyla yaklaşmışlar ve bu devrenin atmosferi birinci derecede kirli şehirlerini oluşturmuşlardır. Bunların dışında Çanakkale, Sivas, Kayseri, Bursa ve İzmit'te daha yüksek olmak üzere, Yozgat, Adıyaman, Adapazarı, Afyon, Kahramanmaraş, Konya, Tokat, Malatya, Nevşehir, Kırıkkale, Ankara, Kırşehir, Bingöl, Gaziantep, İzmir, Çorum ve İnegöl gibi kentlerde ise uzun vadeli sınır değerler aşılmıştır. Havası ikinci dereceden kirli olan bu şehirlerin sayısı, 1990- 1991 dönemine göre bir hayli artmıştır.

1992-1993 kış döneminde ise kükürt dioksit ortalamaları Kütahya, Erzurum, Sivas ve Çorum'da kısa vadeli sınır değerine yaklaşarak bu şehirlerdeki hava kirliliğinin boyutlarını belirlemiştir. Yine bu dönemde Balıkesir, Kahramanmaraş, Diyarbakır, İstanbul, Eskişehir, Nevşehir ve Kırıkkale'de değerler daha yüksek olmak üzere, Yozgat, Çanakkale, Edirne, Adıyaman, Kayseri, Adapazarı, Denizli, Konya, Tokat, Malatya, Bursa, İzmit, Kastamonu, Kırşehir, Gaziantep, Tekirdağ, İzmir'de de uzun vadeli sınır değerler aşılmıştır. Bu şehirler Türkiye'nin ikinci grup kirli şehirleri arasında yer almışlardır

1993-1994'ün soğuk döneminde kükürt dioksit ortalamaları, Erzurum'da kısa vadeli sınır değeri aşmış, Sivas, Eskişehir, Kırıkkale ve Çorum'da buna çok yaklaşmıştır. Dolayısıyla adı geçen şehirler, birinci derecede havası kirli merkezlerdir. Bunların dışında Kütahya, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul ve Düzce başta olmak üzere, Yozgat, Balıkesir, Çanakkale, Edirne, Adıyaman, Kayseri, Afyon, Diyarbakır, Tokat, Elazığ, Kırşehir, Gaziantep'te ortalamalar uzun vadeli sınır değerine çıkmıştır. Dolayısıyla belirtilen bu şehir grubu da söz konusu dönemde Türkiye'nin ikinci dereceden kirli şehirlerini oluşturmaktadır.

1994-1995 kış döneminde ise kükürt dioksit ortalaması Türkiye'nin hiçbir şehrinde kısa vadeli sınır değere yaklaşmamaktadır. Ancak, Kütahya, Erzurum, Eskişehir ve Çorum'da daha yüksek olmak üzere, Balıkesir, Edirne, Sivas, Afyon, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul, Kırıkkale, Kırşehir, Gaziantep, Tekirdağ ve Burdur gibi merkezlerde uzun vadeli sınır değerler aşılmaktadır. Buna göre 1994 -1995 kış döneminden itibaren şehirlerin kirlilik göstergelerinde azalma eğilimi başladığı gibi kirli şehir sayısı da azalmaktadır.

1995-1996 kış döneminde şehirlerin kükürt dioksit ortalamalarındaki düşme eğilimi

devam etmiştir. Kütahya ve Edirne’de ortalamalar daha yüksek olmak kaydıyla, Yozgat, Balıkesir, Adıyaman, Diyarbakır, Konya, Isparta, Tokat, Kırıkkale ve Kırşehir’de uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Böylece bu dönemde birinci derecede kirli şehir grubu görülmemektedir.

1996-1997 kış döneminde de şehirlerin kükürt dioksit ortalamaları düşmeye devam ettiğinden, kısa vadeli sınır değere ulaşılmamaktadır. Ancak yine Balıkesir ve Çanakkale’de değerler daha yüksek olmak üzere, Edirne Adıyaman, Adapazarı, Konya, Isparta, Kırşehir ve Burdur gibi şehirlerde uzun vadeli sınır değeri aşılmaktadır.

1997-1998 kış döneminde ise kükürt dioksit ortalaması kısa vadeli sınır değeri aşan şehir olmamakla birlikte, Yozgat bu sınıra çok yakın gözükmektedir. Ayrıca, Balıkesir ve Kütahya başta olmak üzere, Erzurum, Çanakkale, Edirne, Adıyaman, Kayseri, Adapazarı ve Denizli’de uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. O hâlde Yozgat, Balıkesir ve Kütahya dönemin kirliliği daha belirgin olan şehirleridir.

1998-1999’un kış döneminde Türkiye’de kısa vadeli sınır değere sadece Çan’ın kükürt dioksit ortalaması yaklaşmaktadır. Ayrıca Kütahya ve Konya’da daha yüksek olmak kaydıyla, Yozgat, Balıkesir, Edirne, Adıyaman ve Kayseri gibi şehirlerin kükürt dioksit ortalamaları uzun vadeli sınır değerin üzerindedir. Bu dönemde de Çan, Kütahya ve Konya kirlilik açısından önem taşımaktadırlar.

1999-2000’in kış dönemine gelindiğinde, Yine Türkiye’de kükürt dioksit ortalaması kısa vadeli sınır değeri aşan şehir kaydedilmemektedir. Sadece Kütahya’da bu değere yaklaşmıştır. Uşak ve Adıyaman’ın ortalamaları da uzun vadeli sınır değerin üzerindedir. Görüldüğü üzere bu dönemde sadece Kütahya’da kirlilik önem taşımaktadır. Diğer şehirler ise hava kirliliği sınır değerlerinin altında olduklarından temiz gözükmektedirler.

2000-2001 kış döneminde, Ağrı, Erzurum ve Kütahya’da uzun vadeli sınır değerler aşılmış olup, dönemin riskli şehirlerini oluşturmaktadırlar. Burdur, Denizli, Diyarbakır, Isparta, Kırşehir, Tekirdağ, Uşak ve Elazığ gibi şehirler ise kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, ikinci dereceden risk grubuna yerleşmektedirler. Kış dönemi hedef sınır değerin altında kalmakla birlikte, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ‘ü aşmış olmaları nedeniyle; Afyonkarahisar, Bingöl, Çorum, Gaziantep, Kırıkkale, Sivas, Yozgat gibi şehirlerde kontrollerin sürdürülmesi gerekliliği belirlemektedir. Diğer kentler ise sorunsuz durumdadır.

2001-2002 kış döneminde, daha önce uzun vadeli sınır değeri aşan şehirlere Samsun, Tekirdağ ve Yozgat’ta ilave olarak, riskli kentlere katılmışlardır. Kış dönemi hedef sınır değeri aşan şehirler arasında, Denizli, Diyarbakır, Kırşehir daha önceki durumlarını korurken, bunlara Çorum, Edirne ve Karaman ilave olmuştur. Bingöl, Elazığ, Isparta, Kırıkkale, Malatya ve Uşak ise $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ‘ü aşan şehirler olarak, kontrol altında tutulması gereken merkezlerdir. Diğer kentlerde ise kükürt dioksit konsantrasyonları düşük kalmaktadır.

2002-2003 kış döneminin uzun vadeli sınır değerini aşan Edirne, Elazığ, Erzurum, Isparta, Kütahya, Samsun, Tekirdağ ve Karaman gibi kentler, risk grubuna yerleşmişlerdir.

Ağrı, Denizli, Diyarbakır, Yozgat ve Zonguldak ise kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, ikinci dereceden risk taşımaktadırlar, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmaları nedeniyle, Balıkesir, Bingöl, Kırşehir, Manisa, Niğde ve Uşak, gözetim altında tutulması gereken şehirlerdir. Bunların dışındaki şehirlerin sorunsuz oldukları anlaşılmaktadır.

2003-2004 kış döneminde, Çanakkale, Çorum, Erzurum, Kütahya ve Tekirdağ, uzun vadeli sınır değeri aşan ve bu anlamda risk taşıyan şehirlerdir. Ağrı, Bingöl, Manisa ve Kırşehir ise kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, ikinci dereceden risk taşımaktadırlar. Burdur, Bursa, Diyarbakır, Isparta ve Uşak riskli olmamalarına rağmen, dikkat edilmesi gereken şehirlerarasındadır. Diğer şehirlerde kükürt dioksit konsantrasyonları önemli gözükmemektedir.

2004-2005 kış döneminin uzun vadeli sınır değeri aşan ve risk grubu oluşturan şehirleri; Çanakkale, Kayseri ve Kütahya dır. Bunları, kış dönemi hedef sınır değeri aşan Ağrı, Çorum, Erzurum, Kırıkkale, Tekirdağ ve Uşak izlemektedir. Bingöl, Burdur ve Bursa ise üzerinde durulması gereken şehirlerdir. Diğer şehirlerde kükürt dioksit konsantrasyonları önemli gözükmemektedir.

2005-2006'dan itibaren şehirlerin kış dönemi kükürt dioksit oranları daha da düşmektedir. Bu dönemde sadece Tekirdağ 'da uzun vadeli sınır değeri aşılmakta olup, Kütahya ve Manisa'da kış dönemi hedef sınır değerin üzerine çıkmıştır. Erzurum ve Kayseri ise $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. Bunların dışındaki şehirlerin sorunsuz oldukları söylenebilir.

2006-2007 kış döneminde de Tekirdağ uzun vadeli sınır değeri aşarken, Kütahya ve Manisa kış dönemi hedef sınır değerin üzerine çıkmışlardır. Burdur, Erzurum, Isparta ve Kırıkkale $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. Geriye kalan şehirlerde kükürt dioksit oranı düşük seviyelerdedir.

2007-2008 kış döneminde Hakkâri, Şırnak uzun vadeli sınır değeri, Çanakkale, Bitlis kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, birinci ve ikinci dereceden risk taşıırken, Isparta, Kars, Siirt, Van gibi şehirler, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkarak, kritik sınırdan fazla uzak kalmamaktadırlar. Belirtilenlerin dışında kalan şehirlerde ise sorun yaşanmamaktadır.

2008-2009 kış döneminde ise Sadece Tekirdağ, Hakkâri uzun vadeli sınır değerin, Bitlis, Kars ve Şırnak'ta kış dönemi hedef sınır değeri aşarak riskli kentleri oluşturmuşlardır. Diğerlerinin sorunsuz oldukları anlaşılmaktadır.

2009-2010 kış döneminde de Tekirdağ ve Hakkâri'ye Şırnak da eklenerek, uzun vadeli sınır değeri aşmışlardır. Bitlis kış dönemi hedef sınır değerin üzerinde, Bolu, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde gözükmemektedir. Türkiye'nin diğer kentlerinde kükürt dioksit seviyesi düşük gözükmemektedir.

Ayrıca, 20 yıllık süre içerisinde zamanla şehirlerin SO_2 ' ye bağlı kirlilik göstergelerindeki değişime bağlı olarak, benzer özellikte olanlar bir araya getirilerek, bir

sınıflandırma da yapmak mümkündür. Bu durumda, her şeyden önce, birinci grupta zamanla SO₂ konsantrasyonlarında düşüş kaydeden şehirler dikkat çekmektedir. Bunlar zamanla SO₂ konsantrasyonlarında düşüş eğilimi gösteren, hava kalitesinde SO₂'nin sorun yaratmadığı (100 µg/m³ 'ün altında olan) şehirlerdir. Bu grubun tipik örneklerinin, Afyon, Amasya, Ankara, Adapazarı, Adıyaman, Ağrı, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çan, Erzurum, Denizli, Diyarbakır, Düzce, Edirne, Elazığ, Eskişehir, Erzurum, Gaziantep, Isparta, İstanbul, İzmir, İzmit, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Samsun, Sivas, Tokat, Uşak, Karaman ve Van gibi şehirler oluşturmaktadır. Özellikle bu şehirlerden, Balıkesir, Bursa, Eskişehir, İzmit, Kırıkkale, Kütahya, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya, Sivas, Malatya, Adıyaman, Ağrı, Ankara, Tokat, Karaman, Diyarbakır, Çanakkale, Çan, Çorum, Erzurum, gibi kentlerde başlangıçta kış dönemi SO₂ Konsantrasyonlarının yüksekliği dikkat çekicidir. İkinci grup kentlerde ise kış dönemi SO₂ Konsantrasyonları araştırılan süre içerisinde iniş-çıkış göstermekle birlikte, son zamanlarda düşüş kaydedilmiştir. Bunlar, Manisa, Zonguldak, Amasya, Bingöl ve Boludur.

Üçüncü grup kentlerde ise kış dönemi SO₂ Konsantrasyonlarında son zamanlarda bir yükselme eğilimi izlenmektedir. Bu grubun örneklerini de Bitlis, Hakkâri, Kars, Şırnak ve Tekirdağ gibi kentler oluşturmaktadır. Özellikle bunlardan Tekirdağ, ölçüm süresi içerisinde genellikle yüksek değerlere sahip olup, 2008'den itibaren yükselişe geçmiştir. Son zamanlarda yükselişe dikkat çeken bu kentler üzerinde özellikle durulmalıdır.



Şekil 1:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(1990- 1991)



Şekil 2: Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1991- 1992)



Şekil 3:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1992- 1993)



Şekil 4:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(1993- 1994)



Şekil 5:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(1994- 1995)



Şekil 6:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1995-1996)



Şekil 7:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1996 -1997)



Şekil 8:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1997 -1998)



Şekil 9:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(1998 -1999)



Şekil 10:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(1999 -2000)



Şekil 11:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2000 -2001)



Şekil 12:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2001 -2002)



Şekil 13:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2002 -2003)



Şekil 14:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2003 -2004)



Şekil 15:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2004-2005)



Şekil 16:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(2005-2006)



Şekil 17:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(2006-2007)



Şekil 18:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(2007-2008)



Şekil 19:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları
(2008-2009)



Şekil 20:Bazı Şehirlerde kış döneminde (ekim- mart) Ölçülen Kükürt dioksit Konsantrasyonları

(2009-2010)

5.1.2. Şehirlerin Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kaliteleri

1990-2010 döneminde Kış devresine ait partiküler madde konsantrasyonlarına göre bazı şehirlerin ilk yıllarda ciddi problemler taşıdığı anlaşılmaktadır. Ancak, evsel yakıtlardan kaynaklanan partiküler madde kirliliğinin kükürt dioksit kirliliği kadar önemli ölçülere ulaşmadığı da fark edilmektedir. Şöyle ki, 1990-2000 yılları arasında, ilk 10 yıllık süre içerisinde, 15 şehirde kış döneminde kükürt dioksit ortalamaları bazı yıllar küçük sapmalar göstermekle birlikte sürekli olarak uzun vadeli sınır değerini aşmıştır. Hâlbuki aynı dönemde partiküler madde konsantrasyonları esas alındığında, Zonguldak, Sivas, Diyarbakır ve Erzurum'dan oluşan sadece 4 şehirde genellikle uzun vadeli sınır değerinin aşıldığı gözlenmektedir. Bunlardan Sivas, Diyarbakır ve Erzurum'da dönemin son yıllarında uzun vadeli sınır değerinin altına düştüğü hâlde, aksine Zonguldak'ta yükselme kaydedilmiştir. Bu duruma göre; üç şehirde gözlenen düşüş eğilimi, alınan tedbirlerin bir sonucudur, ancak yeterli değildir. Zonguldak'ta ise acil önlem alınması gerekmektedir. Belirtilen şehirlerden başka, Afyon, Kayseri, Kahramanmaraş, Adıyaman, Tokat, İstanbul, İzmit, Rize, Denizli, İzmir, Kütahya ve Ankara'da kış dönemi partiküler madde konsantrasyonlarının 100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değiştiği görülmektedir. Ancak, bu şehirlerin birçoğunda alınan önlemlerin etkisiyle partiküler madde konsantrasyonu düşmüş, hatta 100 değerinin de altına inmiştir.

1990-2000dönemi içerisinde partiküler madde konsantrasyonlarının 1 ya da 2 kez 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan veya uzun vadeli sınır değerini (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) geçen şehirlerarasında ise Yozgat, Elazığ, Malatya, Konya, Erzincan, Bingöl, Nevşehir, Kırıkkale, Bolu, Düzce, Çankırı,

Gaziantep, Isparta, Kastamonu, Balıkesir ve Adapazarı bulunmaktadır. Bu verilerden söz konusu şehirlerin partiküler madde miktarlarının şimdilik önemli bir sorun oluşturmadıkları anlaşılmaktadır. Ancak, Yozgat'ta 1997-98 döneminde ilk kez 100 değerin üzerine çıkış dikkat çekicidir ve bu şehirde tedbir alınması gerektiği uyarısını vermektedir. Kış dönemi partiküler madde konsantrasyonlarının $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ veya daha altında olduğu şehirlerimizde ise bu açıdan kirlilik yaşandığı söylenemez.

2000-2010 arasında yer alan ikinci 10 yıllık dönemde ise kış döneminde bazı şehirlerin partiküler madde konsantrasyonları, zaman zaman uzun vadeli sınır değeri aşarak, problem yaşamışlardır. Ancak, 2000-2007 yılları arasında problem yaşayan şehir sayısı çok azalmasına rağmen, son 3 yılda, artış kaydedilmiştir. Bu durum yakıt kalite kontrolündeki yetersizliklerle ilgili gözükmemektedir.

Şehirlerin kış dönemindeki partiküler madde miktarları, 1990-2010 yılları arasındaki devrede yıllar arasında da önemli farklılıklar göstermektedir. Ancak, daha önemlisi Türkiye şehirlerinin kış dönemi partiküler madde ortalamaları 1990-2007 yılları arasında genellikle kükürt dioksit ortalamalarından daha düşüktür. Bununla birlikte, bazı yıllar birçok şehirde partiküler madde ortalamaları da yükselmektedir. 2007-2010 arasındaki devrede ise partiküler madde konsantrasyonunca bazı sınır değerleri aşan şehir sayısı, kükürt dioksitin de önüne geçmiştir.

1990-1991 kış döneminde partiküler madde ortalamalarına göre hiçbir şehirde kısa vadeli sınır değere yaklaşılmamaktadır. Ancak, Sivas ve Diyarbakır'da değerler daha yüksek olmak üzere, Tokat, Elazığ, Malatya, Konya ve İstanbul'da uzun vadeli sınır değerler aşılmıştır. Buna göre söz konusu devrede partiküler madde miktarı itibarıyla birinci derecede kirli şehir kaydedilmemiştir. Ancak Sivas ve Diyarbakır'ın değerleri dikkat çekicidir.

1991-1992'nin soğuk döneminde partiküler madde ortalaması sadece Diyarbakır'da $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e yaklaşmış olsa da kısa vadeli sınır değere ulaşılmamıştır. Bunun dışında Sivas başta olmak üzere, Zonguldak, Erzurum, Erzincan, Bingöl ve İzmir gibi merkezlerin uzun vadeli sınır değerin üzerinde oldukları izlenmektedir. Bu durumdan anlaşılabileceği gibi 1991-1992'nin kış döneminde partiküler madde miktarına göre birinci derecede kirli şehir bulunmamakla birlikte, yine Diyarbakır ve Sivas dikkat çekmektedir.

1992-1993'ün kış döneminde Diyarbakır yine daha önceki durumunu korumakta, bunu Sivas ve Erzurum izlemektedir. Bu durumda bu üç şehir söz konusu dönemin en belirgin merkezlerini oluşturmaktadır. Bunların dışında Zonguldak, Adıyaman ve İzmir'in ortalamaları, uzun vadeli sınır değerin aşıldığını göstermektedir. Bu dönemde partiküler madde ortalaması uzun vadeli sınır değeri aşan şehir sayısında da azalma kaydedilmektedir.

1993-1994'ün kış döneminde de ortalamalar kısa vadeli sınır değerin altında seyretmektedir. Fakat Erzurum ve Sivas'ın ortalamaları bir hayli yüksek olduğundan, dönemin kirli şehirleri sayılmaktadır. Ayrıca Zonguldak, Afyon, Diyarbakır, Kayseri, Kahramanmaraş ve Rize'de ortalamalar uzun vadeli sınır değerin üzerindedir.

1994-1995'in kış dönemi, kükürt dioksit ortalamalarında olduğu gibi partiküler maddede de genelde düşüş eğiliminin olduğu bir dönüm noktası durumundadır. Bu dönemde şehirlerin partiküler madde ortalamaları $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmaktadır. Sadece Erzurum ve Zonguldak'ta uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Böylece bu dönemden itibaren genel anlamda Türkiye şehirlerinde partiküler madde miktarı açısından bir iyileşme eğilimi izlenmektedir.

1995-1996'nın kış dönemi ise aşağı yukarı bir önceki devreyi yansıtmaktadır. Bu devrede sadece Zonguldak ve Diyarbakır'ın ortalamaları uzun vadeli sınır değerini aşarak risk grubunu oluşturmaktadır. Bayburt ise kış dönemi hedef sınır değeri aşan ve kritik seviyede bulunan tek kenttir. Dolayısıyla Türkiye şehirlerinin geriye kalan kısmında partiküler madde açısından problem yaşanmamaktadır.

1996-1997'nin soğuk dönemine gelindiğinde, yine partiküler madde miktarında azalmalar devam etmekte ve uzun vadeli sınır değeri de aşan şehir kaydedilmemektedir. Buna göre bu dönemde partiküler madde miktarınca çok riskli şehir görülmemektedir. Birkaç şehir ise kış dönemi hedef sınır değeri aşmaktadır.

1997-1998 kış döneminde yalnızca Zonguldak'ta ortalamalar uzun vadeli sınır değerinin üzerine çıkmaktadır. Buna göre dönemin en problemlili şehri Zonguldak olmasıyla birlikte, kış dönemi hedef sınır değeri aşan, dikkat edilmesi gereken birkaç şehir de vardır.

1998-1999 ve 1999-2000 kış dönemlerinde ise şehirlerin partiküler madde ortalamaları $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmaktadır. Yani özellikle bu son iki dönemden itibaren Türkiye'de kış döneminde partiküler madde miktarı azalmış ve standart değerlerin altına çekilmiştir. Dolayısıyla artık partiküler madde açısından belirgin kirlilik yaşanmamaktadır. Ancak, kış dönemi hedef sınır değerini bu yıllarda da aşan bazı şehirler vardır ki, bunlara da özellikle dikkat edilmesi gerekir. Bu grubun örneklerini Adıyaman, Afyonkarahisar, Kayseri, Rize, Sivas, Şanlıurfa ve Kütahya oluşturmaktadır.

2000-2007 arasında ise şehirlerin partiküler madde miktarlarında genel düşüş eğilimi devam etmekte olup, uzun vadeli sınır değeri ve kış dönemi hedef sınır değeri aşan şehir sayısı oldukça azdır. Ancak, son 3 yıllık dönemde birçok şehrin kış dönemi partiküler madde konsantrasyonları artarak, kükürt dioksitin de önüne geçmiştir. Dolayısıyla gerek uzun vadeli sınır değeri aşan ve gerekse kış dönemi hedef sınır değeri aşan şehir sayısında artışlar olmuştur. Bu bakımdan, yıllar arası durum değerlendirmesi yapmak gerekirse;

2000-2001 kış döneminde Sadece Kütahya'da ortalamalar uzun vadeli sınır değerinin üzerine çıktığından, tek riskli şehirdir. Diyarbakır ve Sivas'da ise kış dönemi hedef sınır değeri aşılmıştır. Söz konusu şehirler ve $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan Afyon, Ağrı, Çorum, Denizli ve Kayseri gibi şehirler, önemli risk oluşturmamakla birlikte, hassasiyetlerini korumaktadırlar.

2001-2002 kış döneminde Sadece Kütahya'da ortalamalar uzun vadeli sınır değerinin üzerine çıktığından, yine tek riskli şehirdir. Yine Diyarbakır ve Sivas'da kış dönemi hedef

sınır değeri aşılmıştır. Afyon, Ağrı, Çorum ve Kayseri de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşarak, yine hassas şehirler arasında yerlerini almışlardır.

2002-2003 kış döneminde uzun vadeli sınır değeri aşan şehir bulunmamaktadır. Ancak, Diyarbakır, Kayseri ve Kütahya kış dönemi hedef sınır değerin, Konya, Rize ve Zonguldak da $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkarak dönemin dikkat edilmesi gereken kentlerini oluşturmuşlardır.

2003-2004 kış döneminde Çorum ve Kütahya uzun vadeli sınır değeri aşarak hava kalitelerinde sorun yaşanmaktadır. Balıkesir, Isparta kış dönemi hedef sınır değerin üzerinde olan şehirlerdir. Diyarbakır, Kayseri ve Zonguldak ise $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmışlardır. Adı geçen şehirler, bu dönemde hassasiyetlerini korumuşlardır.

2004-2005 kış döneminde, Kütahya uzun vadeli sınır değerin, Kayseri kış dönemi hedef sınır değerin üzerinde olan şehirler olarak, risk taşımaktadırlar. Isparta ve Zonguldak ise da $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkan tek dikkat edilmesi gereken kenttir.

2005-2006 ve 2006-2007 kış döneminde, Uzun vadeli sınır değeri aşan kent yoktur. Bu yıllarda sadece Kütahya kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, kısmen kritik bir seviyeye gelmiştir. Isparta, Gaziantep, Kayseri, Malatya, Manisa ve Konya'da $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmış olsa da kritik seviyenin altında kalmaktadırlar.

2007-2008 kış döneminde, Afyonkarahisar, Kahramanmaraş, Muş, Iğdır, Karabük ve Van gibi bazı şehirler, Uzun vadeli sınır değeri aşarak, kritik bir dönem yaşamışlardır. Bu dönemde, kış dönemi hedef sınır değeri aşan şehir sayısı bir hayli fazladır. Kütahya, Ağrı, Kars, Balıkesir, Manisa, Isparta, Burdur, Aydın, Konya, Erzincan, Çorum, Gaziantep, Erzurum, Sivas, Şanlıurfa, Antakya, Mersin, Mardin, Zonguldak, Batman ve Siirt bunların örnekleridir. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmış olsalar da kritik seviyenin altında kalan kentleri ise Çankırı, Ardahan, Elazığ, Kayseri, Osmaniye ve Karaman oluşturmaktadır.

2008-2009 kış döneminde, uzun vadeli sınır değeri aşarak, risk grubunda yer alan kentler, Hakkâri, Kahramanmaraş, Iğdır ve Karabük'ten oluşmaktadır. Bu dönemde de, kış dönemi hedef sınır değeri aşan şehir sayısı bir hayli fazladır. Afyonkarahisar, Ağrı, Bolu, Denizli, Gaziantep, Batman, Isparta, Van, Konya, Kütahya, Muş, Antakya gibi kentler bu grubun örnekleri olup, kritik seviyede bulunmaktadırlar. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmış olan ancak, şimdilik risk oluşturmeyen bazı kentler de vardır (Adıyaman, Burdur, Çankırı, Çorum, Zonguldak, Ardahan, Sivas, Şanlıurfa, Mardin, Tekirdağ).

2009-2010 kış döneminde, uzun vadeli sınır değeri aşarak, risk grubunda yer alan tek kent Iğdır'dır. Kış dönemi hedef sınır değeri aşarak, kısmen kritik seviyede olan şehirler arasında Bolu, Isparta, Çorum, Van, Mardin, Denizli, Batman, Karabük ve Siirt bulunmaktadır. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkan, risk oluşturmamakla birlikte dikkat edilmesi gereken kentler ise Afyonkarahisar, Adapazarı, Adıyaman, Balıkesir, Çankırı, Elazığ, Gaziantep, Muş, Antakya ve Osmaniye'dir.

Ayrıca Türkiye şehirlerinde partiküler madde miktarı 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010 olmak üzere 4 ayrı devrede incelendiğinde, tıpkı kükürt dioksitte olduğu gibi ortalamalar birinci devrede daha yüksek, ikinci devrede daha düşüktür. 1990-1995 yılları arasındaki sürede Sivas ve Diyarbakır başta olmak üzere Zonguldak ve Erzurum'da uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Dolayısıyla söz konusu dönemde partiküler madde açısından kirlilik değeri yüksek olan şehirler arasında adı geçen bu dört şehir diğerlerine nazaran daha dikkat çekici niteliktedir. Bunlar kadar olmamakla birlikte, kış dönemi hedef sınır değeri aşan ve dolayısıyla, daha düşük risk grubu içerisinde olan bazı şehirler de vardır (Adıyaman, Bursa, İzmir, İzmit, Kahramanmaraş, Muş, Rize ve Tokat). Ayrıca, risk grubu içerisinde kalmamakla birlikte, 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerini aştıklarından, Antalya, Ankara, Denizli, İstanbul, Erzincan, Kayseri, Konya, Kütahya, Van gibi kentlere de dikkat edilmesi gerekir. Hâlbuki 1995-2000 yılları arasındaki ikinci devrede Türkiye şehirlerinin hiç birinin partiküler madde ortalaması uzun vadeli sınır değeri aşmamaktadır. Yani ikinci devre partiküler madde açısından daha temiz bir zaman kesitini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu dönemde de kış dönemi hedef sınır değeri aşan ve dolayısıyla, daha düşük risk grubu içerisinde olan bazı şehir örneklerini Afyonkarahisar, Diyarbakır, Zonguldak ve İçel oluşturmaktadır. Ayrıca, Ağrı, Denizli, Kahramanmaraş, İzmir, Sivas gibi bir grup şehirde 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştıkları gözlenmektedir. 2000-2005 yılları arasındaki ortalamalar, düşüşün devam ettiği izlenimini daha da güçlendirmektedir. Bu dönemde yalnızca Kütahya uzun vadeli sınır değeri aşan riskli kent durumundadır. Çorum, Denizli Diyarbakır, Isparta, Kayseri Sivas ve Zonguldak gibi kentler ise 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan ve dolayısıyla, hassas durumda olan grubu teşkil etmektedirler. 2005-2010 yılları arasındaki ortalamalar ise Türkiye kentlerinde partiküler maddenin yeniden yükselişe geçtiğini, hatta kükürt dioksiti de gerilerde bıraktığını göstermektedir. Dönemin uzun vadeli sınır değeri aşan şehirleri Iğdır ve Karabük olup, risk teşkil etmektedirler. Bunlara göre daha az riskli olan, kış dönemi hedef sınır değeri aşan kentler, Afyonkarahisar, Batman, Bolu, Denizli, Düzce, Isparta, Kahramanmaraş, Kütahya, Muş, Antalya, Van ve Mardin'den oluşmaktadır. Adıyaman, Balıkesir, Çorum, Elazığ, Gaziantep, Kayseri, Konya, Şanlıurfa, İçel ve Siirt gibi kentler de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde olduklarından, hassas grup içerisinde bulunmaktadır.

Ayrıca, 1990-2000 yılları arasındaki 20 yıllık süre içerisinde, zamanla şehirlerin PM miktarıyla ilgili kirlilik göstergelerindeki değişime bağlı olarak da bir sınıflandırma yapmak gerekirse: Bu durumda, öncelikle, birinci grupta zaman içerisinde PM konsantrasyonlarında düşüş kaydeden şehirler dikkat çekmektedir. Bu grubun tipik örneklerini, Diyarbakır, Erzurum, İstanbul, İzmir, İzmit, Rize ve Tokat oluşturmaktadır. Bunlar zamanla PM konsantrasyonlarında düşüş eğilimi gösteren ve hava kalitesinde PM nin sorun yaratmadığı (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında olan) şehirlerdir. Özellikle bu şehirlerden, Erzurum, Tokat ve Diyarbakır'ın başlangıçta kış dönemi PM Konsantrasyonları bir hayli yüksek olmasına rağmen, dönem sonlarına doğru önemli düşüş sağlamışlardır.

İkinci grupta ise başlangıca göre kış dönemi PM konsantrasyonlarını ciddi anlamda düşüren, ancak, henüz, 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altına çekemeyen şehirler de vardır. Yani, bu şehirler hâlâ risk taşımaktadırlar. Bursa, Çankırı, Çorum, Konya ve Muş bu durumdadır.

Üçüncü grup kentlerde, son zamanlarda kış dönemi PM Konsantrasyonlarında bir yükselme eğilimi izlenmektedir. Bu grupta Balıkesir, Bolu, Burdur, Düzce, Gaziantep, Isparta, Manisa, Şanlıurfa, Antakya, Batman, Iğdır, Karabük ve Siirt yer almaktadır. Dördüncü grupta yer alan kentler, bazı yıllarda PM konsantrasyonlarında düşüş göstermekle birlikte, genel olarak yüksek konsantrasyona sahiptirler. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Denizli, Kahramanmaraş, Kayseri, Kütahya, Sivas ve Zonguldak gibi kentler bu grubun örnekleridir.

Özellikle üçüncü ve dördüncü grupta bulunan kentler üzerinde durulmalı ve gereken önlemler alınmalıdır. Aksi hâlde, değerlerin daha da yükselmesi beklenebilir.



Şekil 21:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1990-1991)



Şekil 22: Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları (1991-1992)



Şekil 23: Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1992-1993)



Şekil 24:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1993-1994)



Şekil 25:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1994-1995)



Şekil 26:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1995-1996)



Şekil 27:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları

(1996-1997)



Şekil 28:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(1997-1998)



Şekil 29:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(1998-1999)



Şekil 30:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(1999-2000)



Şekil 31:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2000-2001)



Şekil 32:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2001-2002)



Şekil 33:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2002-2003)



Şekil 34:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2003-2004)



Şekil 35:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2004-2005)



Şekil 36:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2005-2006)



Şekil 37:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2006-2007)



Şekil 38:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2007-2008)



Şekil 39:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları
(2008-2009)



Şekil 40:Bazı Şehirlerde Kış Döneminde (ekim- mart) Ölçülen Partiküler Madde Konsantrasyonları (2009-2010)

Uygulamalar

1) Yaşadığınız kentin kış dönemi kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarındaki değişimi incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Yaşadığınız kentin kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonlarındaki değişimi araştırınız.
- 2) Yaşadığınız kentin kış dönemi partiküler madde konsantrasyonlarındaki değişimi araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

1990 -2000 yılları arasındaki veriler esas alındığında, Türkiye şehirlerinin birçoğunda hâlâ hava kirliliğinin devam ettiği gözlenmektedir. Hava kalitesinin seyri açısından, incelenen dönemin başlarında (1990-2000 yılları arasında),Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne, Çanakkale, Adıyaman, Kayseri, Sakarya, Sivas, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Konya, Isparta, Tokat, İstanbul, Kırıkkale, Afyon, Denizli, Gaziantep, Çorum, İzmir, İzmit, Eskişehir, Uşak ve Kırşehir gibi şehirlerde kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları bazı yıllar küçük sapmalar göstermekle birlikte, sürekli olarak “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” ne göre uzun vadeli sınır değer olan $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşmıştır. Dolayısıyla belirtilen bu merkezler, söz konusu 10 yıllık sürenin hemen her kış döneminde hava kirliliğini önemli ölçülerde yaşamışlardır. Atmosferlerinin kirliliği yönünden birinci grupta yer alan bu merkezlerden özellikle Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Çanakkale, Edirne, Adıyaman, Kayseri, Sakarya, Denizli, Sivas, Afyon, Kahramanmaraş, Diyarbakır ve Kırıkkale’de kış döneminde kükürt dioksit konsantrasyonları yükselerek, hava kalitesi sürekli olarak bozulmaktadır.

2000-2010 arasında yer alan ikinci 10 yıllık devrede ise şehirlerin kükürt dioksit konsantrasyonlarında genel bir düşüş izlenmektedir. Bu düşüş özellikle 2005-2010 yılları arasında çok daha belirgin bir biçim almaktadır. 2000-2005 yılları arasındaki dönemde de şehirlerin kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları hiçbir zaman için kısa vadeli sınır değeri aşmamaktadır. Ancak, zaman zaman bazı şehirlerde uzun vadeli sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Örneğin; Ağrı, Kütahya, Erzurum, Çanakkale, Tekirdağ gibi şehirlerde çoğu kere uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. 2005-2010 yılları arasındaki dönemde ise Türkiye Şehirleri’nin kükürt dioksit konsantrasyonları birkaç şehir dışında, genel anlamda sorun oluşturmamaktadır. Bu dönemde sadece, Tekirdağ ve Şırnak’ta uzun süre, uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır.

1990-2010 döneminde Kış devresine ait partiküler madde konsantrasyonlarına göre bazı şehirlerin ilk yıllarda ciddi problemler taşıdığı anlaşılmaktadır. Ancak, evsel yakıtlardan kaynaklanan partiküler madde kirliliğinin kükürt dioksit kirliliği kadar önemli ölçülere ulaşmadığı da fark edilmektedir. Şöyle ki, 1990-2000 yılları arasında, ilk 10 yıllık süre içerisinde, 15 şehirde kış döneminde kükürtdioksit ortalamaları bazı yıllar küçük sapmalar göstermekle birlikte sürekli olarak uzun vadeli sınır değerini aşmıştır. Hâlbuki aynı dönemde partiküler madde konsantrasyonları esas alındığında, Zonguldak, Sivas, Diyarbakır ve Erzurum’dan oluşan sadece 4 şehirde genellikle uzun vadeli sınır değerinin aşıldığı gözlenmektedir. Bunlardan Sivas, Diyarbakır ve Erzurum’da dönemin son yıllarında uzun vadeli sınır değerinin altına düştüğü hâlde, aksine Zonguldak’ta yükselme kaydedilmiştir.

2000-2010 arasında yer alan ikinci 10 yıllık dönemde ise kış döneminde bazı şehirlerin partiküler madde konsantrasyonları, zaman zaman uzun vadeli sınır değeri aşarak, problem yaşamışlardır. Ancak, 2000-2007 yılları arasında problem yaşayan şehir sayısı çok azalmasına rağmen, son 3 yılda, artış kaydedilmiştir. Bu durum yakıt kalite kontrolündeki yetersizliklerle ilgili görülmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

1990-2000 yılları arasında Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne, Çanakkale, Adıyaman, Kayseri, Sakarya, Sivas, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Konya, Isparta, Tokat, İstanbul, Kırıkkale, Afyon, Gaziantep, Çorum, Eskişehir, gibi şehirlerde kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları bazı yıllar küçük sapmalar göstermekle birlikte, sürekli olarak “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” ne göre uzun vadeli sınır değer olan $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2000-2010 yılları arasında yer alan devrede, Türkiye şehirlerinin kükürt dioksit konsantrasyonlarında önemli bir değişme izlenmemektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2005-2010 yılları arasındaki dönemde sadece, Tekirdağ ve Şırnak’ta kükürt dioksit konsantrasyonlarında uzun süre, uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye şehirlerinin kış dönemi partiküler madde ortalamaları 1990-2007 yılları arasında genellikle kükürt dioksit ortalamalarından daha düşüktür.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2007-2010 arasındaki devrede, Türkiye şehirlerinin partiküler madde konsantrasyonları dikkat çekici bir şekilde azalmaya başlamıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

1990-2000 yılları arasında Türkiye şehirlerinin kış dönemi partiküler madde ortalamaları genellikle kükürt dioksit ortalamalarından daha yüksek seyretmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

1990-2000 yılları arasında dönemde partiküler madde konsantrasyonları esas alındığında, Zonguldak, Sivas, Diyarbakır ve Erzurum'dan oluşan sadece 4 şehirde genellikle uzun vadeli sınır değerinin aşıldığı gözlenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2005-2010 yılları arasındaki dönemde Türkiye şehirleri'nin kükürt dioksit konsantrasyonları sadece, Erzurumve Kütahya'da uzun vadeli sınır değer aşılmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

1990-1991 kış döneminde kükürt dioksit ortalamaları Sivas ve Konya'da $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ün üzerine çıkmış ve kısa vadeli sınır değeri aşılmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2009-2010 kış döneminde, partiküler madde ortalamalarına göre uzun vadeli sınır değeri aşaran ve risk grubunda yer alan tek kentolarak Iğdır gözükmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)b, 3)a, 4)a, 5)b, 6)b, 7)a, 8)b, 9)a, 10)a

6. ŞEHİRLERİN KISA VADELİ SINIR DEĞERİ AŞAN
GÜNLER SAYISI VE MAKSİMUM DEĞERLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

6.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Kısa Vadeli Sınır Değeri Aşan Günler Sayısı

6.2. Şehirlerin Maksimum Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kirlilikleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye'nin hangi şehirlerinde kirleticilerin kısa vadeli sınır değerleri aşılmıştır?
- 2) Türkiye'nin hangi şehirlerinde kirleticilerin maksimum konsantrasyonları dikkat çekmektedir?
- 3) Kısa vadeli sınır değeri aşan gün ne demektir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Şehirlerin Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Kısa Vadeli Sınır Değeri Aşan Günler Sayısı	Kirleticilerin kısa vadeli sınır değeri aştığı süreyi belirleyerek ilgili şehirlerin hava kalitelerindeki bozulmayı algılamak	Ders notlarından çalışılmalıdır.
Şehirlerin Maksimum Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kirlilikleri	Kirleticilerin maksimum değerlerine göre kentleri tasnif ederek, tanımak	Ders notlarından çalışılmalıdır.

Anahtar Kavramlar

- Şehir
- Kükürt dioksit
- Partikülevr madde
- Kısa vadeli sınır değır
- Maksimum konsantrasyon

Giriş

Kısa vadeli sınır değerlerine (K.V.S.) göre bir değerlendirme yapıldığında, Türkiye Şehirleri'nde bir kaç farklı grup oluşturmak mümkündür. Kükürt dioksit açısından (SO_2 için $400 \mu\text{g} / \text{m}^3$ olarak verilmektedir) bakıldığında; 1990-2000 yılları arasında bazı yıllar düşme eğilimi görülmekle birlikte, hâlâ yüksek değerlere sahip olan şehirler bulunmaktadır. Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne, Çanakkale, Adıyaman, Sivas, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul, Eskişehir, Kırıkkale, Kırşehir ve Kayseri bunlar arasındadır. Ancak, bu şehirlerden Sivas, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul, Eskişehir, Kırıkkale, Kırşehir, Çorum ve Kayseri'de kısa vadeli sınır değerini aşan günlerin sayısı ilk başta çok yüksek seyretmiş olsa da 1995'den itibaren düşmüştür. Daha sonraki yıllarda ise kısa vadeli sınır değerini aşan günlere rastlanmamıştır. Söz konusu birinci derecede risk grubunda bulunan şehirlerden; Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne ve Adıyaman, Sivas, Kayseri, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Çanakkale'de veriler, kış döneminde hava kirliliğinin zaman zaman önemli boyutlara vardığını göstermektedir. Bu yönüyle birinci grupta bulunan merkezlerin birçoğunda hava kirliliğinin zaman zaman insan sağlığını tehdit edici ölçülere ulaşabildiği anlaşılmaktadır. Bu grubun diğer merkezlerinde ise son yıllarda kükürt dioksit miktarlarında azalma olmasına rağmen, yeterli önlemler alınmaz ise hâlen kısa vadeli sınır değerlerini aşma ihtimali bulunmaktadır.

Şehirlerin, partiküler madde konsantrasyonlarının kısa vadeli sınır ($300 \mu\text{g} / \text{m}^3$) değerini aştığı günler sayısına göre; 1990-2000 yılları arasında bazı merkezlerin önde yer aldıkları anlaşılmaktadır. Örneğin; uzun süre uzun vadeli sınır değerlerini aşmış bulunan Zonguldak, Sivas, Diyarbakır ve Erzurum kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı itibarıyla de ön planda gelmektedirler. Fakat bu bakımdan da Sivas, Diyarbakır ve Erzurum 'da son yıllarda belirgin bir düşme eğilimi izlenmekle birlikte, Zonguldak'ta artış kaydedilmektedir. Bu yönüyle Zonguldak'ta kış döneminde partiküler madde miktarının insan sağlığını tehdit edici ölçülere ulaşmış olduğu söylenebilir. Sivas ve Erzurum'da da düşmesine rağmen, son ölçüm yılında birer gün tespit edilmiştir.

6.1. Şehirlerin Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Kısa Vadeli Sınır Değeri Aşan Günler Sayısı

Türkiye şehirleri, hava kalitesinin korunması yönetmeliğinde belirtilen kısa vadeli sınır değerleri (K.V.S.) esas alındığında (SO_2 için $400 \mu\text{g} / \text{m}^3$ olarak verilmektedir) da bir kaç farklı grup oluşturmaktadırlar. Bu açıdan bakıldığında; 1990-2000 yılları arasında bazı yıllar düşme eğilimi göstermekle birlikte, hâlâ yüksek değerlere sahip olan şehirler görülmektedir. Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne, Çanakkale, Adıyaman, Sivas, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul, Eskişehir, Kırıkkale, Kırşehir ve Kayseri bunlar arasındadır. Ancak, bu şehirlerden Sivas, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul, Eskişehir, Kırıkkale, Kırşehir, Çorum ve Kayseri’de kısa vadeli sınır değerini aşan günlerin sayısı ilk başta çok yüksek seyretmiş olsa da 1995’den itibaren düşmüştür. Daha sonraki yıllarda ise kısa vadeli sınır değerini aşan günlere rastlanmamıştır. Birinci grupta bulunan şehirlerden Yozgat, Balıkesir, Kütahya, Erzurum, Edirne ve Adıyaman, Sivas, Kayseri, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Çanakkale’de veriler kış döneminde hava kirliliğinin zaman zaman önemli boyutlara vardığını göstermektedir. Bu yönüyle birinci grupta bulunan merkezlerin birçoğunda hava kirliliğinin zaman zaman insan sağlığını tehdit edici ölçülere ulaşabildiği anlaşılmaktadır. Bu grubun diğer merkezlerinde ise son yıllarda kükürt dioksit miktarlarında azalma olmasına rağmen, yeterli önlemler alınmaz ise hâlen kısa vadeli sınır değerlerini aşma ihtimali bulunmaktadır.

İkinci gurubu oluşturan şehirlerde ise kısa vadeli sınır değerlerini aşan günlere ilk bir kaç yılda rastlanmakta, daha sonraki yıllarda görülmemektedir. Niğde, Tokat, Malatya, Bursa, İzmit, Elazığ, Nevşehir, Ankara, Tekirdağ, İzmir ve Burdur da durum böyledir. Adı geçen şehirlerdeki göstergelere göre, hava kalitesinin son yıllarda iyiye doğru bir seyir takip ettiği söylenebilir.

Üçüncü grup diyebileceğimiz Denizli, Samsun, Kastamonu, Bingöl, Erzincan, Çankırı, Manisa, Uşak, Giresun gibi şehirlerde söz konusu ölçüm süresi içerisinde sadece bir yıl kısa vadeli sınır değerleri aşılmıştır. Ancak, bunlardan Çankırı’da 60 günü aşmıştır. Yalnızca bir yıl için kısa süreli sınır değerleri aşılmış olmasına rağmen, bu merkezlerde gerekli çalışmalar yapılmaz ise iklimik koşullara da bağlı olarak zaman zaman ciddi boyutlarda hava kirliliğinin yaşanması kaçınılmazdır. Amasya, Bilecik, Antalya ve Bolu’da ise kış döneminde zaman zaman SO_2 miktarı $100 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ’ü aşmasına rağmen, kısa vadeli sınır değerini aşan gün yaşanmamıştır. Bu duruma göre belirtilen şehirlerde bazı yıllar hava kalitesi bozulmasına rağmen, henüz ciddi bir problem oluşturmamaktadır. Düzce, Çan gibi merkezlerde kısa vadeli sınır değerlerini aşan günler kaydedilmesine rağmen, düzenli ölçümler bulunmamaktadır. Bu merkezlerin hava kalitelerinin tespiti için öncelikle düzenli ölçümlere ihtiyaç vardır. Şimdiye kadar belirtilenlerin dışında kalan şehirlerin kış dönemindeki SO_2 konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerlerini aşmadıkları gibi $100 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ’ün de altında kalmaktadırlar.

2000-2010 arasındaki devrede ise Türkiye şehirlerinde kükürt dioksit

konsantrasyonları birkaç şehir dışında kısa vadeli sınır değeri aşmamaktadır. Sadece Yozgat'ta genellikle kısa vadeli sınır değeri aşan günler görülmektedir. Ayrıca, Kars, Hakkâri, Siirt gibi şehirlerde 2007'den itibaren kısa vadeli aşan günlere rastlanmaktadır.

Şehirleri partiküler madde konsantrasyonlarının kısa vadeli sınır ($300 \mu\text{g} / \text{m}^3$) değerini aştığı günler sayısı itibarıyla de ele alıp hava kalitelerini belirlemek gerekirse; 1990-2000 yılları arasında bazı merkezlerin önde yer aldıkları gözlenmektedir. Örneğin; uzun süre uzun vadeli sınır değerlerini aşmış bulunan Zonguldak, Sivas, Diyarbakır ve Erzurum kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı itibarıyla de ön planda gelmektedirler. Fakat bu bakımdan da Sivas, Diyarbakır ve Erzurum 'da son yıllarda belirgin bir düşme eğilimi izlenmekle birlikte, Zonguldak'ta artış kaydedilmektedir. Bu yönüyle Zonguldak'ta kış döneminde partiküler madde miktarının insan sağlığını tehdit edici ölçülere ulaşmış olduğu söylenebilir. Sivas ve Erzurum'da da düşmesine rağmen, son ölçüm yılında birer gün tespit edilmiş olması, bu iki şehirde alınan tedbirlerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Diyarbakır'da ise bu sınır değere bir kaç yıldan beri ulaşılmamıştır. Bu grubun dışında bulunan Kayseri, Kahramanmaraş, Adıyaman, Tokat, Konya, İstanbul, İzmit, Bursa, Kütahya ve Balıkesir'de çoğu kış döneminde kısa vadeli sınır değerleri zaman zaman aşılmaktadır. Bu bakımdan adı geçen merkezlerde alınan önlemler sürdürülmeli ya da daha etkili önlemler alınmalıdır. Çorum, Kırşehir, Manisa, Trabzon, Amasya, Isparta'da kış dönemi partiküler madde konsantrasyonu $100 \mu\text{g} / \text{m}^3$ 'ü bulmadığı hâlde, kısa vadeli sınır değeri bir kaç kez aşılmıştır. Bu açıdan Çorum ve Trabzon dikkat çekici olup, önlem alınması gereken şehirler arasında değerlendirilmelidirler. 2000-2007 yılları arasında kısa vadeli sınır değeri aşan günler sayısında düşme eğilimi devam etmektedir. Ancak, 2007-2010 yılları arasında kalan süre içerisinde yeniden bir artış görülmektedir. Birçok şehirde bu günlerin sayısı 1-26 arasında değişmektedir. Balıkesir, Adıyaman, Denizli, Afyonkarahisar, Konya, Malatya, Bingöl, Çorum, Bolu, Erzurum, Ağrı, Kahramanmaraş, Isparta, Siirt, Manisa, Hakkâri, Iğdır, Karabük, Kilis, Düzce, Batman, Ardahan, Şanlıurfa, Mardin, Gaziantep, Şırnak, Muş, Antakya, Van gibi şehirlerin birçoğunda zaman zaman kısa vadeli sınır değeri aşan günlere rastlanmaktadır. Bu durum, son zamanlarda, Türkiye şehirlerinin hava kirleticilerinden, partiküler maddenin kükürt dioksitten daha önde yer aldığını göstermektedir.

6.2. Şehirlerin Maksimum Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Konsantrasyonlarına Göre Hava Kirlilikleri

Türkiye’de hava kirliliğinin boyutlarının belirlenmesi açısından şehirlerin kış dönemindeki maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarına ait göstergelerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Burada da her iki kirleticinin gerek miktarları ve gerekse etkili oldukları şehir sayısı, her şeyden önce yıllara göre önemli değişim göstermektedir. Bunlardan maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları 1990-1993 yılları arasında çok yüksek değerlere eriştiği gibi çok sayıda şehrin göstergelerinin kısa vadeli sınır değeri aştığı ya da buna fazlasıyla yaklaştığı tespit edilmektedir. Örneğin; 1990-1991 kış döneminde Çan (1096 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), İstanbul (1171 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Konya (3489 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Malatya (1430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Erzurum (1135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), İzmit (1165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Kütahya (1365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ve Sivas (1976 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gibi şehirlerde maksimum değerler 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşmaktadır. Özellikle Konya rekor değere ulaşmaktadır. Ayrıca, Diyarbakır, Kayseri ve Bursa’da değerler 1000, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e yaklaşmaktadır. Dolayısıyla söz konusu bu şehirlerde böylesine yüksek maksimum değerlerin görüldüğü günler, hava kirliliğinin canlıları tehdit edici boyutlara ulaştığını göstermektedir. Bu şehirlerden başka Adıyaman, Ankara, Elazığ, Edirne, Erzincan, Eskişehir, İzmir, Kastamonu, Kırşehir, Çankırı, Manisa, Kahramanmaraş, Yatağan, Nevşehir, Niğde, Adapazarı, Samsun, Tekirdağ, Tokat, Yozgat, Kırıkkale gibi merkezlerde maksimum değerler kısa vadeli sınır değerinin üzerine çıktığından, bu günlerde de hava kirliliği rahatsız edici boyutlardadır. Dönemin maksimum partiküler madde konsantrasyonu ise kükürt dioksit kadar yüksek olmamakla beraber (sadece Sivas’ta 1016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Konya’da 927 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), çoğu şehirde kısa vadeli sınır değerinin üzerinde seyretmektedir. Adıyaman, Ankara, Adapazarı, Bingöl, Bolu, Antalya, Bursa, Çanakkale, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, İstanbul, İzmir, İzmit, Kayseri, Kütahya, Malatya, Kahramanmaraş, Samsun, Tokat, Zonguldak ve Kırıkkale gibi şehirler bu grubun örnekleridir. Bu duruma göre maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde miktarları kısa vadeli sınır değeri aşan şehirler, Türkiye’nin havası en kirli merkezlerini oluşturmaktadırlar. Mersin Trabzon ve Zonguldak’ta ise sadece partiküler maddeye ait maksimum değerler kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Her iki kirleticisi de yıl içerisinde en yüksek miktarlara aralık, ocak, şubat gibi kış mevsimi aylarında ulaşmaktadır. Bunları kasım ve mart ayları izlemektedir. Daha az olarak da nisan ayında rastlanmaktadır. O hâlde Türkiye’de hava kirliliği açısından kış mevsimi birinci, sonbahar sonu ve ilkbahar başları ikinci dereceden riskli devrelerdir.

1991-1992 Kış dönemine gelindiğinde yine her iki kirleticinin maksimum değerleri birçok şehirde kısa vadeli sınır değerinin üzerindedir. Daha önceki yıldan maksimum kükürt dioksit miktarları 1000, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü geçen şehirlerden İzmit (903 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Konya (947 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Malatya (691 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), bu değerinin altına inmiştir. İstanbul (1349 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Kütahya (1865 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Sivas (1254 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ve Çan (1410 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durumunu korurken, Erzurum(1297 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Bursa (1426 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Çankırı (1010 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) bu gruba dâhil olmuştur. Ayrıca, Diyarbakır, İzmit, Kayseri ve Konya gibi şehirler de 1000 değerine çok yaklaşmışlardır. Buna bağlı olarak, belirtilen merkezler 1991-1992 kış döneminde maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ile dikkat çeken havası en kirli şehirlerdir. Ayrıca Adapazarı, Adıyaman, Ankara, Afyonkarahisar, Bingöl, İnegöl, Çanakkale, Çorum, Çankırı, Eskişehir, Kayseri,

Kırşehir, Manisa, Kahramanmaraş, Nevşehir, Niğde, Tokat, Yozgat, Kırıkkale ve Zonguldak'ta birinci gruptakiler kadar olmasa da maksimum kükürt dioksit değerleri yine kısa vadeli sınır değerinin üzerindedir. Dolayısıyla bu gruptakiler de dönemin havası kirli şehirleri arasında yerlerini almışlardır.

Yine aynı dönemde maksimum partiküler madde miktarı birçok şehirde kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Ancak, Sivas dışında bu miktar $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmamaktadır. Daha önceki dönemde olduğu gibi maksimum değerler, kükürt dioksit kadar yüksek değildir. Ayrıca maksimum değeri kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı da daha azdır. Bu dönemde maksimum partiküler madde miktarı kısa vadeli sınır değerinin üzerinde olan şehirler şunlardır: Adapazarı, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Bingöl, Çankırı, Bursa, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmir, İzmit, Kayseri, Kırşehir, Kütahya, Konya, Manisa, Malatya, Kahramanmaraş, Tokat, Zonguldak Antalya ve Düzce. Bu şehirlerden Antalya ve Düzce'de sadece partiküler maddenin maksimum değerleri kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Diğerlerinde ise her iki kirleticinin de konsantrasyonları yüksektir. Dolayısıyla bu şehirler, hava kirliliği açısından birinci derecede önem taşımaktadırlar.

1992-1993 kış döneminde de maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı yine fazladır. Bu bakımdan konsantrasyonu $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü geçen şehirler arasında yine İstanbul, Kütahya, Erzurum, Sivas, Konya ve Karaman bulunmaktadır. Bunlardan İstanbul $4070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değeriyle dönemin rekorunu kırmıştır. Balıkesir ($928 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Çankırı ($960 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Kayseri ($971 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gibi kentler ise bunları takip etmektedir. En yüksek kirlilik de bu şehirlerde görülmektedir. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları bunlar kadar yüksek olmamak kaydıyla, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Çan, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, Isparta, İzmir, İzmit, Kırşehir, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Nevşehir, Niğde, Adapazarı, Tokat, Yozgat, Kırıkkale, Tekirdağ'da kısa vadeli sınır değeri aştığından, bu şehirler de hava kalitesi açısından tehlike taşımaktadır. Maksimum partiküler madde konsantrasyonları itibarıyla $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan şehirler Erzurum ($1087 \mu\text{g}/\text{m}^3$), İstanbul ($1404 \mu\text{g}/\text{m}^3$), İzmir ($1330 \mu\text{g}/\text{m}^3$), olmakla birlikte, Ankara, Adıyaman, Bursa, Bolu, Diyarbakır, Erzincan, Isparta, Kayseri, İzmit, Kırşehir, Kütahya, Konya, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Sivas, Kırıkkale, Zonguldak, Antalya, Denizli ve Tokat'ta kısa vadeli sınır değerinin üzerine çıkmıştır. Böylece adı geçen merkezlerde her iki kirleticinin değeri de yüksek olduğundan, kirlilik göstergeleri de yüksektir.

1993-1994 kış döneminde de çoğu şehrin maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları yüksektir. Erzurum, Kütahya, İstanbul, Konya, Sivas, Muğla, Karaman, Çorum ve Düzce'de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan konsantrasyonlara rastlanmaktadır. Bu dönemde özellikle İstanbul'da maksimum konsantrasyon $1892 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmıştır. Bu veriler 1993-1994'ün kış döneminde Türkiye'de özellikle İstanbul başta olmak üzere, Çorum, Erzurum, Kütahya, Konya, Sivas, Muğla, Karaman ve Düzce gibi şehirlerde hava kirliliğinin çok yüksek olduğunu göstermektedir. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları bu gruptan daha düşük, ancak kısa vadeli sınır değerinin üzerinde olan şehirler yine önemli sayıya ulaşmaktadır. Bunlar, Adıyaman, Ankara, Afyonkarahisar, Bursa, Çan, Çanakkale, Çankırı, Elazığ, Edirne,

Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, İzmit, Manisa, Malatya, Kahramanmaraş, Nevşehir, Niğde, Adapazarı, Tokat, Yozgat, Kırıkkale, Balıkesir, Burdur, Isparta, Bayburt ve Bolu gibi merkezlerdir. Bunlar da dönemin ikinci grup kirli şehirleri olarak adlandırılabilirler. Maksimum partiküler madde konsantrasyonları Erzurum, İstanbul ve Bursa'da $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığından, bu üç şehir her iki kirlenici açısından önemli probleme sahip gözükmektedir. Ayrıca, Ankara, Afyonkarahisar, Adıyaman, Bolu, Diyarbakır, Kayseri, İzmir, İzmit, Kastamonu, Kütahya, Konya, Manisa, Malatya, Kahramanmaraş, Niğde, Sivas, Tokat, Trabzon, Rize, Kırıkkale, Zonguldak, Antalya, Bingöl, Bolu, Düzce, Çorum, Bayburt ve Erzincan'da kısa vadeli sınır değeri aştığından, riskli kentler arasında bulunmaktadır.

1994-1995 kış döneminde de maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları yüksek olan şehir sayısı fazladır. Erzurum, İstanbul, Konya, Kütahya ve Muğla'da maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmaktadır. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları bu gruptan daha düşük olmakla beraber, kısa vadeli sınır değerin üzerinde olan şehirler yine önemli sayıya ulaşmaktadır. Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Balıkesir, Bingöl, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Düzce, Edirne, Erzincan, Eskişehir, Isparta, İzmir, İzmit, Kayseri, Kırşehir, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Muş, Niğde, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Yozgat, Kırıkkale bu grubun örnekleridir. Maksimum partiküler madde konsantrasyonları ise sadece Erzurum'da $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. Ancak, kısa vadeli sınır değeri aşan maksimumlara burada da rastlanmaktadır. Afyonkarahisar, Ankara, Balıkesir, Burdur, Antalya, Bursa, Çorum, Denizli, Edirne, İstanbul, İzmir, İzmit, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Muş, Rize, Sivas, Tokat, Trabzon, Zonguldak, Kırıkkale gibi kentler bu durumdadır.

1995-1996'nın Kış dönemine gelindiğinde, her iki kirlenicinin konsantrasyonlarında önemli düşüşler gözlemlendiği gibi bu bakımdan kirli olan şehir sayısında da azalmalar dikkat çekmektedir. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu açısından değerlendirildiğinde; İstanbul, Konya ve Kütahya'da $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı gözlenmektedir. Bunların dışında, Adıyaman, Ankara, Balıkesir, Burdur, Çorum, Edirne, Erzurum, Eskişehir, Isparta, İzmir, İzmit, Kayseri, Kırşehir, Manisa, Sivas, Muğla, Tokat, Yozgat, Kırıkkale'de maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Partiküler maddede de maksimum konsantrasyonun $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aştığı şehir yoktur. Ancak, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Balıkesir, Bursa, Denizli, Erzincan, Erzurum, İstanbul, İzmir, İzmit, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Rize, Sivas, Trabzon, Zonguldak gibi kentlerde maksimumlar kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır.

1996-1997'nin Kış dönemine gelindiğinde, yine her iki kirlenicinin konsantrasyonlarında önemli düşüşler sürmekte olup, kirli olan şehir sayısında da azalmalar dikkat çekmektedir. Örneğin, maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu açısından Kütahya dışında hiçbir şehirde $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerine ulaşılmamaktadır. Ancak yine de bazı şehirlerin maksimum değerleri kısa vadeli sınır değerin üzerindedir. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Balıkesir, Burdur, Çanakkale, Çorum, Edirne, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmir, İzmit, Kayseri, Kırşehir, Muğla, Manisa, Adapazarı, Kahramanmaraş, Sivas, Kırıkkale, Yozgat, Bayburt, Konya, bu durumdadır. Bu duruma göre, Kütahya başta olmak üzere, adı

geçen bu şehirler, 1996-1997 Kış döneminin kükürt dioksitce havası kirli şehirleridir. Maksimum partiküler madde miktarınca 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerini aşan şehir gözükmemektedir. Ancak, Adıyaman, Adapazarı, Afyonkarahisar, Ankara, Bolu, İstanbul, İzmir, Kayseri, Konya, Kütahya, Sivas, Manisa, Kahramanmaraş, Erzurum, İzmit, Denizli Rize, Tokat, Trabzon, Bayburt ve Zonguldak'ta kısa vadeli sınır değerler aşılmıştır. Dolayısıyla belirtilen bu şehirlerde hava kirliliği çok belirgindir.

1997-1998'in kış döneminde de düşüşler devam etmekte olup, yine sadece Kütahya'nın maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları 1000, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmaktadır. Adıyaman, Afyon, Ağrı, Balıkesir, Bursa, Edirne, Denizli, Erzurum, İzmit, Kırşehir, Konya, Sivas, Yozgat, Çanakkale, Yozgat, Çan, Çorum, Muğla, Isparta gibi merkezlerin konsantrasyonları da kısa vadeli sınır değerin üzerindedir. Maksimum değerlerin kaydedildiği günler adı geçen şehirlerde özellikle Kütahya ve Çan başta olmak üzere, hava kirliliği açısından en kritik zaman kesitini oluşturmaktadır. Maksimum partiküler madde konsantrasyonları bu dönemde de bütün şehirlerde 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmakla birlikte, kısa vadeli sınır değeri aşan şehirler de vardır. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Balıkesir, Bursa, Çorum, Denizli, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmit, Kayseri, Konya, Kütahya, Sivas, Zonguldak, Ağrı bu durumdadır. Bu şehirlerde her iki kirleticinin de konsantrasyonlarının yüksek oluşu, bu dönemde hava kalitesinin fazlasıyla bozulmasına neden olmuştur. Ayrıca Zonguldak, Kayseri, İzmitİstanbul, Isparta ve Ankara'da sadece maksimum partiküler madde konsantrasyonları önem taşımaktadır. Kirlilik de bu şehirlerde partiküler maddeye bağlı gözükmemektedir.

1998-1999'da atmosfer kirleticilerinden kükürt dioksit ve partiküler maddenin maksimum konsantrasyonları daha da düşerek, bu durumdaki şehir sayısı bir hayli azalmıştır. Bu durum Türkiye genelinde 1990' lı yılların sonuna doğru hava kalitesinde önemli ölçüde düzelmenin olduğunu göstermektedir. Bu dönemde de yine Kütahya 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerindeki maksimumla dikkat çekmektedir. Bunun arkasından Adıyaman, Ağrı, Balıkesir, Burdur, Çanakkale, Çan, Denizli, Edirne, Isparta, Manisa, Yozgat, Muğla, Konya, Kayseri, kısa vadeli sınır değeri aşan maksimum değerler göstermektedirler. Dolayısıyla Kütahya yine başta olmak üzere, adı geçen şehirlerde maksimum değerlerin kaydedildiği günlerde hâlâ şiddetli ölçülerde hava kirliliğinin yaşandığı anlaşılmaktadır. Bu dönemde Türkiye şehirlerinin maksimum partiküler madde konsantrasyonları 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında olmakla beraber, Bursa, Adapazarı, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Ankara, Çan, Denizli, Isparta, İstanbul, İzmit, Kütahya, Sivas, Konya, Kayseri, Manisa ve Zonguldak gibi merkezlerde kısa vadeli sınır değeri aşarak, etkili kirliliğe sebep olmuştur. Bunlardan, Zonguldak, Sivas, İzmit, İstanbul, Isparta, Bursa ve Ankara'da yalnızca maksimum partiküler maddeye bağlı olan kirlilik izlenmektedir.

1999-2000 Yılı'nın kış döneminde de söz konusu kirleticilerin konsantrasyonları düşmeye devam etmekte ve buna bağlı olarak atmosferi kirli olan şehir sayısı azalmaktadır. Kütahya bu dönemde de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu ile yine başta bulunmaktadır. Bunu kısa vadeli sınır değerin üzerinde olan maksimum konsantrasyonlarla Adıyaman, Ankara, Çorum, Kayseri, Konya, Niğde, Elazığ, Yozgat,

Burdur, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Manisa ve Kırıkkale izlemektedir. Görüldüğü üzere, 1990'lı yılların başlarında, maksimum değerlerin yüksek olduğu şehir sayısı bir hayli fazla iken, 2000'li yıllara girerken önemli düşüşler göstermiştir. Daha önceki yıllarda maksimum konsantrasyonları yüksek olan şehirlere ait kabarcık liste burada görülmemektedir. Maksimum partiküler madde konsantrasyonlarındaki düşüş çok daha hızlı olduğundan, bu bakımdan maksimum konsantrasyonu 1000'in üzerinde şehir olmadığı gibi kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı da önemsizdir. Ankara, Kayseri, Konya ve Kütahya bu durumdadır. Dolayısıyla hava kirliliği açısından dönemin en riskli şehirlerini de bunlar oluşturmaktadır. Ayrıca sadece maksimum partiküler madde miktarınca kısa vadeli sınır değerin üzerine çıkan şehirler de vardır. Bunlar Zonguldak, Bursa, Sivas, İstanbul, Denizli gibi şehirler olup, kirlilik ilgili günlerde partiküler maddeye bağlı olarak yaşanmaktadır.

1990-2000 yılları arasındaki dönemi kapsayan bu değerlendirmeler Türkiye'de kış döneminde hava kirleticilerden özellikle kükürt dioksit konsantrasyonunun 1990-1995 arasında fazlasıyla yükseldiğini göstermektedir. Partiküler madde ise birçok şehirde ikinci derecede kirletici durumunda kalmaktadır. Her iki kirleticinin maksimum değerleri yıl içerisinde aralık, ocak, şubat gibi kış ayları başta olmak üzere, sonbahar sonunda kasım ayında ve ilkbahar başlarında mart ayında yükselmektedir. Dolayısıyla Türkiye'de hava kirliliği açısından belirtilen aylar yılın en riskli zaman dilimlerini oluşturmaktadır. 1990-2000 yılları arasının esas alındığı dönem içerisinde, 1996-1997 yılına kadar hem kirleticilerin konsantrasyonları daha yüksek, hem de atmosferi kirli şehir sayısı daha fazla gözükmemektedir. Hâlbuki 1997'den itibaren gerek kirletici konsantrasyonlarında ve gerekse kirli şehir sayısında önemli düşüşler izlenmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin hava kalitesinde 1996-1997 döneminden bu yana önemli ölçüde iyileşme gözlenmektedir.

2000-2010 yılları arasında kalan dönemde ise kirleticilerin maksimum konsantrasyonlarında, 2007 yılına kadar genel düşüş eğilimi devam etmiştir. 2007-2010 yılları arasında ise başta partiküler madde olmak üzere, söz konusu kirleticilerin maksimum konsantrasyonları yeniden artmaya başlamıştır. 2000-2001 Yılı'nın kış döneminde de yalnızca Kütahya 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu ile yine başta gözükmemektedir. Bunu maksimum konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerin üzerinde olan şehirler izlemektedir: Ağrı, Ankara, Burdur, Çorum, Denizli, Elazığ, Erzurum, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Manisa, Niğde, Tekirdağ, Kırıkkale. Maksimum partiküler madde konsantrasyonlarında, Erzurum (1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) birinci sırada gözükmemektedir. Ağrı, Burdur, Çorum, Denizli, Elazığ, Isparta, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Sivas, Zonguldak, Kırıkkale gibi kentlerin maksimumları kısa vadeli sınır değeri aşmıştır.

2001-2002 yılları arasında kalan Kış dönemi, kirleticilerin maksimum konsantrasyonlarında, küçük bazı değişikliklerin dışında bir önceki döneme benzerdir. Kütahya gerek maksimum kükürt dioksit (1447 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve gerekse partiküler madde (1067 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) itibarıyla önde yer almaktadır. Burdur, Çorum, Elazığ, Erzurum, Kayseri, Konya, Sivas, Yozgat, Kırıkkale gibi şehirlerde her iki kirleticinin de maksimum konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerin üzerindedir. Ayrıca Amasya, Denizli, Bursa, Edirne, Isparta, Samsun ve Karaman gibi şehirler, sadece kükürt dioksitte kısa vadeli sınır değeri aşmışlardır. Ankara,

Bolu, Kastamonu, Malatya ve Zonguldak'ta ise sadece maksimum partiküler madde konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşmıştır.

2002-2003 yılları arasında kalan kış döneminde, kirleticilerin maksimum konsantrasyonlarında, Ankara ($1111 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Erzurum ($1356 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Kükürt dioksit, Kayseri de ($1127 \mu\text{g}/\text{m}^3$) partiküler maddede en yüksek değere sahip gözükmektedirler. Ayrıca belirtilenler kadar yüksek olmasa da maksimum konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşan bazı kentler de vardır. Örneğin, Balıkesir, Burdur, Bursa, Denizli, Elazığ, Isparta, Kayseri, Kütahya, Manisa, Samsun, Tekirdağ, Tokat ve Karaman gibi şehirlerin maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Maksimum partiküler madde miktarınca kısa vadeli değerin üzerine çıkan kentler de vardır. Bunlar, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Elazığ, Erzurum, Isparta, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Sivas, Tokat, Zonguldak ve Karaman gibi kentlerdir. Görüldüğü gibi bu şehirlerden bazılarının maksimum konsantrasyonları her iki kirleticide de kısa vadeli sınır değerin üzerindedir.

2003-2004 kış döneminde hiçbir şehrin maksimum kirletici konsantrasyonu $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmamıştır. Sadece Bursa'da maksimum partiküler madde miktarı ($910 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bu değere yakın gözükmektedir. Ancak, bu dönemde de maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde miktarları kısa vadeli sınır değeri aşan bazı kentler dikkat çekmektedir. Kükürt dioksit Bolu, Bursa, Çanakkale, Çorum, Erzurum, Konya, Kütahya, Manisa, Tekirdağ ve Yozgat göze çarpmaktadır. Partiküler madde de ise Balıkesir, Bolu, Çorum, Erzurum, Isparta, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Sivas, Zonguldak dikkat çekmektedir. Burada da yine bazı şehirler heriki kirletici konsantrasyonunun yüksekliği ile dikkat çekmektedir.

2004-2005 kış döneminde sadece Kütahya maksimum kükürt dioksit ($1190 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve partiküler madde ($1031 \mu\text{g}/\text{m}^3$) konsantrasyonlarının yüksekliği ile dikkat çekmektedir. Ayrıca Burdur, Bursa, Çanakkale, Çorum, Elazığ, Erzurum, Isparta, Kayseri, Manisa, Sivas, Tekirdağ, Uşak, Kırıkkale, Karaman'ın maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerin üzerinde kalmıştır. Ankara, Balıkesir, Bursa, Çorum, Elazığ, Erzurum, Isparta, İzmit, Kayseri, Konya, Manisa, Sivas, Zonguldak, Karaman, Aksaray gibi kentlerin de maksimum partiküler madde konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerin üzerinde seyretmekte olup, aynı zamanda bunlardan bir kısmının kükürt dioksit konsantrasyonları da yüksektir.

2005-2006 kış döneminde ise hiçbir şehrin maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonu $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmadığı gibi söz konusu değerlerce kısa vadeli sınır değeri aşan kent sayısı da azalmaktadır. Balıkesir, Erzurum, Konya, Manisa, Siirt, Tekirdağ ve Bayburt maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ile, Ankara, Balıkesir, Antalya, Bursa, Elazığ, Erzurum, Isparta, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Siirt ve Trabzon maksimum partiküler madde konsantrasyonunca kısa vadeli sınır değeri aşmışlardır.

2006-2007 kış döneminde de yine, hiçbir şehrin maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonu $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmamakta ve söz konusu değerlerce kısa vadeli sınır değeri aşan kent sayısı daha da azalmaktadır. Isparta, Manisa, Tekirdağ ve

Kırıkkale'nin maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ve Bursa, Isparta, Kayseri, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa ve Zonguldak'ın maksimum partiküler madde konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır.

2007-2008 Kış dönemine gelindiğinde, aniden maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarınca kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı artmaktadır. Ayrıca maksimum partiküler madde konsantrasyonları, kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre hem daha yüksek seyretmekte olup, hem de maksimum konsantrasyonları kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı daha fazladır. Bolu ($1075 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Mardin'de ($2737 \mu\text{g}/\text{m}^3$) maksimum partiküler madde konsantrasyonları bir hayli yüksek gözükmemektedir. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Balıkesir, Bingöl, Çorum, Denizli, Düzce, Elazığ, Bitlis, Erzurum, Gaziantep, Isparta, İstanbul, Kars, Konya, Kütahya, Manisa, Kahramanmaraş, Muş, Ardahan, Siirt, Sivas, Iğdır, Antakya, Hakkâri, Şanlıurfa, Adana, Osmaniye, İçel, Van gibi bir çok şehirde de maksimum partiküler madde miktarı kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ise $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmakta olup, kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı da daha azdır. Ağrı, Burdur, Çanakkale, Bitlis, Kars, Siirt, Hakkâri, Van, Karabük, Adana ve Şırnak bunlar arasındadır.

2008-2009 kış döneminde de durum pek farklı değildir. maksimum partiküler madde konsantrasyonları Mardin'de ($1065 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bir hayli yüksek gözükmemektedir. Yine, maksimum partiküler madde miktarı kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı bir hayli fazla gözükmemektedir. Adıyaman, Afyonkarahisar, Ağrı, Ankara, Balıkesir, Bolu, Burdur, Aydın, Çanakkale, Çorum, Denizli, Düzce, Edirne, Elazığ, Bitlis, Erzurum, Gaziantep, Isparta, İstanbul, Konya, Kütahya, Manisa, Kahramanmaraş, Muş, Nevşehir, Niğde, Sivas, Tekirdağ, Trabzon, Batman, Şanlıurfa, Adana, Iğdır, Antakya, Hakkâri, Karaman gibi şehirler bu durumdadır. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ise $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmakta olup, kısa vadeli sınır değeri aşan şehir sayısı da daha azdır. Bitlis, Kars, Kayseri, Siirt, Tekirdağ, Hakkâri, Yozgat ve Karabük bu grubun örnekleridir.

2009-2010 kış döneminde maksimum kirletici konsantrasyonlarından partiküler madde çok baskın bir biçimde durumunu korumaktadır. Yine Mardin en yüksek değere sahip olup, kısa vadeli sınır değeri aşan kent sayısı da yüksektir. Adapazarı, Adıyaman, Ağrı, Ankara, Balıkesir, Bingöl, Bolu, Çorum, Çankırı, Denizli, Diyarbakır, Düzce, Elazığ, Erzurum, Gaziantep, Isparta, İstanbul, Kayseri, İçel, Konya, Kütahya, Malatya, Muş, Kahramanmaraş, Rize, Siirt, Sivas, Iğdır, Antakya, Van, Karabük, Osmaniye, Şırnak, Adana, Şanlıurfa ve Batman'da durum böyledir. Türkiye şehirlerinin maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ise bir hayli düşük seyretmekte olup, bu bakımdan sadece 3 şehirde (Tekirdağ, Hakkâri, Şırnak) kısa vadeli sınır değeri aşılmıştır. Özellikle, 2007-2008 kış döneminden itibaren öne geçen maksimum partiküler madde konsantrasyonları, bu son dönemde, ağırlığını tamamen artırmıştır. Bu durum, son zamanlarda Türkiye Şehirleri'nin hava kalitesinde, kükürt dioksitten daha çok partiküler madde miktarının olumsuz rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Uygulamalar

1) Yaşadığınız kentin kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre sınır değeri aşan günler sayısı incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Yaşadığınız kentin kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre sahip olduğu kısa vadeli sınır değeri aşan günler sayısını araştırınız.
- 2) Kısavadeli sınır değeri aşan günler daha çok hangi mevsimde görülmektedir? Neden?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye’de hava kirliliğinin boyutlarının belirlenmesi açısından şehirlerin kış dönemindeki maksimum kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarına ait göstergelerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Her iki kirleticinin gerek miktarları ve gerekse etkili oldukları şehir sayısı, her şeyden önce yıllara göre önemli değişim göstermektedir. Bunlardan maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları, özellikle 1990-1993 yılları arasında çok yüksek değerlere eriştiği gibi çok sayıda şehrin göstergelerinin kısa vadeli sınır değeri aştığı ya da buna fazlasıyla yaklaştığı tespit edilmektedir. Daha sonraki yıllarda düşme eğilimi izlenmekle birlikte bazı yıllar maksimum değerlerin önemli boyutlara ulaşmış olması dikkat çekicidir. Her iki kirletici de yıl içerisinde en yüksek miktarlara aralık, ocak, şubat gibi kış mevsimi aylarında ulaşmaktadır. Bunları kasım ve mart ayları izlemektedir. Daha az olarak da nisan ayında rastlanmaktadır. O hâlde Türkiye’de hava kirliliği açısından kış mevsimi birinci, sonbahar sonu ve ilkbahar başları ikinci dereceden riskli devrelerdir.

Maksimum değerler itibarıyla daha önceki yıllarda sürekli kükürt dioksit önde iken, özellikle, 2007-2008 kış döneminden itibaren öne geçen maksimum partiküler madde konsantrasyonları, 2009-2010 döneminde, ağırlığını tamamen artırmıştır. Bu durum, son zamanlarda Türkiye Şehirleri’nin hava kalitesinde, kükürt dioksitten daha çok partiküler madde miktarının olumsuz rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Bu bölümde kentlerin kükürt dioksit ve partiküler maddeye ait kısa vadeli sınır değeri aşan süreleri ve maksimumu konsantrasyonları incelenmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Sivas, Kahramanmaraş, Konya, İstanbul gibi şehirlerin kükürt dioksit konsantrasyonlarınca kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı ilk başta çok yüksek seyretmiş olsa da 1995'den itibaren düşmüştür.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Diyarbakır, Erzurum, Sivas gibi şehirlerin kükürt dioksit konsantrasyonlarınca kısa vadeli sınır değerlerini aşan günlere ilk bir kaç yılda rastlanmakta, daha sonraki yıllarda rastlanmamaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Mersin, Trabzon ve Zonguldak'ta, sadece kükürt dioksit'e ait maksimum değerler kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye şehirlerinde 2000-2007 yılları arasında kısa vadeli sınır değeri aşan günler sayısında düşme eğilimi devam etmektedir. Ancak, 2007-2010 yılları arasında kalan süre içerisinde yeniden bir artış görülmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Zonguldak, Sivas, Diyarbakır, Erzurum gibi Şehirlerin partiküler madde konsantrasyonlarının kısa vadeli sınır ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) değerini aştığı günler sayısına göre 1990-2000 yılları arasında önde yer almaktadırlar.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye şehirleri, hava kalitesinin korunması yönetmeliğinde belirtilen kısa vadeli sınır değerleri (K.V.S.)kükürt dioksit için $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak verilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2007'den itibaren kükürt dioksit konsantrasyonlarınca, Kars, Hakkâri, Siirt gibi şehirlerde kısa vadeli aşan günlere rastlanmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye'de maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları 2000-2010 yılları arasında çok yüksek değerlere ulaşmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2000-2001 Yılıının kış döneminde, yalnızca Diyarbakır $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu ile baş sırada gözükmemektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

2009-2010 kış döneminde maksimum kirletici konsantrasyonlarından partiküler madde çok baskın bir biçimde durumunu korumakta olup, Mardin en yüksek değere sahip gözükmemektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)b, 3)b, 4)a, 5)a, 6)a, 7)a, 8)b, 9)b, 10)a

**7. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN
COĞRAFİ BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (KIYI BÖLGELERİ)**

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 7.1.** Marmara Bölgesi
- 7.2.** Ege Bölgesi
- 7.3.** Akdeniz Bölgesi
- 7.4.** Karadeniz Bölgesi

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Marmara Bölgesinde yüksek konsantrasyonlarda hava kirliliği yaşamış olan kentleri araştırınız.
- 2) Ege Bölgesi'nde uzun süre hava kirliliği yaşamış kentleri araştırınız.
- 3) Hava kalitesi açısından Karadeniz Bölgesi'nin kıyı ve iç kısımlarını kıyaslayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye Kıyı Bölgelerinin Hava Kalitesi	Türkiye kıyı bölgelerinin hava kalitesini kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarına göre değerlendirmek	Türkiye kıyı bölgelerinin hava kalitesini kirlilik durumuna göre değerlendirmek
Türkiye Kıyı Bölgelerinin Hava Kalitesi	Kıyı bölgelerindeki kentleri hava kaliteleri açısından sınıflandırmak	Kıyı bölgelerindeki kentleri hava kaliteleri açısından sınıflandırmak ve irdelemek

Anahtar Kavramlar

- Marmara Bölgesi
- Akdeniz Bölgesi
- Ege Bölgesi
- Karadeniz Bölgesi
- Şehir
- Hava kalitesi

Giriş

Türkiye’de hava kirliliğini doğuran ve etkileyen faktörlerin coğrafi bölgelerin birinden diğerine değişmesi, hava kalitesinin de farklılaşmasına yol açmıştır. Bu nedenle her coğrafi bölgenin ayrı ayrı kendi içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Marmara Bölgesi bilindiği gibi Türkiye’nin nüfus yoğunluğu en yüksek olan coğrafi bölgesidir. Aynı zamanda endüstri tesisleri bölgede bir kuşak oluşturmaktadır. Ayrıca bölgenin yaklaşık Türkiye nüfusunun 1/3 ini barındırması, ısınma amaçlı tüketilen evsel yakıt miktarını da kendiliğinden arttırmıştır. Marmara Bölgesi şehirlerinde hava kalitesinin, evsel ısınma amaçlı yakıt kullanımı kadar olmasa da, kirletici vasfı yüksek olan endüstri tesislerinden ve motorlu kara taşıtlarından da olumsuz şekilde etkilendikleri anlaşılmaktadır.

Ege Bölgesi’nin kıyı kuşağında sıcaklık şartlarının elverişli olmasına rağmen, başta Asıl Ege Bölümü olmak üzere İç Batı Anadolu’nun da bazı kesimlerinde hava kalitesinde bozulmalar tespit edilmiştir. Bölgenin kıyı kesiminde bir endüstri kuşağının belirmiş olması, hava kirliliğinde bu sektörün de önemli payının olduğunu göstermektedir.

Akdeniz Bölgesi’nin özellikle kıyı kesiminde konumlanmış olan kentlerin, sıcaklık şartları olumlu olduğundan, evsel ısınmada tüketilen yakıt miktarı daha azdır. Buna bağlı olarak, buradaki kentlerin atmosferleri de daha az kirlenmektedir. Ancak, bölgenin iç kesimlerindeki kentlerde, yanma süresinin uzamasına ve yanma derecesinin şiddetlenmesine bağlı olarak, hava kalitesindeki bozulma da belirginleşmektedir. Ayrıca, bölgede Adana-Mersin sanayi kuşağı ile İskenderun’daki sanayi tesisleri, hava kalitesinin bozulmasına katkıda bulunmaktadır. Bölgenin iç kesimlerinde, başta Kahramanmaraş olmak üzere Isparta ve Burdur’da zaman zaman hava kirliliği sorunu yaşanmıştır.

Karadeniz Bölgesi’nde lokal olarak yaşanan hava kirliliği de, daha çok evsel ısınmaya bağlı gözükmemektedir. Bölgenin kıyı kesimlerinin elverişli sıcaklık şartlarına sahip olması, buraların hava kalitesi üzerinde olumlu tesirler yaratmaktadır. Ancak, Samsun-Tekkeköy, Ereğli-Karabük, Zonguldak ve Murgul çevresinde bulunan sanayi tesislerinin, kirletici etkileri vardır.

Bu bölümde kıyı bölgelerinin hava kalitesi, belli bir dönem hava kirliliği yaşamış olan şehirler incelenerek araştırılacaktır.

7.1. Marmara Bölgesi

Marmara Bölgesi'nde yanma döneminin süresi, Akdeniz ve Ege kıyılarına nazaran biraz daha uzundur. Bu durum, bölgenin hava kalitesini olumsuz yönde fazla etkilememektedir. Ancak, bölgenin hava kalitesine olumsuz etkide bulunan bir çok beşerî faktör vardır. Marmara Bölgesi bilindiği gibi Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en yüksek olan coğrafi bölgesidir. Aynı zamanda endüstri tesisleri bölgede bir kuşak oluşturmaktadır (özellikle İstanbul-İzmit arası). Bölgenin Trakya kesimi ve Güney Marmara Bölümü de son yıllarda yoğun şekilde endüstrileşmeye sahne olmuştur. Bölgede özellikle kirletici vasfı yüksek olan çimento, gübre, şeker, petro-kimya, kâğıt, selüloz, deri, lastik ve metal sanayi gibi çeşitli tesislerin bulunması, hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca bölgenin yaklaşık Türkiye nüfusunun 1/3 ini barındırması, ısınma amaçlı tüketilen evsel yakıt miktarını da kendiliğinden arttırmıştır. Yakıt miktarındaki artışlar ise bölgede hava kalitesinin bozulmasında önemli rol oynamıştır. Bölgenin 1950' den bu yana aşırı bir nüfus çekim merkezi olması, çarpık kentleşmeye de sebep olarak hava kalitesinin bozulmasını hızlandırmıştır. Bütün bunlardan, Marmara Bölgesi şehirlerinde hava kalitesinin, evsel ısınma amaçlı yakıt kullanımı kadar olmasa da, kirleticilik vasfı yüksek olan endüstri tesislerinden ve motorlu kara taşıtlarından da olumsuz şekilde etkilendikleri anlaşılmaktadır.

D.İ.E. ve TUİK'in verilerinden anlaşıldığına göre, bölgede İstanbul, İzmit, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Tekirdağ, Çanakkale, Edirne, Bilecik, Kırklareli, Gebze, Gölcük, Körfez, İnegöl ve Çan gibi merkezlerde hava kalitesi zaman zaman bozulmuştur. Bu şehirlerin hemen hepsinde soğuk devreyi (ekim-mart arası) temsil eden yanma döneminde, atmosfer kirleticilerinin konsantrasyonlarının artması, kirletici kaynaklar arasından evsel ısınma amaçlı yakıtların öncelikli olduğunu göstermektedir .

Bölgede Kış dönemine ait kükürt dioksit (SO_2) konsantrasyonları, İstanbul, Çanakkale, Bursa ve İzmit gibi şehirlerde 1990'lı yılların başlarında bir hayli yüksek seyretmiştir. Bursa, İstanbul ve İzmit'te dönem ortalarına doğru kükürt dioksit miktarlarında hızlı bir düşüş yaşanarak $100 \mu g/m^3$ 'ün altına inilmiştir. Çanakkale'de ise inişli-çıkışlı bir durum gözlenmektedir. Bu şehirlerde çoğu kış döneminde, uzun vadeli sınır değerleri ($150 \mu g/m^3$) aşılmıştır. Hatta Çanakkale, İstanbul ve Bursa'da soğuk dönem ortalamaları, bazı yıllarda kısa vadeli sınır değere ($400 \mu g/m^3$) yaklaşmıştır. Balıkesir, Edirne ve Adapazarı ise birinci gruptakiler kadar olmasa da, bölgenin kükürt dioksit konsantrasyonları yüksek olan diğer şehirleridir. Bu şehirlerin kış dönemi ortalamaları, çoğu yıllarda uzun vadeli sınır değerini aşmış olup, yıllar arası önemli farklılıklar göstermektedir. Bilecik, Tekirdağ, Kırklareli ve İnegöl'de de kükürt dioksit konsantrasyonları, bazı yıllar yükselmekle beraber, ilk iki gruba göre daha önemsiz kalmaktadır. Çan'da ise bazı yıllar $300 \mu g/m^3$ 'ü aşan yüksek değerlerle karşılaşılma ile birlikte, düzensiz ölçümler söz konusudur. Çan, Körfez, Adapazarı, Tekirdağ, İnegöl, Edirne ve Balıkesir'in maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da bazı senelerde kısa vadeli sınır değerini üzerine çıkarak, etkili oldukları günlerde hava kalitesinin bozulmasına sebep olmuşlardır.

Marmara Bölgesi'nin kış dönemine ait partiküler madde ortalamaları, kükürt dioksit göre daha düşük değerlidir. Bu bakımdan bölgede sadece İstanbul ve İzmit'te $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulan değerler vardır. Bursa, Adapazarı ve Balıkesir'de partiküler madde konsantrasyonları birkaç kez $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulsa da genellikle daha düşüktür. Çanakkale, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, Bilecik ve İnegöl'de ise kış dönemi partiküler madde konsantrasyonları $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altında kalmaktadır. Ancak, kış döneminde maksimum partiküler madde konsantrasyonları bölgenin bazı şehirlerinde yükselerek, zaman zaman $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmıştır. Bölgede İstanbul ve İzmit dışında, hava kirliliğinde partiküler madde fazla önemli gözükmemektedir.

Bölgede kış döneminde kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarının kısa vadeli sınır değerini aştığı günler sayısına göre de İstanbul, İzmit ve Bursa, araştırılan dönemin ilk yıllarında yine yüksek değerlerle dikkat çekmektedir. 1996'dan sonra Balıkesir dışında, bölgenin diğer şehirlerinde bu günlerin sayısı fazlasıyla azalmakta ve birçoğunda tamamen ortadan kalkmaktadır. Özellikle kükürt dioksit konsantrasyonlarının kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı, partiküler maddeye göre çok yüksek kalmaktadır. Örneğin; İstanbul'da 50, Bursa, İzmit ve Edirne'de 40 günü aşan değerler kaydedilmiştir Hâlbuki partiküler madde konsantrasyonlarına göre, kısa vadeli sınır değerini en çok aşan şehirlerde dahi 25 günü geçmemekte, genellikle 3-4 gün civarında kalmaktadır. Bu durum ise bölgenin hava kirliliğinde kükürt dioksitin çok daha önemli olduğunu göstermektedir.

Bütün bu bilgiler, bölgede İstanbul, İzmit ve Bursa gibi merkezlerde, yaklaşık olarak dönem ortalarına kadar çok önemli ölçülerde hava kirliliğinin yaşandığını, dönem sonlarına doğru hava kalitesinin düzeldiğini göstermektedir. Söz konusu şehirlerde hava kalitesinin iyileşmesi, doğal gaz kullanımının yaygınlaşması, kaliteli kömür yakılması ve sanayi alanında emisyon azaltımı çalışmaları gibi faktörlerle ilişkili bulunmaktadır. Balıkesir, Çanakkale, Adapazarı ve Edirne gibi merkezlerde ise hava kirliliğinde son zamanlarda azalma sağlanmış olsa da, özellikle kükürt dioksit göstergeleri bazı yıllarda önemli ölçülerde kirliliğin yaşandığını göstermektedir. Bu şehirlerden Balıkesir'de olumsuz topografyaya bağlı inversiyon olayı ve kalitesiz yakıt kullanımı hava kirliliğinin temel nedenleri arasında gözükmemektedir. Çanakkale'de ise yine kalitesiz yakıt kullanımı, yakma tekniğinin bilinmemesi ve plansız yapılaşma gibi olumsuz faktörlerle karşılaşmaktadır. Edirne'de hava kalitesi, ısınma amaçlı tüketilen fosil yakıtlara ve kritik meteorolojik koşullara bağlı gözükmemektedir. Adapazarı'nda ise topografik koşulların neden olduğu yetersiz havalanma ve kalitesiz yakıt kullanımı hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bilecik ve Kırklareli'nin hava kaliteleri ise iyileşme trendi göstermektedirler. Tekirdağ'da ise son zamanlarda kükürt dioksit konsantrasyonları yükselişe geçmiştir.

Bu şehirlerden **İstanbul**, gerek Türkiye'nin ve gerekse, Marmara Bölgesi'nin en büyük kenti olması nedeniyle, çok yüksek miktarda ve yoğunlukta nüfus barındırmaktadır. Bayrampaşa, Beşiktaş, Beyoğlu, Eminönü, Fatih, Kadıköy, Kâğıthane, Üsküdar ve Zeytinburnu gibi semtlerinde nüfus yoğunluğu 10 000 ile 40 000 arasında değişmektedir. Bu durum İstanbul'da yaşanan hava kirliliğinin öncelikle konutlarda tüketilen yakıtın miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca, kirlletici potansiyeli yüksek olan çok sayıda endüstri

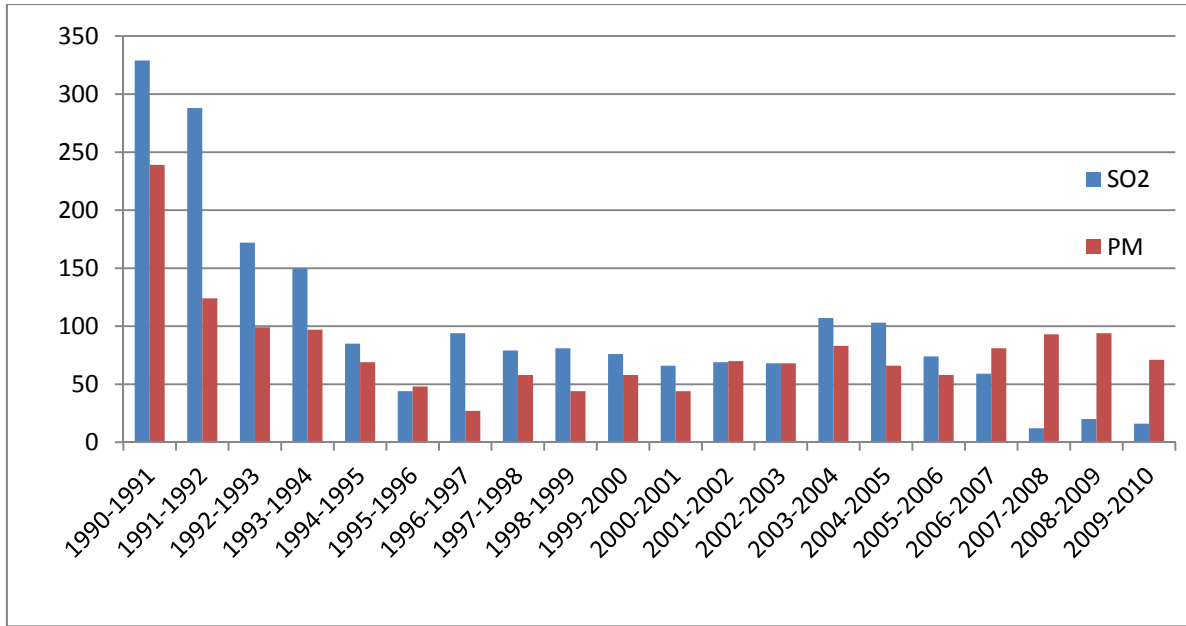
kuruluşunun bulunması, burada yaşanan hava kirliliğine endüstriyel bir boyut ta kazandırmaktadır. Şehrin büyüklüğü ile doğru orantılı olarak, şehir içi ulaşım yoğunluğu da artmaktadır. Dolayısıyla gün boyunca fazla miktarda motorlu kara taşıtının trafikte olması, şehrin hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkisini arttırmaktadır. Verilere dayalı olarak, İstanbul’ da uzun süreli devam etmiş olan hava kirliliğinden bahsetmek mümkündür. Bu bakımdan özellikle 1995-1996 Kış dönemine kadar kükürt dioksit konsantrasyonları çok yüksek seyretmiştir. Ayrıca şehrin Kış dönemine ait maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da 1990’lı yılların başlarında bir hayli yüksek gözükmemektedir. Bu değer özellikle 1990-1993 yılları arasında $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün üzerinde bulunmaktadır. 1992-1993 kış döneminde ise $4070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e ulaşarak, Türkiye genelinde rekor kırmıştır. Ancak, 1995-1996 kış döneminden itibaren, maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerinin altına çekilmiştir. İstanbul’da ilk 10 yıllık dönemde daima partiküler madde konsantrasyonları kükürt dioksitin gerlerinde seyretmiştir. Kış dönemi partiküler madde ortalamaları, 1993-1994 yılına kadar $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşmıştır. Daha sonraki yıllarda sürekli bu değerinin altında kalmıştır. Maksimum partiküler madde konsantrasyonları ise 1995-1996 Kış dönemine kadar zaman zaman $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşan konsantrasyonlar gösterse de kükürt dioksit ölçüsüne ulaşmamıştır. Ancak, 2000’e kadar kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. 2007-2008 kış döneminde ise $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’e çok yaklaşmıştır. Son yıllarda, partiküler madde maksimum konsantrasyonları, kükürt dioksitin önüne geçmiştir.

Ayrıca İstanbul’da kış döneminde çeşitli semtlerde ölçülen ortalama kükürt dioksit konsantrasyonları, 1995-1996’dan itibaren hızla düşmeye başlamış ve 1996-1997’den beri de “hava kalitesinin korunması yönetmeliğinde belirtilen uzun vadeli sınır değerinin altına inmiştir. Partiküler madde ortalamaları da 1996-1997’den itibaren Bayrampaşa ve Eyüp dışında uzun vadeli sınır değerinin altına çekilmiştir. 1990-2000 kış döneminde ise bütün semtlerde $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün altına düşmüştür. Söz konusu veriler, 1995-1996’dan bu yana İstanbul’un hava kalitesinde iyileşmenin olduğunu göstermektedir. Bu düzelme eğilimi, her şeyden önce, kentte ısınma alanında büyük ölçüde doğalgazdan faydalanmanın sonucu olmakla birlikte, kaliteli yakıt tüketimine de bağlı gözükmemektedir.

Türkiye’nin en yüksek göç akımına uğrayan şehri olan İstanbul’da büyüyen endüstri, ısınma ihtiyacı ve kış mevsimlerinde kontrolsüz yakıt kullanımı sonucunda özellikle 1980’li yılların ortalarından itibaren önemli hava kirlenmesi olayları yaşanmıştır. Şehirdeki hızlı nüfus artışı beraberinde düşük standartlı konutların çoğalmasına ve daha fazla yakıt tüketimine yol açmıştır. Dünya Sağlık Organizasyonunun tanımına ve 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre 10 milyonu aşan nüfusu ile İstanbul bir mega şehirdir (WHO,1992). İstanbul’da hava kirliliğinin 1980’li yılların sonlarından 1990’lı yılların ortalarına kadar birçok kez sınır değerlerin üzerine çıktığı, hatta bazı günlerde alarm seviyelerini geçtiği görülmüştür. Valilik tarafından 1994 yılında doğalgaz hattı döşeme çalışmaları tamamlanmış olan ilçelerde yakıt sistemlerinin doğal gazla dönüştürülmesi hususunda yaptırım uygulanmasına karar alınmıştır. (Mage ve diğ.,1996) gelişmekte olan ve hava kirliliği kontrolü için yeterli maddi gücü olmayan mega şehirlerin kontrol stratejilerini geliştirmeleri

ve uygulamaları hâlinde hava kirlilik potansiyellerini irdelemişler ve buna göre nüfusu 10 milyonu aşan mega şehirlerde: hava kalitesi yönetiminin çok acil devreye sokulması; kısa vadede gerçekçi çözüm arayışlarına daha çok önem verilmesi, enerji tasarrufu, kurşunsuz benzin kullanımı, toplu taşımının özendirilmesi; uzun vadede uygun şehir ve taşıma planları yapılması ve temiz teknolojilerin kullanılması gerekliliğini belirtmiştir. Şehir atmosferinde oluşan hava kirliliği seviyeleri hava kirleticilerinin taşınımı ve lokal emisyonlar ile bağlantılıdır. Kirleticilerin yayılma yönü ise birçok faktöre bağlıdır. Bugün pek çok mega şehirde ısınma kaynaklı ve motorlu araç trafiğinden çıkan emisyonlar en büyük kaynak grubunu oluşturmaktadır. İstanbul'da hava kirliliğinin en önemli kaynaklarını konutlarda kış aylarında ısınma maksadıyla kullanılan yakıtların yakılması oluşturmaktadır. Bunların yanında hareketli kaynaklar olarak sınıflandırılan motorlu taşıtlar ve nokta kaynaklar kategorisine giren endüstriyel kaynaklar da bölgesel olarak hava kirlenmesine yol açmaktadır. Şehirde yanma kaynaklarının geçmişi incelendiğinde, 1960-1980 yılları arasında fuel-oil, İstanbul'da hava kalitesinin incelenmesi 1980'den sonra ise linyit kömürü ısınma maksadıyla tüketilen yakıtlar arasında öncelik göstermiştir. Isınma amacı ile 1990 yılında şehirde 6 milyon ton linyit kullanılmıştır. Bunu takip eden yıllarda ise 1992 yılında 8 milyon ton; 1993 yılında 8,5 milyon ton; 1994 yılında 9 milyon ton civarında linyit kömürünün tüketildiği belirlenmiştir. 1995 yılında kömür tüketimi 6 milyon ton, 1996 yılında 2 milyon ton, 1997 ve 1998 yıllarında ise 1 milyon tonun altına kadar inmiştir (Topçu v. diğ., 2001a, 2001b). 1992 yılından itibaren tedrici olarak kullanıma sunulan doğalgaz ise 1994 yılından itibaren önemli bir kullanım yüzdesine sahip olmuş, abone sayısı Eylül 1997'de 1 milyona, 2000 yılında yaklaşık 1,5 milyona ulaşmıştır (İGDAŞ, 1998, 2002). İstanbul özellikle toplu taşıma araçlarından meydana gelen araç emisyonları bakımından önemli ölçüde kontrolsüz bir görünüme sahiptir.

İstanbul'da hava kirliliğinin en önemli kaynaklarını, konut alanlarında kış aylarında ısınma maksadıyla kullanılan yakıtların yakılmasından ileri gelen ve alan kaynak olarak sınıflandırılan kaynaklar teşkil etmektedir. Bunların yanında, hareketli kaynaklar olarak sınıflandırılan motorlu taşıtlar ve nokta kaynaklar kategorisine giren endüstriyel kaynaklar da bölgesel olarak hava kirlenmesine yol açmaktadır. Isıtma ve endüstriyel kaynaklardaki emisyonları sabit kaynaklarda yakıt yanması olarak belirlemek mümkündür. 1960-1990 yılları arasında tüketim miktarları açısından yaygın şekilde kullanılan yakıtlar çeşitli dönemlerde değişik görüntüler arz etmiş, 1960-1980 yılları arasında fuel-oil, 1980'den sonra ise linyit kömürü ısınma maksadıyla tüketilen yakıtlar arasında öncelik göstermiştir. Daha sonraki yıllarda ise doğalgaz önemli ölçüde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yakıtların yakılması neticesinde atmosfere verilen belli başlı kirleticiler arasında, partiküler madde (PM), kükürtdioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO), hidrokarbonlar (HC) bulunmaktadır. Bunlardan son üçünün önemli bir kaynağını motorlu taşıtlar (otomotiv kaynaklı emisyonlar) teşkil etmektedir. Taşıtların hava kirliliğindeki payı ise %10 mertebesinde. Ancak bu dağılım genellikle kış ayları için geçerlidir. Bilhassa yaz aylarında, sabit kaynaklarda yanma asgari seviyede olduğu için, motorlu taşıtların katkısı daha fazla olabilmektedir.



Şekil 41: Bursa’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Bölge şehirlerinden **Bursa**’nın verileri de uzun yıllar Türkiye’nin kirli şehirleri arasında bulunduğunu göstermektedir (şekil 41). Bursa’daki hava kirliliğinin temelinde ısınma amaçlı kullanılan kalitesiz yakıtlar, endüstriyel emisyonlar ve olumsuz topoğrafik koşullar gibi faktörler bulunmaktadır. Bursa kenti Uludağ’ın kuzeybatı eteğinde, Bursa Ovası’nın güney kenarında eğimli bir alanda konumlanmıştır. Bugün ise şehrin büyük bir bölümü batıdaki alçak alana yayılmıştır. Böylece Bursa, bir taraftan Uludağ’ın yamaçlarına diğer taraftan da ovaya doğru gelişmiştir. Şehrin bir bölümünün üzerinde yer aldığı Bursa Ovası, güneyden kesin bir şekilde Uludağ ile sınırlanmaktadır. Ovanın kuzeyinde ise Avdan Dağlarının batı uzantısı olan Katırlı Dağları bulunmaktadır. Batı çerçevesinde de az yüksek sırt ve tepeler yer almaktadır. Böylece, özellikle kuzey ve güneyden topoğrafik engellerle kuşatılmış olan Bursa Kenti’nde doğal olarak rüzgârın havayı temizleyici etkisi sınırlandırılmıştır. Ancak bu olumsuzluklara rağmen, Bursa’da 1994-1995 kış döneminden itibaren kükürt dioksit ortalamaları hızla düşerek, 100 µg/m³’ün altına inmiştir. Aynı şekilde kış dönemi ortalama partiküler madde miktar da hızla azalarak, 50 100 µg/m³’ün altına düşmüştür. Ancak, 2000’den itibaren partiküler maddede kısmi bir artış gerçekleşerek, 2006’dan itibaren kükürt dioksitin önüne geçmiştir. 1990’lı yılların başlarında her iki kirleticinin de kısa vadeli sınır değeri aştığı günler sayısı yüksek iken (özellikle kükürt dioksitin kısa vadeli sınır değeri aştığı günler sayısı 1990-1991’de 47’yi bulmuştur. 1995’den sonra ise bu günlerin sayısı hızla düşerek, 1-2 günle, 3-4 gün arasında seyretmiştir. Hava kirleticilerle ilgili bu göstergeler, Bursa’nın 1995’den sonra hava kalitesinin iyileştiğini ifade etmektedir. Şehrin hava kalitesindeki düzelme, kaliteli yakıt tüketimi ile birlikte, doğalgaz kullanımının yaygınlaşmasıyla ilgili gözükmemektedir.

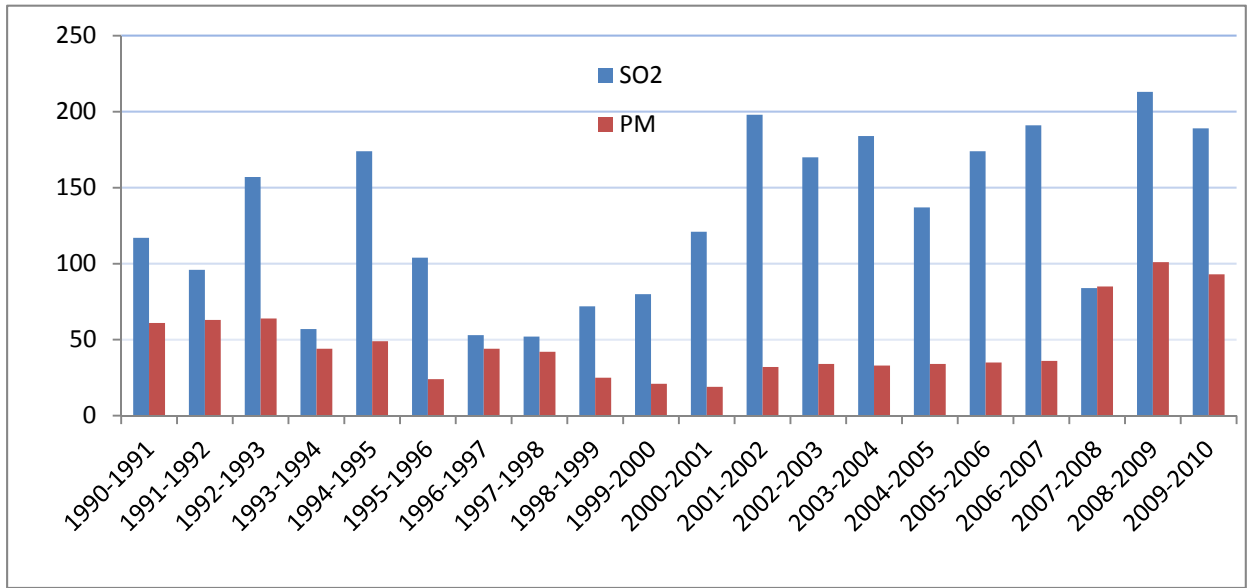
Bursa Kenti’nin hava kalitesini esas alan birçok araştırma bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda değerlendirilmiştir. Bu araştırmalardan birinde Bursa’da

özellikle kış döneminde konsantrasyonlarında artış görülen kirlilik parametrelerinin en önemli kaynağını ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtların oluşturduğuna dikkat çekilmektedir. Yakma olaylarının klasik hava kirletici konsantrasyonuna olumsuz etkisinin yanında Bursa'nın coğrafi konumu da bu kirleticilerin ortamda dağılmasına engel teşkil etmektedir (Taşdemir ve ark., 1998; Payan ve ark., 1999). Ayrıca Kış dönemine ait iklimik özelliklerin de kirliliğin oluşumunda etkili parametreler arasında yer aldığı bildirilmektedir. Yapılan bir başka çalışmada Bursa'yı temsil etmesi açısından altı farklı bölge seçilmiştir. Bu bölgelerin topografyaları birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Kış sezonunu temsil eden kasım-mart dönemine ait kükürt dioksit (SO₂) ve azot oksitleri (NO_x) gösteren kirlilik haritaları çıkartılmıştır. İlgili haritalara göre Heykel, Yıldırım ve Altıparmak' da kirliliğin yoğunlaştığı görülmektedir.

Ayrıca, başka bir değerlendirmeye göre; Bursa'da araç sayısının, sanayileşmenin ve kentleşmenin hızla artması, kentte hava kirliliğini özellikle kış aylarında birincil sorun hâline getirmektedir. Bursa'da ortaya çıkan kirliliğin dağılımı kabaca evsel kirlilik, endüstriyel kirlilik ve taşıt araçlarından kaynaklanan kirlilik olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, hava kirliliğine çözüm olarak ileri sürülen doğalgazın çözüm olmadığının süreç içinde anlaşıldığına da vurgu yapılmaktadır. Kentin büyük bölümünün doğalgaz kullanmasına karşın, kirlilik göstergelerindeki artışlara dikkat çekilmektedir. Yine Bursa'da emisyon kaynaklarının bu hızla artmasının, önümüzdeki süreçte yaz-kış birincil sorun hâline geleceği beklentisi öngörülmektedir. Bu açıdan, sanayiden kaynaklanan kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınmasının büyük önem taşıyacağı tespit edilmektedir. Son dönemde trafiğe çıkan araç sayısındaki artışın da kirliliği önemli ölçüde tetiklediğine işaret edilmektedir. Özellikle alt kotlardaki semtlerde hem gözle görünür oranda kirliliğin yaşandığına ve hem de havadaki partiküler kirliliğin giderek artışına değinilmektedir (Bursa Çevre Durum Raporu, 2009; ÇMO Bursa Temsilciliği).

Bursa İli Çevre Durum Raporunda yapılan değerlendirmeye göre ise Bursa'da yaşanan hava kirliliğinin başlıca nedenleri, endüstriyel faaliyetler, trafikte seyreden taşıtlar ve kış aylarında ısınma amaçlı kullanan yakıtlardır. Bursa'da endüstriden kaynaklanan hava kirliliğine; sanayi kuruluşlarının yanlış yer seçimi ve çevre korunması açısından yeterli teknik önlemlerin alınmaması (baca filtresi, desülfürizasyon ünitesi vb.), uygun teknolojilerin kullanılmaması, enerji üreten yakma ünitelerinde vasıfsız ve yüksek kükürtlü yakıtların kullanılması neden olurken sayısı hızla artan motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz gazları da hava kirliliğine önemli miktarda katkıda bulunmaktadır. Bu amaçla, sanayi kuruluşlarının doğru yer seçimi sağlanmalı, çevre kirliliği oluşturmayacak gerekli teknik önlemleri alması sağlanmalı, Şehir merkezinde etkili olan ve trafikte egzoz gazlarından kaynaklanan hava kirliliği ile gürültü kirliliğinin azaltılması yönünde çevre yollarının bir an önce tamamlanması gerekmektedir. Konutlar gibi sabit emisyon kaynaklarında ısınma amaçlı, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek kömürlerin yaygın olarak kullanılması ve yanlış yakma tekniklerinin uygulanmasını da emisyonu arttırıcı bir faktör olarak söyleyebilir. Bu amaçla, kısıtlı olan doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. İmar planlarına aykırı sanayi tesislerine çevre mevzuatını uygulama güçlükleri yaşanmaktadır. Çevresel izinlendirme sürecinde (emisyon, deşarj, geçici atık depolama vb. izinler), bazı sanayi tesislerinin Bursa İli

için hazırlanan Çevre Düzen Planı hükümlerine uygun olmayan yerlerde kurulduğu ve faaliyet gösterdiği tespit edilmekte olup, söz konusu sanayi tesisleri için diğer tüm koşulların sağlanması hâlinde dahi belirtilen izin belgelerinin düzenlenmesi mümkün olamamaktadır. Son yıllarda, doğalgaz fiyatları yükselme eğilimi göstermektedir. Bu nedenle, sanayi tesislerinde enerji elde edilmesi amacıyla kullanılan doğalgaz, maliyetleri yükseltmektedir. Sanayici, artan maliyeti düşürmek amacıyla, enerji elde etmek amacıyla kömür kullanımına geçmeye başlamıştır. Sanayi tesislerinde kömür kullanımına geçilmesi durumunda, şehrin coğrafi konumu, topografik yapısı ve meteorolojik şartları plansız kentleşme, sanayileşmesi dikkate alındığında hava kirliliğinin artması kaçınılmaz olacaktır (Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2008)

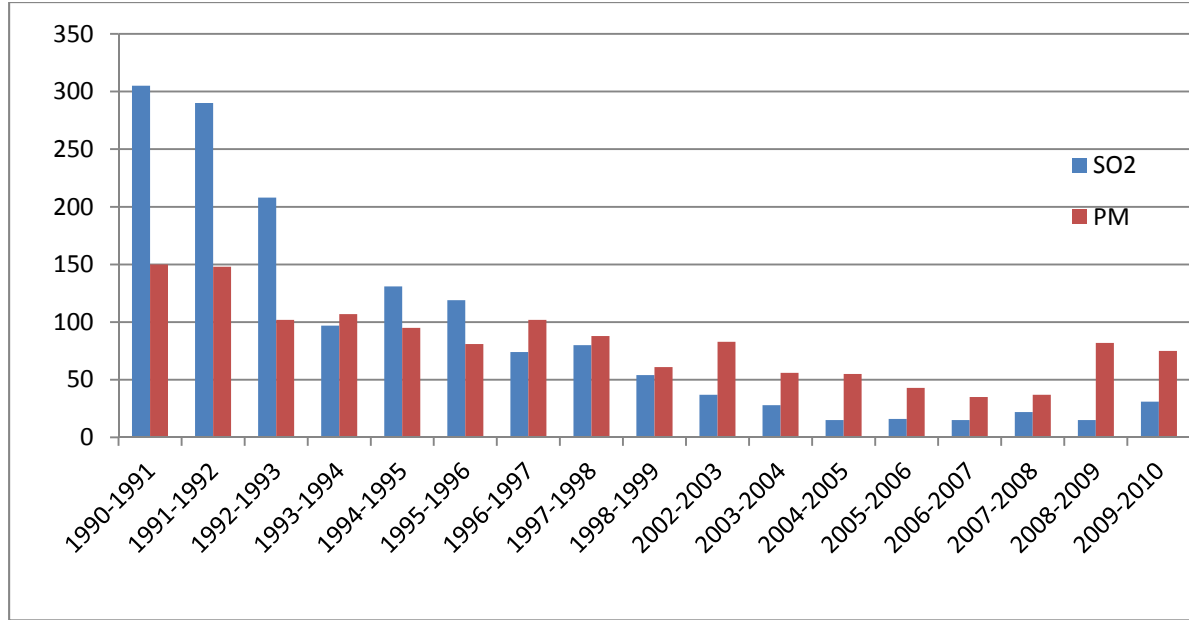


Şekil 42: Tekirdağ'da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Tekirdağ'da hava kirleticilerden, kükürt dioksit daima partiküler maddenin önünde olup, şehrin hava kalitesinin bozulmasında önem taşımaktadır. Kükürt dioksitin kış dönemi ortalamaları, 1990-2001 yılları arasında birkaç kez uzun vadeli sınır değeri aşmış olup, bu devrede sorun yaratmamaktadır. Ancak, 2001-2002 kış döneminden itibaren değerler yükselerek, uzun vadeli sınır değeri aşmaktadır. Tekirdağ, son zamanlarda Türkiye'nin kükürt dioksit konsantrasyonları en yüksek şehirleri arasında yer almaktadır.

Tekirdağ'da hava kirliliğinin yüksek oranda yaşanmasında birçok faktör bulunmakla birlikte, en önemlisi, çarpık yapılaşmadan kaynaklanan hava akımının tam sağlanamamasıdır. Şehirde binalar arasında rüzgâr akımı yeterince sağlanamayınca, alçak alanlarda biriken kirleticiler şehrin atmosferinden atılamamaktadır. Bunun yanında binalarda yalıtımın yeterli olmaması, tam yanmayı sağlayacak kazanların seçilmemesi, ve imardaki bir takım eksiklikler gibi birtakım teknik faktörler de hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

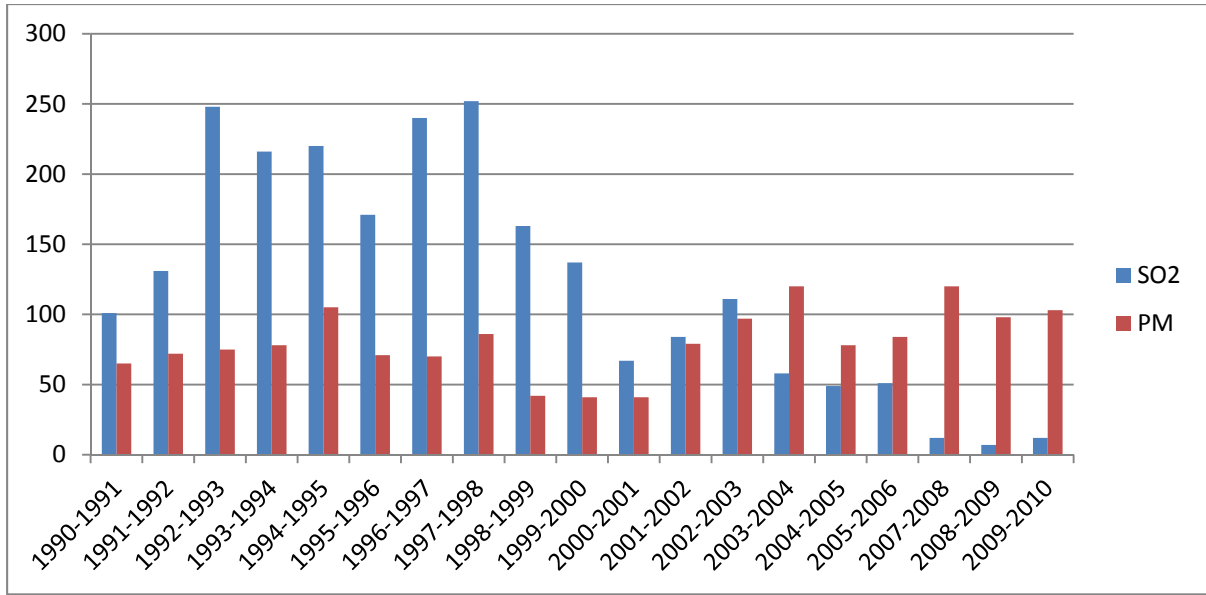
Ayrıca, Tekirdağ'da doğal gaz kullanımının yaygınlaşmamış olması ve yüksek düzeyde, ekonomik olarak daha ucuz ve kalorisi düşük yakıtların tercih edilmesi, yakıt kalitesinden kaynaklanan kirliliği öne çıkartmaktadır. Kentte hava kirliliğinin artması üzerine, İl Mahalli Çevre Kurulu'na bir takım tedbirler alınmıştır. Bu önlemler arasında, daha kaliteli kömür kullanılması, doğal gazın kurumlardan başlayarak yaygınlaştırılması ve kontrollerin sıklaştırılması yer almaktadır.



Şekil 43: İzmit'te Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Marmara Bölgesi'nde uzun süre hava kirliliği yaşamış olan kentlerden bir tanesi de, bölgenin endüstri kuşağında yer alan **İzmit**'tir. Kocaeli İli ve İl'in merkezi olan İzmit'te sanayileşmenin yoğunlaşması nüfus artışını da tetiklemiştir. Kırsal bölgelerden şehre olan göçlerin sonucunda; yetersiz alt yapı, plansız hızlı yapılaşma gibi aktivitelerin artışı, kirliliğin önemli sebebini oluşturmuştur.

Nüfus yoğunluğu yüksek olan, kentin hava kirliliğinde ısınma amaçlı evsel yakıtlardan başka, endüstriyel emisyonlar ve yoğun trafikten kaynaklanan kirleticiler etkili olmaktadır. 1993-1994 Kış dönemine kadar yüksek seyreden kükürt dioksit ve partiküler madde ortalamaları, bu tarihten itibaren hızla düşmeye başlamıştır. Düşüşler, 2000'li yıllarda çok daha belirgin hâl almakta olup, partiküler madde, kükürt dioksitin önüne geçmektedir. Ancak, 2008-2009 kış döneminden itibaren değerler fazla önemli olmasa da partiküler madde ortalamalarında artışlar dikkat çekmektedir. Kirleticilerin kısa vadeli sınır değeri aştığı günler sayısı da 1993-1994 kış döneminden itibaren hızla düşmeye başlamıştır. Bu göstergelerden hareketle İzmit'te de hava kalitesinin düzeldiği söylenebilir. İzmit'te de hava kalitesi, başta yaygın doğalgaz kullanımı, yakıt kalite kontrolü ve sanayi alanında alınan tedbirlere bağlı olarak düzelme göstermiştir.



Şekil 44: Balıkesir’de Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Balıkesir’de hava kirliliğinin artmasında sadece klasik olarak sanayileşmedeki artış değil kentleşmedeki artış da etkili olmuş olmalıdır. Şöyle ki, Türkeş’e (1996) göre depresyon ve vadi yamaçlarına yüksek yapıların ve özellikle blok yapıların yapılması hem yerel rüzgârların oluşumunu engellemekte hem de gradyan rüzgârlarının etkisini azaltmaktadır. Bu da yazara göre hava kirliliğini arttıran önemli bir nedendir. Bu kapsamda temelin jeolojik olarak sağlam olması nedeniyle Adnan Menderes mahallesine yüksek blok hâlinde binaların yapılması da Balıkesir kentinde hava kirliliğini arttıran nedenlerden biri olarak görülebilir. Kentleşme topografyanın etkisini arttırması bakımından önemlidir. Zaten Balıkesir kenti çanak şeklinde olan topografyası nedeniyle sıcaklık terselmesi (inversion) şartlarının ortaya çıktığı bir alandır (Koç, 1998). Yüksek sahadan ovaya doğru olan katabatik rüzgârlar sıcaklık terselmesi oluşumunu kolaylaştırmakta bu da hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Koç 1998; Korkut, 1980; Türkeş 1996). Ova tabanında bir taraftan sıcaklık terselmesi diğer taraftan kentin gelişimi nedeniyle fazla fosil yakıt tüketimi kirlilik konsantrasyonunu arttırmaktadır. Diğer yandan kuzeydoğu yönlü rüzgârların hâkim olması ve bu yönde sanayinin yer alması da kirliliği arttıran bir diğer nedendir.

Bölgede kirlilik göstergeleri yüksek olan şehirler arasında yer alan Balıkesir’de kış döneminde özellikle kükürt dioksit ortalamaları, 1992-2000 yılları arasında uzun vadeli sınır değerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da bazı yıllarda kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. 2000 yılına kadar şehrin hava kalitesinin bozulmasında daha ziyade kükürt dioksitin etkili olduğu anlaşılmaktadır. 2001 yılından itibaren kükürt dioksit konsantrasyonları genel anlamda düşük seyretmiştir. 2002-2003 kış döneminden itibaren ise şehirde partiküler madde konsantrasyonları artarak, kükürt dioksitin önüne geçmiştir. Son yıllarda bu artış çok daha belirgin bir hâl almıştır. Dolayısıyla, son zamanlarda Balıkesir’in hava kalitesi partiküler madde tarafından bozulmaktadır. Bölgenin bir çok şehrinde olduğu gibi Balıkesir’de de kalitesiz yakıt kullanımı, topoğrafik olumsuzluklar, rüzgâr yönü, hızı ve sıcaklık değerleri gibi iklimatik unsurlarında bulunduğu bir çok fiziki coğrafya faktörü etkili

olmaktadır. Balıkesir Şehri, Susurluk Irmağı'nın orta çığırındaki Balıkesir Ovası'nın batısında, kısmen ova üzerinde, kısmen de ovayı sınırlayan yamaçlarda kurulmuştur. Bir hayli geniş olan Balıkesir Ovası, hemen hemen her tarafında alçak tepelerle ve az eğimli yamaçlarla sınırlanmakla beraber, yer yer yükselti ve eğim değerleri artmakta olup, özellikle uzak çerçevede daha da belirginleşmektedir. Kısacası Balıkesir'in konumlandığı alanın yakın çevresi ile birlikte bir depresyon özelliği taşıması, şehrin hava kalitesinde olumsuz tesir yaratmasına neden olmaktadır.

Çanakkale Boğazı'nın darlaştığı noktada Anadolu yakasına kurulmuş olan **Çanakkale**'nin Kış dönemine ait gerek ortalama ve gerekse maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları, şehirde hava kirliliğinin önemli boyutlarda olduğuna işaret etmektedir. Partiküler madde konsantrasyonları ise daima düşük olup, şehrin hava kalitesinde olumsuz bir etkiye sahip değildir. Çanakkale'de 1998 yılına kadar soğuk dönemin ortalama kükürt dioksit konsantrasyonu, uzun vadeli sınır değerin üzerinde seyretmiştir. Aynı şekilde maksimum konsantrasyonlar da çoğu yıllarda kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Şehrin hava kirliliği, kalitesiz yakıt kullanımı, yakma tekniğinin yeterince bilinmemesi, yanlış yapılaşma (hakim rüzgâr yönünün kapatılması) gibi faktörlerle ilgili bulunmaktadır. Esasında şehir, Çanakkale Boğazı'nın çıkış noktasında konumlandığından, kanalize olan kuzeydoğu rüzgârının hakimiyetinde olmak gibi bir avantaja sahiptir. Ancak şehrin çekirdeğini oluşturan eski semtlerinde cadde ve sokakların uzanımları hakim rüzgâr yönünü izlemekle birlikte, son yıllardaki yanlış yapılaşma ile Nara Burnu yerleşmeye açılarak hakim rüzgâr yönü kapatılmıştır. Böylece, suni olarak hem rüzgâr hızı engellenmiş, hem de bu kısımdaki kirli hava şehrin merkezi kısımlarına taşınarak yoğunlaşmıştır. Çanakkale'de hakim rüzgâr yönü olan kuzey-kuzeydoğu istikametinde çok katlı binaların yapımı ve konutların yerleşim planlaması yapılırken rüzgâr hava koridorlarının bırakılmaması hava kirliliğinin önemli sebepleri arasında yer almıştır. 1998-1999 kış döneminden itibaren kükürt dioksit ortalamaları düşmeye başlamış olsa da genel anlamda zikzaklı bir gidiş sergileyerek, zaman zaman yükselmeler de göstermiştir. Bu durum, şehirde hava kirliliği ile ilgili alınan tedbirlerin yetersiz kaldığını göstermektedir. Ancak 2008-2009 kış döneminden itibaren değerlerde ciddi bir düşme gözlenmektedir. Düşüşteki en etkili faktörün yakıt kalitesine yapılan müdahale olduğu düşünülmektedir (Garipağaoğlu, 2001).

Çanakkale'de hava kirliliğini konu alan bazı çalışmalar vardır. Örneğin; Çevre Bakanlığı tarafından 2002 yılında ilk stratejik çevre etki değerlendirme taslağı hazırlanarak, problemlerin çözümü için alınabilecek önlemler belirtilmiştir. Çalışmaların bazılarında hava kirliliği için yapılan durum değerlendirmesi şöyledir: Çanakkale ili ve çevresinde yoğun bir sanayileşme olmadığı için endüstriden kaynaklanan emisyonların neden olduğu önemli bir çevre problemi bulunmamaktadır. Çanakkale'de, hakim rüzgâr KD-GB yönlü poyraz olup, boğaz üzerindeki hava türbülansları, inversiyon (ısı adası) sonucu meydana gelen kirli hava tabakalarının oluşumunu engellemektedir. Yine de özellikle kış aylarında, rüzgârsız ve yüksek hava basıncının olduğu meteorolojik şartlarda kentte hava kirliliği yaşanmaktadır (Duman, 1996). Kış aylarında görülen hava kirliliği plansız kentleşme-sanayileşme, düşük kaliteli yakıtlar, yakıtlara uygun olarak projelendirilmemiş yakma sistemleri oluşturmaktadır (Bayram ve Müezzinoğlu, 1996). Çanakkale'nin Çan ilçesinden çıkarılan Çan kömürleri

yanabilen kükürt miktarı % 3,2-6,0 arasındadır (Atakül, 1985). 1997 ve 1998 yıllarında il merkezinde, Çevre İl Müdürlüğü, Belediye Başkanlığı ve Makine Mühendisleri Odası tarafından yapılan bir çalışmada, Çanakkale’de altı ve daha fazla sayıda konut içeren apartman ve sitelerin kullandıkları yakıt türleri tespitinde konutların % 85’inde linyit, % 12’sinde fuel-oil ve %3’ünde de LPG ve motorin kullandıkları tespit edilmiştir. Yakma sistemleri incelendiğinde ise bu konut ve sitelerin yaklaşık %95’inde kalorifer kazan sistemlerinin standartlara uygun olmadığı görülmüştür. Ancak son birkaç yıldır fuel-oil ve LPG fiyatlarındaki artış, özellikle fuel-oil kullanan konut ve sitelerin kazanlarını katı yakıtla dönüştürmelerine neden olmuş, 2003 yılı içinde il merkezinde yapılan çalışmalarda katı yakıt kullanımının %92’ye kadar çıktığı belirlenmiştir. Merkezi ısıtma sistemi bulunmayan konutlarda az da olsa ısınma amaçlı olarak meşe odunu kullanılmaktadır.

Çanakkale 1991 yılı kış döneminde havadaki SO₂ miktarına göre, Türkiye’de kirliliği en yüksek 15 ilin birincisi iken, 1992 yılında 9. sıraya gerilemiş, 1993-1994-1995 yıllarında ise Devlet İstatistik Enstitüsünce Türkiye’de havası en kirli 15 il sınırlamasının dışında kalmıştır. 1994-1995 yılı ısınma döneminde hava kalitesi oldukça iyi bir durumda gözlenmiştir (Dündar, 1995). Bu durum, il sınırları içinde yakıt olarak kullanılan Çan linyitlerinin belirtilen yıllar içinde tüketilen damarlarda yanar kükürt oranının yaklaşık % 1’lik bir değerde olması, ve meteorolojik faktörlerden rüzgâr gün sayısının 1994-1995 yılları ısınma döneminde yıl ortalaması değerinin üzerinde bir değerde kalması sonucu, il merkezi üzerindeki kirli hava tabakasının temizlenmesi sonucu olmuştur.

1996-1997 kış döneminde SO₂ değerinin kış dönemi ortalaması değerini aşması ve 1997-1998 ısınma döneminde hava kirliliğinin bir önceki ısınma dönemi kadar olmasa da yine devam etmesi üzerine, o yıllarda hava kirliliğinin en büyük kaynaklarından biri olarak görülen toz kömür kullanımı 11.04.1997 tarihinde Mahalli Çevre Kurulu Kararlarıyla il merkezinde yasaklanmıştır. 1997 yılından 2001 yılı sonuna kadar kentte SO₂ miktarı giderek azalmıştır. Bunun bir diğer nedeni de, kentte birçok sitenin yakıt olarak fuel-oil kullanmış olmasıdır. Ancak, 2002 yılından itibaren fuel-oil fiyatlarındaki artışa bağlı olarak siteler tekrar kömür kullanımına geçmiştir. Bu da Çanakkale’de SO₂ miktarının yeniden artmasına neden olmuştur.

Çan’da da düzensiz ölçümler olmasına rağmen, soğuk dönemdeki kükürt dioksit ortalamaları ve maksimum değerler, hava kirliliğinin yaşandığını göstermektedir. Ortalama değerler bazı yıllarda uzun vadeli sınır değerleri aşmış olup, bazen de kısa vadeli sınır değerlere çok yaklaşmıştır. Maksimum konsantrasyonların da bazı yıllarda kısa vadeli sınır değerinin üzerine çıkması, kükürt dioksitin şehrin hava kalitesinin de sorun yarattığını göstermektedir.

Marmara Bölgesi’nde kükürt dioksit bağlı hava kirliliğinin yaşandığı şehirlerden bir tanesi de **Edirne** dir. Edirne’de soğuk dönemde kükürt dioksit ortalamaları, 1992-1993’den itibaren etkisini arttırarak, sürekli uzun vadeli sınır değerinin üzerinde kalmıştır. 2000 yılının kış döneminde her ne kadar uzun vadeli sınır değerinin altına inmiş olsa da, yine 100 µg/m³’ün

üzerinde kalmıştır. Şehirde maksimum kükürt dioksit konsantrasyonlar da bazı yıllarda kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Kükürt dioksite ait bu göstergeler, Edirne’de soğuk dönemde yoğun bir hava kirliliğinin yaşanmış olduğuna işaret etmektedir. Evsel ısınmada kullanılan fosil yakıtlar, şehrin hava kalitesinde en etkili faktör durumundadır. Ayrıca, şehrin karasal iklim özelliğine sahip olması, düşük sıcaklıklar, inversiyon ve yüksek basınç şartları gibi olumsuz meteorolojik koşullar da hava kalitesinin bozulmasında rol almaktadır. 2002-2003 kış döneminde ortalama kükürt dioksit konsantrasyonları yeniden uzun vadeli sınır değeri aştıktan sonra, devam eden yıllarda düşerek, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ün altına inmiştir. Bu gidiş, Edirne’de hava kalitesini bozan kükürt dioksitin son zamanlarda etkisini fazlasıyla azalttığını göstermektedir.

Edirne yerleşim olarak 600 yıllık bir geçmişi olması nedeniyle tarihi ve kültürel yapılara hâlen hizmet eden bir tarih kentidir. Sınır kenti olan Edirne İli 1970-1975 yıllarına kadar mevcut yerleşim dokusu üzerinde eski konumunu muhafaza etmiştir. Kapıkule istikametinde sanayileşme, sınır komşularının ticarete getirdiği hareketlilik, büyük kentlerden taşan nüfusun az da olsa kente kayması, çevre illerden alınan göç ve ayrıca 1980 yıllarına doğru yüksek okullaşmanın başlaması ve kente yatırımların artması yapılaşmayı hızlandırmıştır. Kent dokusunun yapılaşma hızına uygun olmaması Binevler semtinde başlayan ve bunun ötesine uzanan yapılaşma alanlarının İmar Planları doğrultusunda yayılmasına başlanmıştır. Kentin tren istasyonu civarında görülen kaçak yapılaşma ise düzensiz yapılaşmaya örnektir.

Edirne İli çevre durum raporunda (Edirne İli Çevre Durum Raporu, 2008), Edirne’de Kış rüzgârının hava sirkülasyonu sağlayacak şiddette olmadığı ve topoğrafik yapıya göre yetersiz estiği bildirilmektedir. Rüzgârın esme yönüne dik doğrultuda plansız kentleşmenin oluştuğuna da dikkat çekilerek, Kent İmar Yönetmeliği’nin doğal yapının en az etkileneceği şekilde uygulanmasının sağlanmasına vurgu yapılmaktadır. Edirne İli dahilinde özellikle Uzunköprü ve Keşan yörelerinde linyit kömürü rezervlerine işaret edilerek, Keşan Yöresi’ne ait kömürlerin kükürt oranlarının yüksekliği ifade edilmektedir. Edirne İlinde kömür iyileştirme tesisleri ve birikeltme tesislerinin kurulmasıyla, hava kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir. Isınmada kullanılan yakıtlar olarak, Edirne Kentinde 96.000 ton kömür, 12.000 ton odun, 2.000 ton fuel oil belirtilmektedir. Ayrıca, İl genelinde mevcut sanayi tesislerinde kömür, fuel-oil, LPG emisyonları verilmekte ve 5 sanayi tesisi dışında herhangi bir önlem alınmadığına da dikkat çekilmektedir.

Edirne Kenti’nin 1990-1996 yılları arasında hava kalitesi, Tağıl ve Koç tarafından (2000) değerlendirilerek, şu noktalara dikkat çekilmiştir: Ekim-mart döneminde kükürt dioksit ve partiküler madde değerlerinde yıl içindeki diğer dönemlere göre belirgin bir artış vardır. Edirne Kenti’nin hava kalitesinin düşüklüğünün nedeni, özellikle ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kentin hava kalitesinin düşmesinde, ısıtma ihtiyacı duyulan günlerin artışı da etkilidir. Kentte hava kalitesinin düşük olduğu günlerde kirlenici maddelerin atmosfere salınışındaki artışın yanı sıra, bu günlerde kritik meteorolojik şartların da etkili olduğu düşünülmektedir.

Kuzey Marmara endüstri kuşağının doğu ucunda yer alan **Adapazarı** Kenti, hızlı bir sanayileşme süreci içerisinde olması nedeniyle aynı zamanda hızlı nüfus artışını da yaşamaktadır. Hızlı nüfus artışı beraberinde yoğun yapılaşmayı da getirmektedir. Adapazarı Kenti Belediye sınırları içerisinde Yazlık Köprüsü'nün kuzey istikametinde Çark Suyu'nun doğu kısmında çevre yoluna yaklaşık 500 metre mesafede ve Tepekum mahallesi Kör Sakarya mevkiinin doğusunda, Sakarya Nehri'nin taşkın sahası içerisinde, set kenarında plan dışı yapılaşmalar bulunmaktadır. Erenler belediyesi 8 mahalleden oluşmuştur. Bunlardan Tabakhane ve Hacıoğlu ile Erenler mahallesinin bir kısmı eski yerleşim olup, plansız olarak şehirleşmiştir. Yeni mahalle, Bağlar, Küpçüler ve Erenler mahallelerinin bir kısmında hisseli parseller üzerinde kaçak olarak binalar yapılmış olduğundan, plansız bir kentleşme meydana gelmiştir. Bu sahada mevcut yapılanmanın %10'u plansız kentleşmiştir. Serdivan belediyesi sınırlarında Esentepe mahallesi plansız kentleşmiştir.

Kentte soğuk dönemde kükürt dioksit ortalamaları, bazı ölçüm kesintileri olmakla birlikte, genellikle yüksek olup, uzun vadeli sınır değerin üzerinde gözükmektedir. Bazı yıllarda da maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları kısa vadeli sınır değerin üzerine çıkarak, hava kalitesinin fazlasıyla bozulmasına neden olmuştur. Adapazarı'nın hava kalitesinde evsel yakıtlar birinci derecede etkili olmakla birlikte, endüstriyel emisyonlar da rol oynamaktadır. Ayrıca, kentin konumlandığı alanın toğrafik yapısı, dikkate alınması gereken faktörler arasındadır. Kent, Adapazarı Ovası'nın ortasında kurulmuş olup, güneyden Karadağ ve Keremali Dağları çevrelemektedir. Ovanın doğusunda Muhappede Dağı ve Çamdağ yer almaktadır. Ovanın batısı Kocaeli Yarımadası'nın ucundaki az yüksek tepelerle çevrelenmektedir. Kuzey çerçevede de yine az yüksek tepeler göze çarpmaktadır. Nispeten yüksek bir çerçeve ile kuşatılmış olan Adapazarı Ovası'nda hava sirkülasyonu yeterince sağlanamamaktadır. Bu durumda, soğuk dönemde kirli hava zaman zaman ovaya yayılarak, kenti olumsuz etkilemektedir. Adapazarı'nda son zamanlarda kükürt dioksit konsantrasyonlarının bir hayli azaldığı, partiküler maddenin tehdit edici boyutlarda olmasa da yükseldiği gözlenmektedir. Hava kirleticilerin genel gidişi Adapazarı'nda hava kalitesinin iyileştiği yönündedir. Bu durum mahali çevre kurulu tarafından alınan bir dizi kararların sonucu olsa gerekir.

Sakarya İl Mahalli Çevre Kurulu tarafından ısınmada kullanılan yakıtlar için alınan kararlardan bazıları şunlardır. Bu hususta öncelikle yerli ve ithal linyitlerin kalitelerine yönelik olarak,kükürt oranı, alt ısı değer, uçucu madde ve toplam nem oranları gibi kriterler belirlenmiştir. İl Mahalli Çevre Kurulunca belirlenen özelliklere haiz olmayan yerli ve ithal kömürlerle, kömür biriketlerinin Sakarya İli sınırları içinde, sanayi ve enerji üretim amaçlı olarak pazarlaması ve tüketilmesi yasaklanmıştır. Sakarya'da satışa sunulacak kömürler için iyileştirme ve zenginleştirme tesislerinde üretim, taşıma, depolama, pazarlama ve tüketim aşamalarında bu esaslara belirlenen ilke ve kurallara uygunluğun sağlanması ve denetlenmesi için izin sistemi uygulanması kararlaştırılmıştır. Kent içindeki depolarda kırma işlemi yapmak yasaklanmıştır. Konutlara yönelik doğalgaz dağıtım çalışmalarına 2003 yılı içerisinde başlanmıştır. Şehrin bir bölümüne doğal gaz verilmiştir, Adapazarı gaz dağıtım anonim şirketi tarafından çalışmalar sürdürülmektedir.(Sakarya İli Çevre Durum Raporu, 2006,)

Başka bir çalışmada Adapazarı'nda, bulunan 91.339 hanenin %42 sinin soba , %15 inin kömür kaloriferi ve %43 ünün kombi kullandığı tespit edilmiştir. Yakıt sarfiyatları incelendiğinde 2007 yılında hane başına $2,04 \pm 0,41$ ton/yıl kömür tüketildiği, toplamda ise 106.023 ton/yıl kömür tüketildiği hesaplanmıştır. Adapazarı' nda tüketilen kömür cinslerinin oransal dağılımı ise %20 ithal kömür, %64 Tunçbilek ve Soma kömürü, %16 İstanbul kömürü olmak üzere %80 yerli kömür şeklindedir. 2007 yılında Adapazarı merkezindeki ısınma amacıyla tüketilen doğalgaz miktarı ise AGDAŞ' tan alınan resmî verilere göre 41.455.620 m³/yıl olarak belirlenmiştir. Doğalgaz ve kömür kullanımından kaynaklanan emisyonların envanter değerleri karşılaştırma tablosu incelendiğinde, kullanım oranları (%43,1 doğalgaz, %56,9 kömür) neredeyse eşit olmasına rağmen kullanılan kömür miktarının ve kömürden kaynaklanan emisyonların, doğal gazın tüketim miktarından ve emisyonlarından çok daha fazla olduğu görülmektedir. Adapazarı'nda bulunan hanelerin tamamının doğalgaz kullanması durumunda ise oluşacak emisyonların envanter değerlerinin, 2007 yılında ısınma amaçlı tüketilen kömürden kaynaklanan emisyonların envanter değerlerinden çok daha küçük olacağı da belirtilmektedir.

7.2. Ege Bölgesi

Ege Bölgesi'nin kıyı kuşağında sıcaklık şartlarının elverişli olmasına rağmen, başta Asıl Ege Bölümü olmak üzere İç Batı Anadolu'nun da bazı kesimlerinde hava kalitesinde bozulmalar tespit edilmiştir. Bölgenin kıyı kesiminde bir endüstri kuşağının belirmiş olması, hava kirliliğinde bu sektörün de önemli payının olduğunu göstermektedir. İzmir, Denizli, Muğla Yatağan gibi şehirlerde hava kirliliğine endüstri emisyonları da etki etmektedir. İç batı Anadolu'da ise Kütahya, Uşak ve Afyon gibi şehirlerde hava kalitesi bozulmuş olup olay daha çok evsel ısınmada kullanılan yakıtlara bağlı gözükmemektedir. Bu kesimde iklimin karasallaşması nedeniyle, tüketilen yakıt miktarı da artmaktadır. Ayrıca yöredeki termik santral, şeker ve çimento fabrikalarının da kirlenmeye katkıları olmuştur.

D.İ.E.'nün verilerine göre, Ege Bölgesi şehirlerinde de kirleticilerin konsantrasyonları, soğuk dönemde (ekim-mart arası) artmaktadır. Dolayısıyla burada da hava kirliliğinde, evsel yakıtların ağırlıklı olduğu anlaşılmaktadır. Kış döneminde atmosfer kirleticilerden kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre, bölgede Kütahya, havası sürekli en kirli şehir durumundadır (sürekli olarak uzun vadeli sınır değerler aşılmış olup, bazı yılların soğuk dönem ortalamalarında kısa vadeli sınır değerlere yaklaşılmıştır). Denizli, Afyon, Uşak gibi merkezler ise bazı yılların soğuk dönem ortalamalarında, uzun vadeli sınır değeri aşmış, ya da buna çok yaklaşmışlardır. Ama genellikle değerler 100 µg/m³'ün üzerinde seyretmiştir. İzmir'de de dönemin ilk yıllarında değerler, 100 µg/m³'ün üzerinde olmakla beraber, 1996'dan itibaren 100 değerinin altına inmiştir. Manisa'da ise kükürt dioksit konsantrasyonu, önceleri önemsiz iken, daha sonraki yıllarda artış göstermiştir. Bu duruma göre, soğuk dönem ortalamalarına göre, bölgede Kütahya, en riskli şehir durumundadır. Bunu, Denizli, Afyon, Manisa ve Uşak izlemektedir.

Ege Bölgesi'nde kış dönemine ait partiküler madde ortalamaları, genellikle kükürt dioksit ortalamalarına nazaran düşük olmakla birlikte, Kütahya, Denizli, Afyon ve İzmir'de

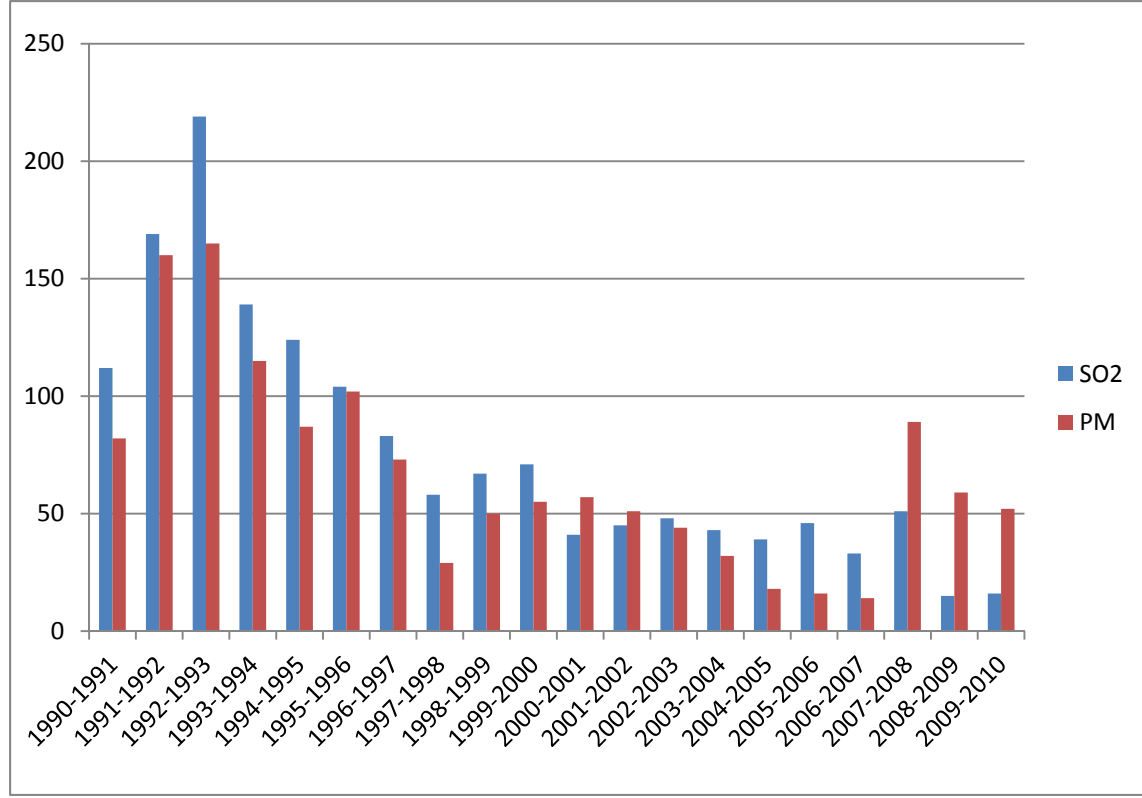
zaman zaman 100 µg/m³ değerini aşmıştır. Hatta, Afyon ve İzmir’de uzun vadeli sınır değerlere de birkaç kez ulaşılmıştır. Son zamanlarda Afyon, Denizli, Kütahya ve Manisa’da yeniden artışa geçmiştir.

Kısa vadeli sınır değerleri aşan günlerin sayısı da en yüksek düzeye Kütahya’da ulaşmaktadır. Diğer şehirlerde ise daha önemsiz olduğu gibi son yıllarda çok önemsiz kalmaktadır. Bu bakımdan da yine kükürt dioksit’e bağlı olan günler önem taşımaktadır. Ege Bölgesi’nde Kütahya başta olmak üzere, Afyon, Denizli ve Uşak’ta hava kalitesi bozulmuştur. Bunlardan Kütahya’daki hava kirliliği, topografik engeller sebebiyle düşük rüzgâr hızına ve hakim rüzgâr yönünde kurulmamış olan gübre fabrikasına bağlı gözükmemektedir. Ayrıca Seyitömer termik santralinin de yakın çevresinin havasını kirlettiği bilinmektedir. Uşak, Afyon ve Denizli’de ise hava kirliliğinde ısınma amaçlı evsel yakıtlar başta olmak üzere, Afyon’da çimento fabrikası, Uşak’ta şeker fabrikası ve Denizli’de birçok endüstri tesisi ayrıca etkili olmaktadır. İzmir’de görülen hava kirliliği, başta ısınma amaçlı kullanılan fosil yakıtlarla birlikte, çok çeşitli sanayi kuruluşlarıyla ilişkili gözükmemektedir. Ancak, alınan önlemlerle, son zamanlarda, şehrin hava kalitesinde hızlı bir iyileşme sağlanmıştır.

Bölgenin en büyük kenti olan **İzmir**’de hava zaman zaman meteorolojik şartların da etkisiyle kirlenmiştir. Şehirdeki kirlilik daha çok evsel ısınma kökenli fosil yakıtlarla ilişkili olmakla birlikte, sanayi ve ulaşımında önemli katkıları vardır. İzmir’de kış döneminde kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonları, 1995-1996 yılına kadar yüksek seyretmiştir. Ancak, daha sonraki yıllarda kirleticiler hızla düşerek, kontrol altına alınmıştır. İzmir’in çeşitli semtlerinde yapılan ölçümler de şehrin genel ortalamalarına yakın olmakla birlikte, Konak, Güzelyalı ve Karşıyaka semtlerinde kirleticilerin konsantrasyonları daha yüksek kalmaktadır. Esasında İzmir’in sıcaklık şartları uzun bir yanma süresini gerektirmediğinden, kullanılan yakıt miktarı da kışı uzun geçen kentlere nazaran daha az olmaktadır. Ayrıca İzmir’de hava sirkülasyonunun güçlü bir biçimde sağlanması nedeniyle de kirleticiler şehir üzerinde uzun süre beklememektedir. Bu avantajlarından dolayı İzmir, Türkiye’nin havası çok kirli şehirleri arasında yer almamıştır. İzmir yakınındaki Aliğa sanayi bölgesinde ise kirleticilik gücü fazla olan birçok sanayi kolu bulunmaktadır. Kirleticilik güçleri standartların çok üzerinde olan bu tesislerin İzmir’in hava kirliliğinde önemli payları vardır. Özellikle TÜPRAG, PETKİM ve demir-çelik tesislerinin hava kirliliğinde çok belirleyici oldukları ortaya konmuştur (Arpacıoğlu ve diğerleri, 1993). İzmir’de hava kirliliğinin kaynakları birçok çalışmada belirtilmiştir.

İzmir’de hava kirliliğinin kaynakları genel olarak sanayi tesisleri ve trafik olup kış aylarındada bunlara ısınma amaçlı yakma tesisleri eklenmektedir. İzmir il sınırlarındaki bu kaynakların kirlenmedeki payları kirleticilere göre değişmekte olup; kükürt dioksitte sanayi tesisleri, partikül maddelerde evsel ısınma, azot oksitler, uçucu organik bileşikler ve karbon monoksitte ise trafik daha önemli kaynak konumuna gelmektedir. Kentin yakın çevresinde kalan çimento fabrikaları, taş ocağı ve mıcır tesisleri, asfalt tesisleri ve demir çelik fabrikası kent içi hava kalitesini olumsuz etkileyecek tesislerdir. Verilere göre sanayideki SO₂ kirliliğinin büyük bölümü Aliğa’daki rafineri ve petrokimya tesislerinden kaynaklanmaktaydı. Bu tesislerin ve diğer sanayi tesislerinin büyük oranda doğal gaza geçişi

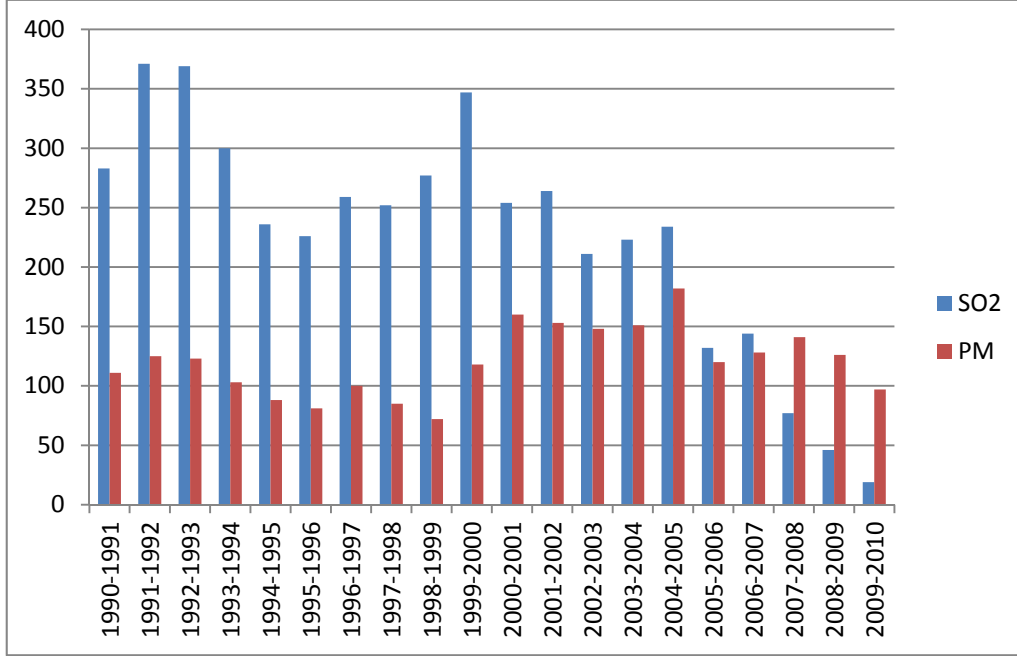
ile SO₂ emisyonları çok ciddi düzeylerde azalmıştır. Aynı şekilde evsel ısınmada da doğal gazın yaygınlaşması ile hem SO₂ hem de PM emisyonları azalacaktır. 2001 yılında tamamlanan ve Türkiye’de bir ilk olan bu envanter çalışmasının acilen güncellenmesi gerekmektedir. İzmir’de sanayinin büyük çoğunluğunun doğal gaza geçmesi ve evsel ısınmada da doğal gazın yaygınlaşması ile en önemli kirletici kaynak olarak trafik sektörü kalacaktır.



Şekil 45: İzmir’de Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

İzmir’de hava kirliliğini etkileyen en önemli kaynaklar Aliğa Bölgesindeki sanayi tesisleridir (Tuncel, v.d., 2008). Rafineri, Petrokimya ve demir-çelik tesisleri gibi tesislerden kaynaklanan emisyonların türleri sektörlere göre değişmektedir. Rafineri ve Petkim’de yanma kaynaklı kirleticiler ile organik kirleticiler önemliyen demir çelik tesislerinde ise toz emisyonları büyük önem kazanmaktadır. Demir çelik tesislerinin bacalarından çıkan ve açıkta depolanan malzemelerden (hurda, curuf ve filtrelerde tutulan baca tozu) kaynaklanan toz emisyonları bünyesinde değişik elementleri ve tehlikeli organik kirleticileri içermektedir (Bayram v.d., 2008; Odabaşı v.d., 2008). Demir-çelik tesislerinin toz emisyonlarının azaltılması amacıyla filtre sistemine sahip olması nedeniyle tozların esas kaynağının baca dışı kaynaklar olduğu düşünülmektedir (Bayram v.d., 2008). İzmir genelinde hakim rüzgâr yönlerinin Kuzeyli rüzgârlar olması nedeniyle, Aliğa bölgesinde oluşan kirleticiler taşınarak İzmir’e gelmektedir. Bölgedeki sanayi tesislerinin enerji yoğun tesisler olması, liman ve diğer avantajları nedeniyle Aliğa, enerji üreticileri için de cazip bir bölge olup burada yeni termik elektrik üretim santralleri kurulması için girişimler bulunmaktadır. Çoğu kömüre dayalı olarak planlanan bu santrallerin de bu bölgeye kurulması mevcut hava kalitesi seviyelerini

kötüleştirecektir. İzmir’deki diğer sanayi ve organize bölgelerinde kirletici kaynaklarla ilgili kapsamlı bir envanter çalışması yapılmamıştır. İzmir’deki diğer bir önemli hava kirletici kaynak grubu kentin değişik bölgelerinde faaliyette bulunan taş ocağı ve mıcır tesisleridir. Sadece toz emisyonunun olduğu bu kaynaklar, yeterli önlem alınmadığında yakın çevresinde önemli olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Bayram, 2008).

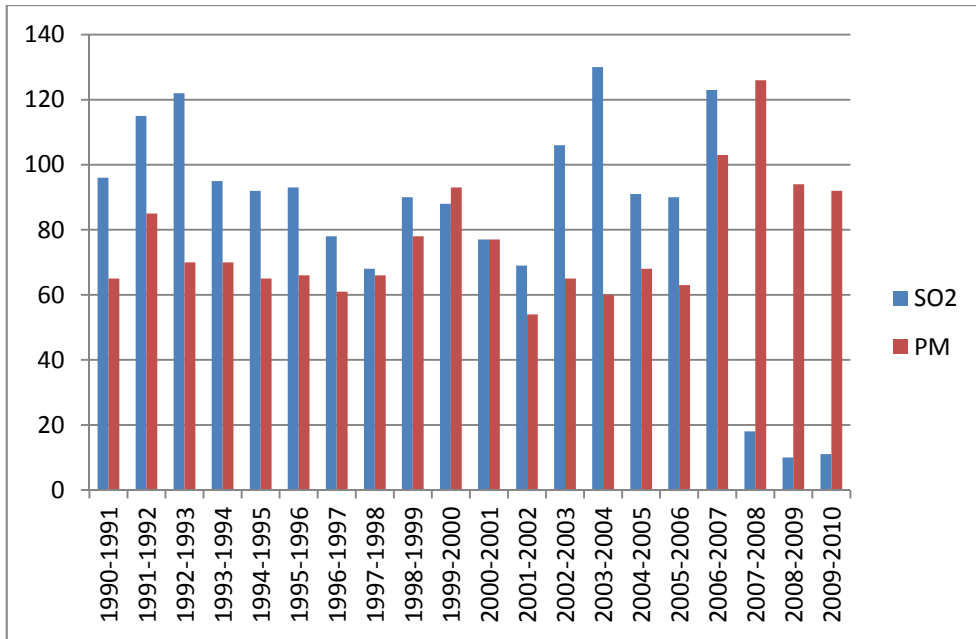


Şekil 46: Kütahya’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Bölgenin İç Batı Anadolu Bölümü’nde yer alan **Kütahya’da**, soğuk döneme hava kirleticilerin konsantrasyonları, gerek bölge, gerekse ülke geneline göre uzun süre çok yüksek seyretmiştir. Kirleticilerden özellikle kükürt dioksitin konsantrasyonu soğuk dönemde uzun süre uzun vadeli sınır değeri aşmış olup, bazı yıllarda kısa vadeli sınır değere yaklaşmıştır. Ancak, 2005-2006 kış döneminden itibaren ilk kez ortalamalar uzun vadeli sınır değerin altına çekilebilmiştir. Daha sonraki yıllarda düşüşler devam ederek, 2007-2008 Kış dönemiyle birlikte hedef sınır değerin (120 µg/m³) altına inilmiştir. Kış dönemi maksimum kükürt dioksit miktarlarınca da uzun süre Türkiye’nin önde gelen şehirleri arasında yer almıştır. Şehirde kış dönemi maksimum kükürt dioksit konsantrasyonu 1991’den itibaren 1000 µg/m³’ün üzerine çıkmıştır. 1993’de ise en yüksek değerine Ulaşarak, 1900 µg/m³’e yükselmiştir. 2005-2006 Kış dönemine kadar maksimum konsantrasyon 1000 µg/m³’ün üzerinde gerçekleşmiştir. Belirtilen tarihten itibaren maksimumlarda da ani düşüş sağlanarak, değerler kısa vadeli sınır değerin altına çekilmiştir. Kütahya’da soğuk dönemin partiküler madde ortalamaları ve maksimum değerleri, kükürt dioksit kadar olmasa da hava kalitesinde zaman zaman sorun yaratmıştır. Şehrin Kış dönemine ait partiküler madde ortalamaları, 2000 yılına kadar önemsiz kalmakta olup, bu tarihten itibaren artış göstermiştir. 2007-2008 Kış dönemiyle de ortalamalar kükürt dioksitin de önüne geçmiştir. Maksimum değerler ise bazı yıllar, 1000 µg/m³’ün üzerine çıksa da 2005 yılına kadar daima kükürt dioksitin altında kalmıştır. Bütün bu değerler,

uzun süre hava kirliliği yaşamış olan Kütahya’da 2006-2007 Kış dönemine kadar özellikle kükürt dioksitin etkili olduğunu, bu tarihten itibaren de partiküler maddenin öne geçtiğini ifade etmektedir. Şehirdeki hava kirliliği temelde evsel alanda ısıtmada tüketilen yakıtlara bağlılık göstermekle beraber, şehrin kurulduğu alanın topoğrafik olumsuzlukları nedeniyle yeterince hava sirkülasyonun sağlanamaması ve zaman zaman yaşanan olumsuz meteorolojik koşullar gibi fiziki coğrafya faktörleriyle de ilişkili gözükmektedir. Kütahya’da 2005 yılı sonu itibarıyla ısınmada kullanılan yakıt miktarları değerlendirildiğinde, doğalgaz kullanımına geçişlerin başladığı görülmektedir. Bunun yanında evsel alanda ısınma amaçlı olarak önceden beri kullanılan kükürt oranı düşük, kalorisi yüksek Tunçbilek linyitleri ve ithal kömürler kullanılmaktadır. Şehirde endüstriden kaynaklanan hava kirliliği ise yanlış yer seçimi ve atık gazların yeterli önlemler alınmadan atmosfere bırakılmasına bağlı gözükmektedir. Bu bakımdan özellikle Seyitömer termik santralinin önemli bir kirletici kaynak olduğu söylenebilir. Tesisin kül depolama sahası ve termik santral çevreye toz emisyonu yamakta ve etkisi 5-6 km civarında hissedilmemektedir (Hamzaoglu,1998).

Kütahya’da yaşanan kükürt dioksit kirliliğinin esas kaynağı evsel alanda ısıtma amaçlı kullanılan, düşük kalorili, yüksek kükürtlü kalitesiz yakıtlar olduğu bilinmektedir. Ayrıca fuel-oil kullanan araçlar ve yakıt olarak toz kömür kullanan kiremit fabrikaları da kükürt dioksitin artmasına katkı sağlamaktadırlar (Kütahya İli Çevre Durum Raporu,2006).



Şekil 47: Manisa’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Ege Bölgesi şehirlerinden Manisa, önceleri çok belirgin bir biçimde hava kirliliği yaşamamış olsa da zamanla hava kalitesi bozulmuş ve günümüzde de, partiküler madde artışı belirginleşmiştir. Manisa’da kış dönemi ortalama kükürt dioksit miktarları, 1990-2007 yılları arasında genelde çok yüksek olmayacak şekilde inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Ortalamalar her zaman için uzun vadeli sınır değerin altında kalmış olup, birkaç kez, hedef sınır değeri

aşmıştır. Partiküler madde ise daha az oranlarla ve kısmen daha düzenli bir gidişle dikkat çekmektedir. Ancak, 2006'dan itibaren artışa geçmiş ve, 2007 yılı itibarıyla de kükürt dioksitin üzerine çıkmıştır. Bu görüntü, Manisa'da son zamanlarda bir çok şehirde olduğu gibi partiküler maddenin hava kalitesinde bir risk faktörü olabileceğine işaretler. Kirleticilerin kış dönemindeki maksimum konsantrasyonları da çok yüksek olmamakla beraber, uzun süre kısa vadeli sınır değeri aşacak ölçülere ulaşmıştır.

Manisa şehri, geniş bir yerleşime sahip, nüfusu 200.000'i aşan gelişmiş bir kenttir. Yüksek tarımsal potansiyeli, 130 işletmenin yer aldığı Organize Sanayi Bölgesi, 1500 atölyenin yer aldığı Küçük Sanayi Sitesi ve 57 adet deri işletmesi ile yoğun bir sanayileşmeye sahiptir. Kentte artan nüfus, gelişen sanayi, çoğalan taşıt sayısının yol açtığı hava kirliliği Kış sezonunda görülmektedir. Şehirde yaklaşık 50.000 konutta ısınmada yaygın olarak kömür kullanılmaktadır. Kullanılan yakıtların nitelik ve niceliği incelendiğinde; kış döneminde ısınma amaçlı olarak 80 000 ton ve sanayi alanında 13 000 ton olmak üzere, toplam 93 000 ton yıllık kömür tüketilmektedir. Ayrıca ısınma amaçlı mazot, LPG, kalorifer yakıtı da kullanılmaktadır. Bunların dışında, trafiğe kayıtlı 50.000 civarındaki taşıt araçlarından kaynaklanan egzoz gazı diğer hava kirliliği kaynağıdır. Manisa'da hava kirliliğinin sebepleri olarak belirtilen; ısınmada kullanılan yakıtlar, motorlu araçlar ve endüstriyel kirleticiler çok çeşitli gaz ve partiküler madde yayılımına sebep olmaktadır. Bunlardan sanayiden kaynaklanan emisyonlar; CO Emisyonu, NO_x Emisyonu, Partikül Emisyonu, SO₂ Emisyonu şeklindedir. Kış döneminde ısınma amaçlı tüketilen yakıtlardan özellikle kükürt-dioksitin yaklaşık olarak % 90'ı, ısınma amaçlı tüketilen yakıtlardan % 10'unun ise endüstri, trafik ve rüzgâr erozyonu ile sağlanmaktadır. Dumanda ise yakıt dışı kaynakların % 20'ye sahip olduğu görülmüştür. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri, ısınmada düşük vasıflı yakıtların iyileştirme işlemlerine tutulmadan kullanılması, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması ve kullanılan kazanların işletme bakımlarının düzenli olarak yapılmaması şeklinde sıralanabilir. Bu durum özellikle ısınma periyodunun uzun olduğu bölgelerde tehlike arz etmektedir. Bunların yanı sıra hızlı nüfus yoğunlaşması, topografik yapı ve meteorolojik şartlara göre şehirlerin yanlış yerleşmesi de, hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır. Kentte, rüzgâr hızının 1m/sn altında kaldığı görülmektedir. Şehrin hemen güneyinde oldukça dik yükselen Spil Dağı ısınarak alt seviyelerde sıcak bir hava tabakası oluşturmakta, baca ve egzozlardan çıkan gazlar bu sıcak tabakayı aşmadığı için kent üzerinde asılı kalarak inversiyon tabakası oluşturmaktadır. Bu durum, zaman zaman kış döneminde Manisa'nın hava kalitesini olumsuz etkilemektedir (Manisa Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü).

Bölgenin önemli sanayi merkezlerinden olan Denizli'de de hava kirleticilerin Kış dönemine ait konsantrasyonları bir hayli yüksek bulunmuştur. Kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları, 2007-2008 dönemine kadar genellikle hedef sınır egeri aşacak şekilde seyretmiştir. Bu dönemden itibaren de hızla düşüşe geçmiştir. Partiküler madde ortalamaları da aralıklarla düşüp-yükselmiştir. Ancak, 2007-2008 Kış dönemiyle önemli artışlar göstererek, açık farkla kükürt dioksitin önüne geçmiştir. Her iki kirleticinin maksimum konsantrasyonları çok yüksek olmamakla birlikte, genellikle kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Verilerden anlaşıldığına göre, son zamanlarda Denizli'nin hava kalitesinde partiküler madde

olumsuz rol oynamaya başlamıştır. Denizli'nin hava kirliliğinde bir taraftan soğuk dönemde evsel yakıtlar rol oynarken, diğer taraftan da çeşitli sanayi kuruluşlarına ait emisyonlar, ve trafik kökenli emisyonlar etkili olmuştur.

Muğla-Yatağan'da hava kirleticilerin konsantrasyonları ile ilgili düzenli veriler bulunmamakla beraber, şehrin yoğun bir biçimde hava kirliliğine maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Yaşanan hava kirliliğinde kış döneminde evsel yakıtlar etkili olmaktadır. Ayrıca, Sanayi emisyonlarının da katkısı vardır. Bu bakımdan özellikle Yatağan termik santralinin kirletici vasfı çok yüksektir. Yöredeki diğer termik santrallerle beraber Yatağan'ın da çevresindeki ormanlarda hızlı şekilde bozulmaya sebep olduğu ortaya konmuştur (Kantarıcı-Müezzinoğlu,1997).

İç batı Anadolu kentlerinden Uşak, kış döneminde 2004-2005'e kadar kükürt dioksitin sebep olduğu hava kirliliği yaşamıştır. Daha sonraki yıllarda ortalama değerler hızla düşerek, şehrin hava kalitesi düzelmiştir. Partiküler madde konsantrasyonları ise daima düşük değerlerde seyretmiştir. Dolayısıyla, şehrin hava kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip değildir. Uşak'ta hava kirliliğinin esas kaynağını ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar oluşturmaktadır. Ayrıca, İç batı Anadolu'da yer alan diğer kentler gibi Kıyı Ege kentlerine göre daha uzun bir yanma dönemine sahip olduğundan, ısınma kaynaklı kirleticilerin etkileri de artmaktadır. Uşak'ta ısınma amaçlı olarak, Soma Kısırak Dere, Tunçbilek, Aydın Şahnalı ve Gördes kömürleri ile birlikte ithal kömür kullanılmaktadır. İl Mahalli Çevre Kurulu'nca bu yakıtların ısı, kül ve kükürt oranları belirlenmiş olup, yakıt kalite kontrolü yapılmaktadır. Ayrıca, Uşak'ta 2005 yılından beri ısınma amaçlı olarak doğalgaz kullanılmaktadır. 2008 yılı verilerine göre şehirde konutların %40'ında doğal gaz kullanılmaktadır (Uşak İli Çevre Durum Raporu, 2008.) Dolayısıyla Uşak Şehri'nin hava kalitesinin 2005'den itibaren hızla düzelmeye başlaması, bir taraftan doğalgaz kullanımıyla, diğer taraftan da yakıt kalite kontrolüyle ilişkili gözükmektedir.

Afyon'da da kış döneminde kükürt dioksit ve partiküler madde ortalamaları yükselerek zaman zaman hava kalitesinde sorun yaratmışlardır. Bunlardan kükürt dioksit konsantrasyonları genel olarak 2002 yılından itibaren düşüşe geçerek kontrol altına alınmıştır. Ancak partiküler madde de istenilen düşüş sağlanamamıştır. Dolayısıyla, Afyon'da da son zamanlarda partiküler madde sorun yaratmaktadır. Afyon'da da hava kirliliğinin asıl kaynağı evsel yakıtlar olup, uzun yanma koşulları ve kalitesiz yakıt kullanımı gibi faktörler ayrıca kirliliği arttırmaktadır. Bu olumsuz durum topoğrafik koşullar tarafından da desteklenmektedir.

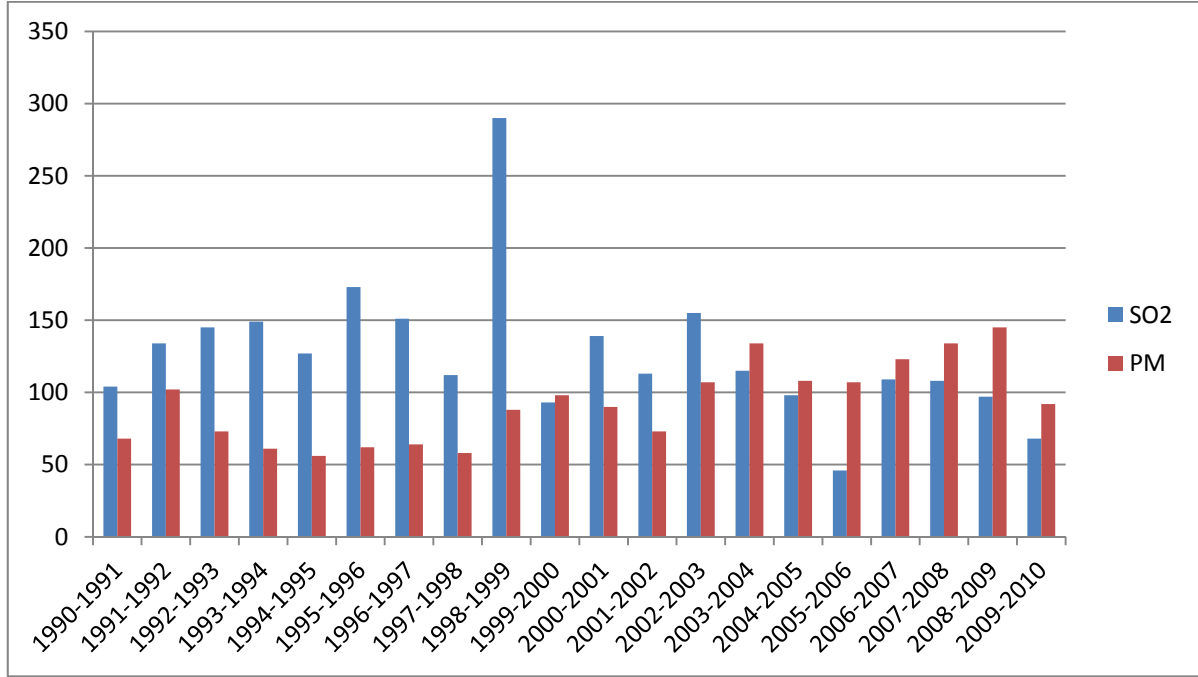
7.3. Akdeniz Bölgesi

Akdeniz Bölgesi'nin özellikle kıyı kesiminde konumlanmış olan kentlerin, sıcaklık şartları olumlu olduğundan, evsel ısınmada tüketilen yakıt miktarı daha azdır. Buna bağlı olarak, buradaki kentlerin atmosferleri de daha az kirlenmektedir. Ancak, bölgenin iç kesimlerindeki kentlerde, yanma süresinin uzamasına ve yanma derecesinin şiddetlenmesine bağlı olarak, hava kalitesindeki bozulma da belirginleşmektedir. Ayrıca, bölgede Adana-Mersin sanayi kuşağı ile İskenderun'daki sanayi tesisleri, hava kalitesinin bozulmasına

katkıda bulunmaktadır. Bölgenin iç kesimlerinde, başta Kahramanmaraş olmak üzere Isparta ve Burdur'da zaman zaman hava kirliliği sorunu yaşanmıştır. Kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre, bölge şehirlerinden Kahramanmaraş başta olmak üzere, Isparta, Burdur ve Antalya'da bazı yıllar hava kalitesinin bozulduğu anlaşılmaktadır. Özellikle Kahramanmaraş'ta, 1995 yılına kadar kış dönemi ortalamaları, uzun vadeli sınır değerini aşmıştır. Isparta ve Burdur'da da, birkaç kez uzun vadeli sınır değeri aşılmasına karşın, konsantrasyonlar genellikle daha düşüktür. Antalya'da ise bu değer bir kez $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmuştur. Aynı dönemin partiküler madde konsantrasyonları bakımından, yine Kahramanmaraş başta olmak üzere, Antalya ve Isparta dikkat çekmektedir. Ancak burada da değerler, diğer coğrafi bölgelerde olduğu gibi kükürt dioksit göre daha düşüktür. Örneğin; Isparta'da sadece 1991-92 kış döneminde partiküler madde ortalaması $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü bulmuştur. Antalya'da zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aşılmış, ancak, uzun vadeli sınır değere yaklaşmamıştır. Kahramanmaraş'ta ise uzun vadeli sınır değeri bir sefer aşılmıştır. Kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı itibarıyla da Kahramanmaraş başta gelmektedir. Burdur, Antalya ve Isparta'da ise fazla önemli değildir. Burada da kükürt dioksit, partikülün önünde yer almaktadır.

Bu açıklamalardan anlaşıldığına göre, bölgede hava kalitesi, **Kahramanmaraş'ta** fazlasıyla bozulmuştur. Şehirde kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları genel olarak 2000 yılına kadar yüksek seyretmiştir. Daha sonraki yıllarda ölçüm eksikliği olduğundan, nasıl bir gidiş izlediği hakkında bir şey söylemek mümkün değildir. Ancak, 2007-2008'den itibaren yapılan ölçümlere göre, önemli düşüşlerin sağlanarak, hedef sınır değerinin altında kaldığı anlaşılmaktadır. Kış dönemi partiküler madde ortalamaları da, 2000 yılına kadar genel olarak yüksek seyretmiştir. Uzunca bir veri eksikliğinin ardından, 2007-2008'den itibaren elde edilen değerler yükselmenin olduğunu göstermektedir. Böylece kentin havasında partiküler madde kükürt dioksitin önüne geçmiştir. Bu durum şehrin topografik yapısı, olumsuz meteorolojik koşullar ve kalitesiz yakıt kullanımının bir sonucu olsa gerekir. Ancak, son zamanlarda yakıtların iyileştirilmesine bağlı olarak, hava kalitesi de kükürt dioksitin azalmasına bağlı olarak düzelmeye başlamıştır. Kentin hava kalitesi ile yakıt arasındaki ilişkiler, il çevre durum raporunda da değerlendirilmiştir: Kahramanmaraş kent merkezinde yaklaşık olarak 85.000 konut bulunmaktadır. Bu konutların ısınmada kullandıkları yakıt türü katı ve sıvı olmak üzere iki grupta toplanır. Katı yakıt olarak odun ve ithal linyit kömürü sıvı olarak kalyak özel kalorifer yakıtı kullanılmaktadır. Genel olarak çok katlı kalorifer tesisatlı binalar; hem katı hem sıvı yakıtlarla ısıtılmakta, diğerlerinde ise katı yakıt kullanılmaktadır. 1990 yılına kadar hava kirliliği yoğunlaşan nüfus sayısı ile birlikte artarak insan sağlığı ve çevre açısından, tehlike arz edecek boyutlara ulaşmış ülke genelinde ilk beşe girmiştir. Ancak resmî kurum ve kuruluşlarla yapılan çalışmalar neticesinde son zamanlarda önemli düşüşler sağlanmıştır. Doğalgaz projesi kapsamında kente doğalgaz getirilmesi konusunda çalışmalar hızla devam etmekte olup; ilk etapta yeni sanayi sitesine 2005 yılı itibarıyla doğalgaz hattının bağlanması planlanmıştır. İl genelinde yıllık, yaklaşık 215.000 ton kömür ve 75.000 ton civarında odun tüketilmektedir. Bu kömürler büyük oranda ithal kömürdür. Ayrıca 2006 yılının ikinci yarısında doğalgaz altyapı çalışmalarına başlanmış olup, devam etmektedir. (Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu, 2006.). 2010 yılı itibarıyla ise Kahramanmaraş'ta 32 000 konut

doğalgaz kullanmakta olup, bu durum, kentte doğal gaz kullanım oranının yaklaşık %45 olduğunu göstermektedir.



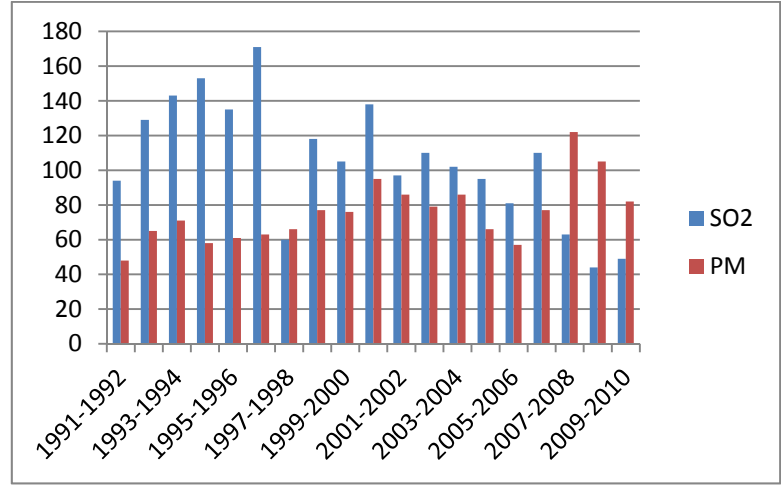
Şekil 48: Isparta’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Akdeniz Bölgesi’nin Göller Yöresi’nde kalan **Isparta** Kenti de kış döneminde bazen yoğun ölçülerde hava kirliliği yaşamıştır. Isparta’da 1991-1992 kış döneminden itibaren yükselmeye başlayan kükürt dioksit ortalamaları, zamanla uzun vadeli sınır değerine yakınlarında, ya da aşacak ölçülere ulaşmıştır. 1998-1999 kış döneminde 290 µg/m³’ü bulmuştur. Daha sonraki yıllarda bir kez uzun vadeli sınır değeri aşmanın dışında, çok düzenli olmasa da değerler düşmeye başlamıştır. Kış dönemi partiküler madde ortalamaları ise yine dalgalı bir gidiş içerisinde olmakla birlikte, 2002-2003 dönemine kadar düşük konsantrasyonlarda seyretmiştir. Son yedi yıllık dönemde, artarak kükürt dioksitin önüne geçmiştir. Bu durum Isparta’da önceleri kükürt dioksitine bağlı bir hava kirliliği yaşanırken, son zamanlarda, kükürt dioksitin azaldığını, ancak hava kalitesinde partiküler maddenin risk faktörü olmaya başladığını göstermektedir.

Isparta Şehri’nin çevre sorunlarını değerlendiren bir çalışmada da, şehirde hava kirliliği sorunlarının büyük ölçüde kış aylarında konut ve ticarethanelerin ısıtılmasına bağlılığına dikkat çekilmektedir. Ayrıca, kara ulaşımına bağlı egzoz gazlarının katkıları da belirtilmektedir. Özellikle son zamanlarda Isparta Ovası’nın yeni yerleşim alanlarına açılması ve bu durumun hava sirkülasyonunun yeterince sağlanamadığı polye tabanında hava kirliliğini arttırdığına da işaret edilmektedir.(Sargın).

Kentin hava kirliliği ile ilgili değerlendirmeler, il çevre durum raporunda da yer almaktadır: Isparta’da meydana gelen hava kirliliği, kalitesiz yakıt kullanımı yanında meteorolojik açıdan inversiyona bağlılık göstermektedir. Özellikle inversiyon başlangıç

seviyesinin yere yakın olması, kirliliği artırıcı etkindir. Birçok kentte olduğu gibi Isparta’da da hava kalitesi kontrolünde yakıt kalitesi önemli rol oynamaktadır. Yakıt kalitesi kontrolüne yönelik çalışmalar burada da devam etmektedir. 2008 yılı verilerine göre Isparta’da 1799 adet konut ve 5 adet sanayi kuruluşu doğalgaz kullanımına başlamış olup, yıllık doğalgaz tüketimi, 6521229 m³civarındadır(Isparta İli Çevre Durum Raporu, 2009.)



Şekil 49: Burdur’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Akdeniz Bölgesi’nin Göller Yöresi’nde konumlanmış olan kentlerinden bir diğeri de **Burdur**’dur. Şehrin hava kalitesinde 1992-1993’den itibaren sorun olmaya başlayan kükürt dioksit konsantrasyonları, 1996-1997 kış döneminde daha da artarak, uzun vadeli sınır değeri de aşmıştır. 1997-1998 kış döneminde alınan tedbirlerle önemli bir düşüş göstermiş olsa da izleyen yıllarda yeniden artarak, zaman zaman istenmeyen seviyelere ulaşmıştır. Ancak, 2007-2008 kış döneminden bu yana alınan tedbirlerle kükürt dioksit konsantrasyonu, risk faktörü olmaktan uzaklaştırılmıştır. Partiküler madde ise 2007-2008 Kış dönemine kadar sürekli kükürt dioksitin gerisinde ve genellikle düşük konsantrasyonlarda seyretmiştir. Bu tarihten itibaren artarak, kükürt dioksit ortalamalarının önüne geçmiştir. Bir çok kentte olduğu gibi Burdur’da da partiküler madde konsantrasyonlarının kontrol altına alınması gerekir.

Burdur İli Çevre Durum Raporu’na göre; kentte kış aylarında görülen hava kirliliğinin başlıca nedeni, ısınma ve enerji elde etmek amacıyla tüketilen fosil kaynaklı yakıtlardır. Özellikle kükürt dioksitin (SO₂) yaklaşık olarak % 90’ını fosil kaynaklı yakıtların yakılması neticesinde oluşmaktadır. Geriye kalan % 10 unu ise endüstriyel faaliyetlerden ve motorlu araçlarda tüketilen yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Dumanda ise yakıt dışı kaynakların %20 paya sahip olduğu görülmüştür. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri, ısınmada kalitesiz yakıtların herhangi bir zenginleştirme işlemine tabii tutulmadan kullanılması, yanlış yakma tekniklerin uygulanması ve kullanılan kazanların işletme bakımlarının düzenli olarak yapılmaması şeklinde sıralanabilir. Bunların yanı sıra; nüfus yoğunlaşması, topografik yapı ve meteorolojik şartlar hava kirliliğinin artmasında önemli rol oynamaktadır. Kentte konut ve işyerlerinin ısıtılmasında yakıt olarak kömür, odun, özel

kalorifer yakıtı kullanılmaktadır. Ayrıca şehirde doğal gaz dağıtım çalışmalarına başlanmıştır. (Burdur İli Çevre Durum Raporu, 2009).

Akdeniz Bölgesi'nin bir kıyı kenti olan **Antalya**'da ise her şeyden önce kış dönemindeki olumlu sıcaklık koşulları, uzunca bir yanma dönemini gerektirmediğinden, uzun ve etkili olan hava kirliliği de yaşanmamaktadır. Ancak bununla birlikte kentte yanma dönemine tekabül eden, fazla etkili olmayan partiküler madde kirliliği yaşanmıştır. 1999-2000 Kış dönemine kadar partiküler madde konsantrasyonları şehrin hava kalitesinde zaman zaman sorun oluşturmakla birlikte, daha sonraki dönemlerde, alınan önlemlerle değerler aşağıya çekilmiştir.

Antalya'da nüfusun iç göçler nedeniyle her geçen yıl artması ve oluşan yeni yerleşim bölgeleri ile seralarda kalitesiz kömür kullanılmasının hava kirliliğini oluşturan başlıca temel nedenler arasındadır. Plansız yapılaşma ile hava akımları engellenmekte ve kirlilik belli bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Bunun yanında zaman zaman meydana gelen inversiyon olayları da kirliliğin seyrelmesini engellemektedir. Seyrelmeyen ve bir yerde yoğunlaşan kirlilik gözle görülür sis tabakaları hâline gelmektedir. Antalya ili Çevre Durum Raporunda da hızlı ve plansız kentleşmenin şehrin hava kalitesini olumsuz etkilediğine vurgu yapılmaktadır: Antalya'da kırsal kesimden kentlere olan göç olayının artması ve hızlı kentleşme beraberinde plansız, programsız ve imarsız yapılaşmayı da getirmektedir. Bunun sonucu olarak gerek ısınma tesislerinin yetersiz oluşu gerekse plansız yerleşim düzeni hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, şehir merkezinin falezler üzerinde kurulmuş olması ve merkezindeki binaların yüksek katlı ve kıyıya paralel olarak uzanması nedeniyle hava sirkülasyonu engellenmekte ve kış aylarında hava kirliliği artmaktadır. Fabrika, atölye vb sanayi tesislerinin az olması nedeniyle bacalı sanayiden kaynaklanan önemli boyutlarda bir kirlilik olmamaktadır (Antalya İli Çevre Durum Raporu, 2009.).

Akdeniz Bölgesi kentlerinden Antakya ve Osmaniye'de de geçmiş yıllara ait ölçümler olmamakla birlikte, 2007-2008 den itibaren elde edilen verilere göre kış dönemi partiküler madde konsantrasyonlarının hava kalitesinde sorun yaratabileceği kanaati uyanmaktadır. Bunlardan özellikle Antakya'da kış dönemi ortalamalarının hedef sınır değeri aştığı gözlenmektedir. Belirtilen şehirlerde partiküler madde yükselişinin kontrol altına alınması gerekir.

7.4 Karadeniz Bölgesi

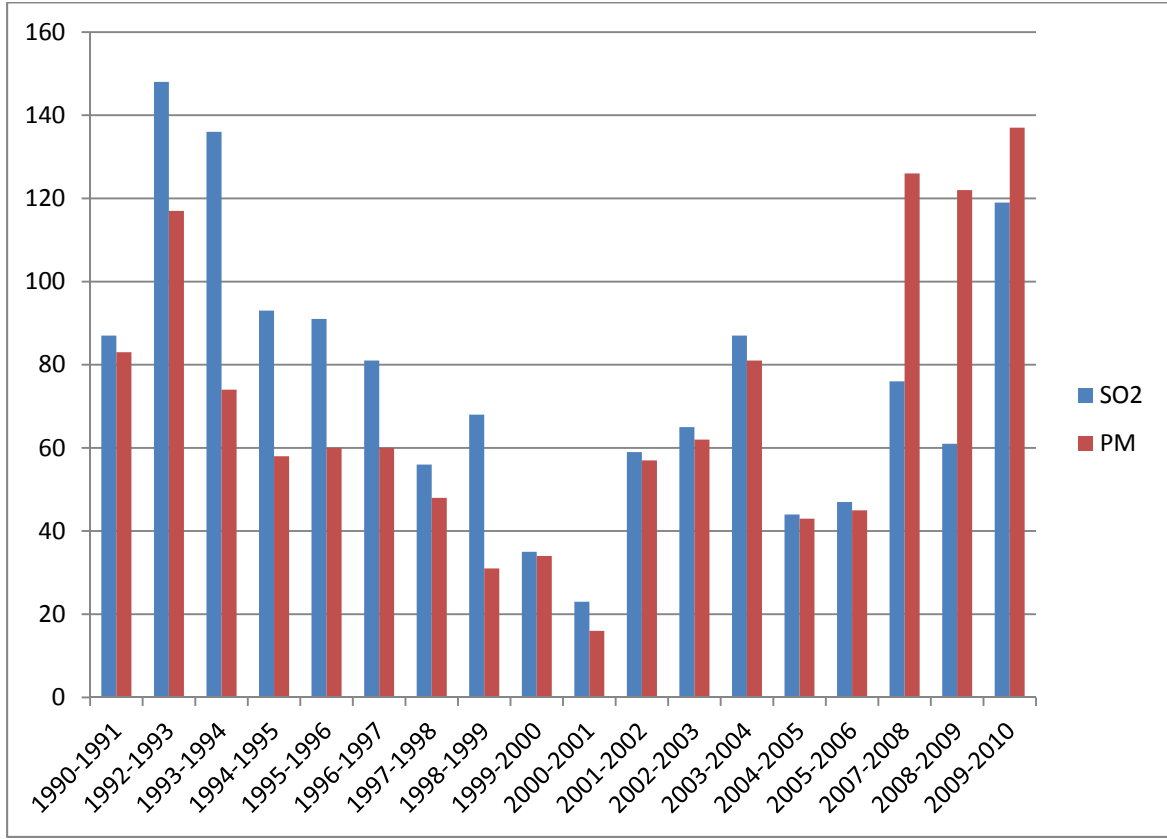
Karadeniz Bölgesi'nde lokal olarak yaşanan hava kirliliği de, daha çok evsel ısınmaya bağlı gözükmemektedir. Bölgenin kıyı kesimlerinin elverişli sıcaklık şartlarına sahip olması, buraların hava kalitesi üzerinde olumlu tesirler yaratmaktadır. Ancak, Samsun-Tekkeköy, Ereğli-Karabük, Zonguldak ve Murgul çevresinde bulunan sanayi tesislerinin, kirlletici etkileri vardır. Bölgenin iç taraflarında ise Tokat, Amasya, Kastamonu, Düzce, Bolu ve Bayburt gibi şehirlerde, kış döneminde hava kirliliği görülebilmektedir. Bu merkezlerde hava kalitesini, kıyıya nazaran daha fazla miktarda kullanılan, kalitesiz yakıtlar bozmaktadır.

Bölgede Çorum, Tokat, Kastamonu ve Düzce gibi iç kesimlerde kalan şehirlerde, kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları, daha yüksek gözükmetedir. Özellikle Çorum ve Tokat'ta, uzun süre soğuk dönem ortalamaları, uzun vadeli sınır değerin üzerinde seyretmiştir. Hatta Çorum'da bazı yıllar, kısa vadeli sınır değere de yaklaşmıştır. Amasya, Zonguldak, Samsun ve Bolu'da ise kış dönemi ortalamaları, iki yada üç kez 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. Giresun'da değerler genellikle daha düşük olup, sadece bir sefer 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine çıkmıştır. Bölgede kış dönemi maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da bazı şehirlerde çok yüksek seyretmiştir. Çorum, Kastamonu, Tokat, Samsun, Zonguldak ve Düzce gibi şehirlerde bazı yıllarda kısa vadeli sınır değerin üzerine çıkmaktadır. Örneğin; 1993 yılında, bu şehirlerden Çorum ve Düzce'de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan maksimum konsantrasyonlara rastlanmaktadır. Partiküler madde bakımından, Zonguldak, Tokat ve Rize gibi şehirler önde gözükmetedir. Rize ve Tokat'ta son zamanlarda bir düşüş izlenmesine rağmen, Zonguldak durumunu korumaktadır. Kastamonu, Düzce ve Bolu'da her ne kadar, birkaç kez 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değeri aşılmış olsa da, genellikle bunun altında kalınmıştır. Bu şehirlerden Tokat, Trabzon, Zonguldak ve Düzce'de bazı Kış dönemlerinde maksimum partiküler madde miktarı kısa vadeli sınır değerin üzerinde görülmektedir. Dolayısıyla, bölge şehirlerinin bazılarında partiküler madde de zaman zaman artarak, hava kirliliğine yol açmıştır.

Kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı ile de, yine Çorum, Tokat ve Zonguldak başta gelmektedir. Ancak, bu şehirlerden Zonguldak'ta, partiküler maddeye göre sınır değeri aşıldığında, Çorum'da kükürt dioksit göre sınır değeri aşılmıştır. Tokat'ta ise her ikisi de aynı derecelerde önemli gözükmetedir. Diğer şehirlerde ise bu günlerin sayısı önemsiz olup, birkaç günle 3-5 gün arasında değişmektedir. Bu verilere göre, Çorum, Tokat, Düzce, Kastamonu ve Zonguldak'ta, uzunca bir süre hava kalitesinin bozulmuş olduğu söylenebilir. Çorum, Tokat, Düzce ve Kastamonu gibi iç bölge şehirlerinde, evsel ısınmadan kaynaklanan kirlilik, ayrıca düşük sıcaklık ve olumsuz topografik koşullar gibi faktörlerle de desteklenmektedir. Ancak, son zamanlarda özellikle yakıt kalitesinin iyileştirilmesi gibi çalışmalarla, bu şehirlerin hava kalitelerinde düzelmeler sağlanmıştır. Samsun'daki hava kirliliğini ise evsel ısınma amaçlı yakıtlardan çok, endüstriyel kökenli emisyonlar belirlemektedir.

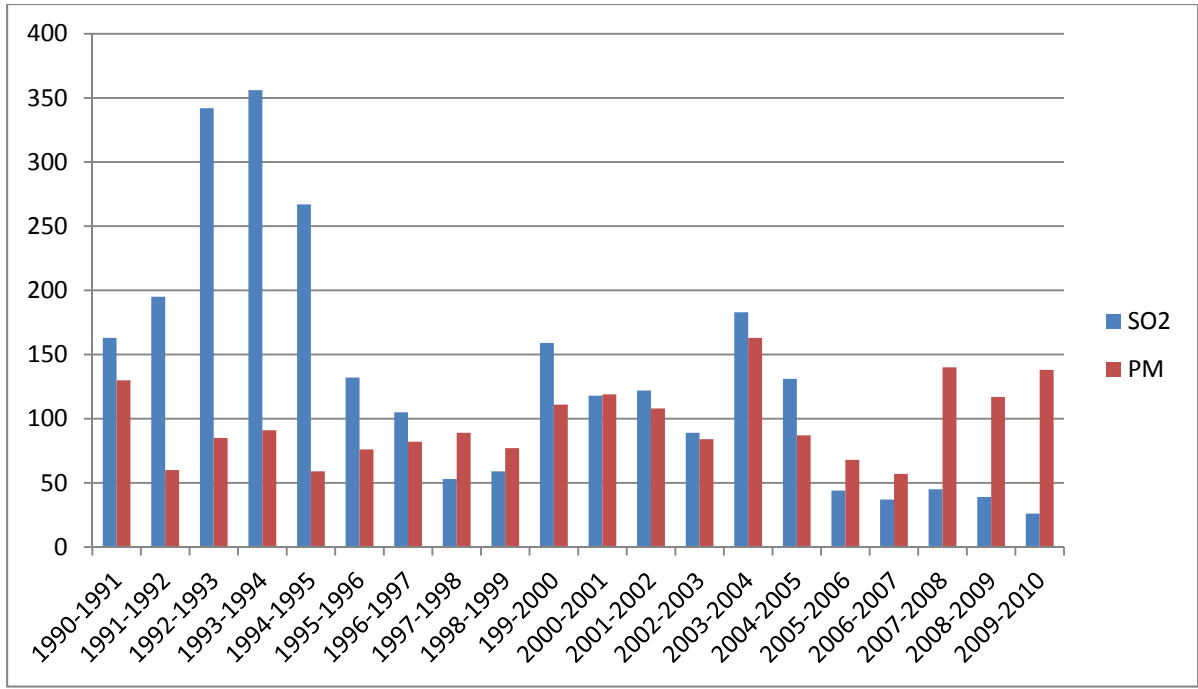
Karadeniz Bölgesi'nin Samsun-Tekkeköy arasında yer alan en önemli sanayi kuşağını içerisinde barındıran **Samsun** Kenti'nin havası da evsel ısınma amaçlı yakıtlar ve endüstri emisyonları ile bazı yıllarda fazlasıyla kirlenmiştir. Samsun çevresinde atmosferi kirlüten çeşitli endüstri tesisleri bulunmaktadır. Bunlardan özellikle azotlu gübre ve bakır fabrikaları, kirleticisi gücü çok yüksek olan tesislerdir. Bu tesisler etrafında yapılan ölçümlere göre 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan kükürt dioksit konsantrasyonları elde edilmiştir (Beyazıt ve Ergun,1995). Samsun'da hava kirliliği daha çok ısınma amacıyla kullanılan yakıtların özelliklerinden kaynaklanmakla birlikte, ayrıca, endüstriyel emisyonların ve taşıtlardan kaynaklanan hava kirleticilerin de etkileri vardır. Şehrin genelinde, 1990-1994 arasında kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları genellikle yüksek seyretmiş olup, daha sonraki dönemlerde hızla düşmüştür. Ancak, 2001-2003 arası devrede yeniden bir yükselme kaydedilmiş olup, izleyen devrelerde düşüş sağlanmıştır. Samsun'a ait bu gibi veriler, hava kalitesinde endüstriyel emisyonların ağırlıklı bir biçimde etkili olduklarını göstermektedir. Kükürt dioksit

konsantrasyonunun düşmesi, evsel yakıtlarda ve gerekse endüstriyel alanlarda alınan tedbirlerin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Samsun'un hava kalitesinde partiküler madde konsantrasyonları ise daima kükürt dioksitin gerisinde kalmış ve sorun yaratacak değerlere ulaşmamıştır.



Şekil 50: Bolu’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Karadeniz Bölgesi’nin iç kesimlerinde yer alan **Bolu Şehri**, kükürt dioksit ortalamalarına göre, Kış döneminde 1990-1996 yılları arasında çok yüksek konsantrasyonlarda olmasa da hava kirliliği yaşamıştır. İzleyen yıllarda kontrol altına alınan kükürt dioksit ortalamaları, 2009-2010 kış döneminde yeniden yükselişe geçmiştir. 2007-2008 dönemine kadar, daima kükürt dioksitten daha düşük ve miktarı önemsiz kalan partiküler madde ortalamaları, son üç yılda artışa geçerek, hem kükürt dioksiti geride bırakmış, hem de kış dönemi hedef sınır değeri aşmıştır. Bu durum, Bolu’nun hava kalitesinin dönem başlarında kükürt dioksit bağli, son zamanlarda da partiküler maddeye bağli olarak bozulduğunu göstermektedir. Partiküler madde yükselişi, kontrol altına alınmaz ise gelecek yıllarda şehrin hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi daha da artabilir. Bolu’da hava kirliliği, her şeyden önce, kış döneminde ısınma amaçlı evsel yakıtlara bağlilik göstermektedir. Diğer taraftan, Bolu Ovası’nda kurulmuş olan çeşitli sanayi kuruluşlarının da önemli katkısı vardır. Ayrıca Bolu’nun kurulduğu yerin bir depresyon tabanı olması nedeniyle olumsuz jeomorfolojik koşulların etkisiyle yeterince hava sirkülasyonunun sağlanamaması ve kış döneminde sıcaklıkların önemli ölçüde düşerek yanma süresini arttırması, zaman zaman meydana gelen inversiyon olayları gibi fiziki çevre koşulları da etki etmektedir.

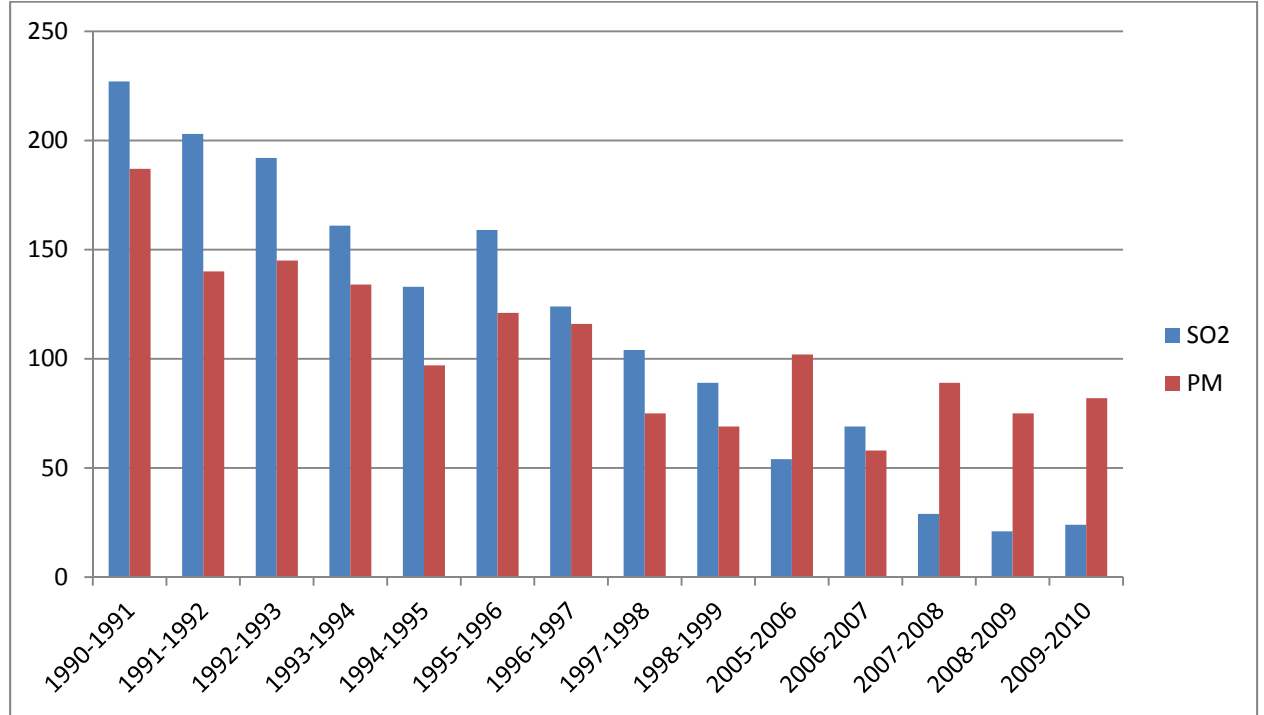


Şekil 51:Çorum’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Orta Karadeniz Bölümü’nün iç kesiminde yer alan şehirlerin en büyüğü olan **Çorum**’un 1996 yılına kadar Türkiye’nin havası kirli şehirleri arasında bulunması ve daha sonraki dönemlerde kararlı bir iyileşme sağlayamaması, öncelikle kalitesiz yakıt kullanımına ve önlemlerin yetersizliğine bağlı bulunmaktadır. 2005 yılı, doğalgaz kullanımı ile birlikte, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek katı yakıtların yasaklanması bakımından da şehrin hava kalitesinde bir dönüm noktası sayılmaktadır. Bu gün şehirde doğalgaz kullanımının yanında, kaliteli yerli kömür, ithal kömür, briket ve fuel-oil kullanımına izin verilmektedir. Çorum’da hava kirliliğinin konsantrasyonu ve etki süresi ise fiziki coğrafya faktörleri ile yakından ilgili gözükmektedir. Her şeyden önce şehrin topoğrafik yapısı, kış döneminde kirli havanın uzunca bir süre yığılmasına sebep olmaktadır. Çünkü, ovayı çevreleyen yükseltiler, daima hava akımının sağlanmasına engel teşkil eden topoğrafik unsurlardır. Kış döneminde hava sirkülasyonu rahat sağlanamadığı gibi topografyadan kaynaklanan inversiyon olayı da yaşanmaktadır.

Çorum’un yanma dönemindeki olumsuz iklimik koşulları, hava kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. İklim elemanlarından sıcaklık, özellikle aylık, günlük ortalamalarla birlikte, maksimum ve minimum değerleriyle de yanma süresini ve sürekliliğini belirlemesi bakımından önem taşımaktadır. Sıcaklığın bu gibi özelliklerine bağlı olarak Çorum’da 7,5-8 ay gibi uzunca bir süreyi kapsayan yanma dönemi vardır. Yanma dönemi içerisinde ise kasım, aralık, ocak, şubat ve mart ayları, hava kirliliği açısından en riskli devreyi oluşturmaktadırlar. Bunların dışındaki ekim, nisan ve mayıs ayları ise ikinci dereceden riske sahiptir. Ayrıca yanma dönemi içerisinde zaman zaman beliren yüksek basınç koşulları, şehrin hava kalitesinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu açıdan yine özellikle sonbahar sonları ve kış ayları risk taşımaktadır. İklimin rüzgâr ve yağış elemanları ile ilgili özellikleri ise şehirde havanın doğal yollardan temizlenmesine çok fazla katkıda

bulunabilecek durumda değildir. Yağışların daha ziyade, İlkbahar (%35) ve Kış (%28) mevsimlerinde toplanmış olması, yanma döneminde yağışların hava kalitesi üzerinde olumlu tesir yapabileceğini akla getirmektedir. Fakat kış mevsiminde ve İlkbaharın önemli bir kısmında kaydedilen yağışların, kar şeklinde olması bu etkiyi fazlasıyla sınırlandırmaktadır. Aylık ortalama rüzgâr hızı ise genelde düşük seyretmektedir. Kış ve Kış etrafındaki aylarda da rüzgâr hızı düşük kaldığından, şehrin havasının temizlenmesinde, önemli bir rol üstlenememektedir. Yanma dönemini ilgilendiren mevsimlerin rüzgâr hızı düşük olmasına rağmen, yanma döneminde rüzgâr esme frekanslarına göre, N sektörünün ve özellikle de NE yönlü rüzgârın şehrin havasının temizlenmesinde kısmen etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, güney ve doğu sektörleri de ikinci dereceden önem taşımaktadır. Yanma döneminde etkili olan NE,E,S,SW rüzgâr yönleri dikkate alınarak, bu yönleri engelleyici yapılaşmaya izin verilmemelidir. Cadde ve sokaklar hakîm rüzgâr doğrultusuna paralel uzanmalıdır. Ayrıca, şehrin bundan sonraki gelişiminde ve sanayi tesislerine yer seçiminde hakîm rüzgâr yönü dikkate alınmalıdır. Çorum'un hava kalitesi ile ilgili göstergeler, 1995 yılından sonra bir iyileşmenin sağlandığını, ancak, bunun yeterli olmadığını göstermektedir. 2005'den sonra ise Dünya Sağlık Örgütü'nce ideal kabul edilen değerlerin altına inilmiştir. Çorum'un hava kalitesinin iyileşmesi, her şeyden önce, bu tarihten itibaren doğalgaza geçişle ilgili gözükmemektedir. 2004 yılında başlayan doğal gaz kullanımı, 2005 den itibaren şehir merkezinde konutlarda hızlı bir artış göstermiştir. 2005 verilerine göre şehirde, 33395 adet doğal gaz abonesi bulunmakta olup, konutların % 40'nın üzerinde bir kısmını karşılamaktadır (Garipağaoğlu, 2007) Ancak, 2007-2008 kış döneminden itibaren partiküler madde konsantrasyonlarında görülen artış, hava kalitesi kontrollerinin sürdürülmesi gerekliliğine işaret etmektedir.



Şekil 52: Tokat'ta Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesimlerinde yer alan **Tokat Şehri**'nin havası, 1990'lı yılların ortalarına kadar kış döneminde özellikle kükürt dioksit tarafından kirletilmiştir. 1990-1998 yılları arasında kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları çoğunlukla uzun vadeli sınır değerin üzerinde ve bazen de hedef sınır değeri aşacak şekilde ölçülmüştür. Partiküler madde konsantrasyonları ise kükürt dioksit kadar yüksek olmamakla beraber, 1996-1997 Kış dönemine kadar hava kirliliğinde ikinci bir risk faktörü olmuştur. Daha sonraki dönemlerde azalmaya devam etmekle birlikte, 2005'den itibaren, yeniden yükselerek, kükürt dioksitin de önüne geçmiştir. Ancak, partiküler madde konsantrasyonunda artış gözlense de şimdilik, şehrin hava kalitesinde risk faktörü olmaktan uzaktır. Tokat'ta kış döneminde coğrafi konumu ve diğer etkenlerin de birleşmesi ile hava kirliliği yaşanmaktadır. Karasallığı hisseden Tokat'ta İnversiyon, ortaya çıkan kirli havanın uzun süre dağılmadan şehrin üzerinde kalmasına neden olurken, yanma döneminin uzunluğu da atmosfere salınan kirletici miktarını arttırmaktadır. Diğer taraftan, kirliliğin en büyük nedenlerinden bir tanesi de evsel ısınmada kullanılan katı yakıtlardır. Şehirde yaklaşık olarak yıllık ortalama 180 bin ton kömür kullanılmaktadır. Bu anlamda, hava kirliliğinin kontrolü için kömürün belirlenen standartlarda olması şarttır. Ayrıca kalorifer veya soba yakımında bazı kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir, Şehirde ısınma amaçlı olarak en çok kömür kullanılmakla birlikte, nispeten sıvı kalorifer yakıtı da tüketilmektedir. Ayrıca Tokat'ta doğalgaz, 2009 yılı sonu itibarıyla 1.300 binaya ulaşmış olup, yaklaşık 9 bin aboneye gaz verilecek duruma gelinmiştir. 2010 yılı sonunda ise 12 bin 500 aboneye gaz verilebilecek konuma gelinmesi planlanmaktadır, Tokat Şehri'nde bulunan 30 bin 132 adet abone potansiyelinin, 2012 yılında, geneline gaz temini yapılabileceği öngörülmektedir.

Batı Karadeniz Bölümü'nün iç kesimlerinde yer alan **Kastamonu**'nun havasının da 1990-1994 yılları arasında kış döneminde kükürt dioksit tarafından kirletilmiş olduğu gözlenmektedir. Bahsedilen dönemde, kükürt dioksit konsantrasyonları bazen uzun vadeli sınır değerin, bazen de hedef sınır değerin üzerine yükselmiştir. Yine aynı yıllarda maksimum kükürt dioksit miktarları da bir hayli yüksek gözükmemektedir. İzleyen yıllarda ise hava kirliliğini önleme çalışmalarıyla değerler düşürülerek, risk faktörü olmaktan çıkartılmıştır. Partiküler madde ortalamaları daima düşük seyrettiğinden, Kastamonu'nun havasında sorun yaratmamıştır. Son zamanlarda değerler her ne kadar kükürt dioksitin önünde gözüke de , şimdilik risk teşkil etmemektedir. Diğer şehirler gibi Kastamonu'da da hava kirliliğini doğuran ve etkileyen birçok faktör vardır: Kastamonu, Vadi boyunca dar bir şerit hâlinde güney-kuzey istikametinde uzanmaktadır. Şehrin bu topografik yapısına bağlı olarak, yerleşime imkân sağlayan vadi tabanında meskenler ve sanayi tesisleri adeta iç içe geçmiş, ilk kurulan sanayi sitesi dahi şehrin orta yerinde kalmıştır. Yerleşim alanının bu derece kısıtlı olması binaları dikey yönde yükselmeye zorlamış, böylece yükselen binalarda, vadi boyunca esen rüzgârı engelleyerek şehirdeki hava kirliliğinin uzaklaşmasını engellemiştir. Bununla birlikte şehrin ana rüzgâr yönü istikametinde yerleşmiş olan fabrikalardan çıkan gazlar, rüzgârın etkisiyle taşınarak adeta şehrin üzerine çökmekte ve bazı günlerde yaşanan inversiyon etkisiyle kirli hava uzunca bir süre şehri terk etmemektedir. Konutların ısıtılmasında kullanılan kalitesiz kömürler Kastamonu'da hava kirliliğini doğuran en önemli etkenlerden biridir. Kastamonu Valiliği, Kastamonu Belediyesi ve Kastamonu Çevre ve Orman İl Müdürlüğü'nün ortaklaşa yürüttükleri denetimler sonucunda, ucuz ve kalitesiz

kömür satışı büyük ölçüde engellenmiş olmasına rağmen, tamamen ortadan kaldırılmış değildir. Bu tip önlemlerin daha da artırılarak devam etmesi gerekmektedir. Şehirde yakıt tasarrufu ve gerekli önlemlerin kolaylıkla alınabilmesi için, merkezi ısıtma sistemlerine geçilmelidir. Daha az yakıt tüketimi ise ısı yalıtım mevzuatının uygulanmasını gerektirmektedir. Evsel ısınmadan kaynaklanan kirliliğin azaltılması için, soba ve kaloriferlerin yakım tekniklerinin iyi bilinmesi ve baca temizliğine önem verilmelidir. Bu konuda eğitim kursları düzenlenmelidir. Son yıllarda şehre getirilen doğalgaz 2009 yılından itibaren bina ve konutlarda kullanılmaya başlanmış olup, hava kalitesinde olumlu etki yaratması beklenmektedir.

Orta Karadeniz Bölümü şehirlerinden **Amasya** da yerleşmek için iç kesimleri seçmiştir. Amasya'nın kurulmak için kendisine yer seçtiği, Yeşilırmak Vadi tabanında dar bir kesim esasında yerleşmeye elverişlidir. Zamanla şehir geliştikçe vadi yamaçlarına doğru da yayılmaya başlamasına rağmen, topoğrafik koşullar fazla yükselmeye imkân vermemiştir. Topografyanın bu sınırlandırıcı etkisi, şehrin Yeşilırmak Vadisi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzunlamasına yayılma göstermesini gerektirmiştir. Dolayısıyla, bölgenin diğer iç şehirleri gibi Amasya'nın da hava kalitesinde olumsuz iklimik koşullar (düşük sıcaklıklar, inversiyon, yetersiz havalanma, vs.) ve topoğrafik özellikler son derece belirleyici durumdadır (İbret-Aydınözü, 2009). Ayrıca ısınma amaçlı konut alanlarında kullanılan fosil yakıtlar önemli etkiye sahiptir. Şehirde ısınma amaçlı olarak, odun, kömür, (Eski Çelteç, Yeni Çelteç, Sibiryâ Linyiti, Armutlu Kömürleri) Fuel-oil ve LPG gibi yakıtlar kullanılmaktadır. Amasya'da da kış döneminde görülen hava kirliliğinin başlıca nedenini oluşturan, ısınma amaçlı kullanılan fosil kaynaklı yakıtlardan, özellikle kükürt dioksitin % 90'ı meydana gelmektedir. % 10'u ise endüstriyel faaliyetler ve motorlu araçlarda kullanılan yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Dumanda ise yakıt dışı kaynakların % 20 paya sahip olduğu görülmüştür. Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin temel sebepleri, ısınmada düşük vasıflı yakıtların iyileştirme işlemine tabi tutulmadan kullanılması, yanlış yakma tekniklerinin uygulanması, kullanılan yakıt kazanlarının işletme bakımlarının düzenli olarak yapılmaması ve ısınma amaçlı kükürt oranı yüksek kaçak kömürlerin kullanılması yer almaktadır. Bu durum özellikle ısınma periyodunun uzun olduğu bölgelerde tehlike arz etmektedir. Amasya Kenti'nde de doğalgaza geçilmiş olup, şehrin yaklaşık üçte ikisi ısınmak amacıyla doğalgazdan yararlanmaktadır. Esasında Amasya diğer iç kesim şehirleri kadar yoğun ölçülerde hava kirliliğine maruz kalmamıştır. Kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları, 1990'lı yıllarda 2-3 kez 100 µg/m³'ü aşmıştır. 2000'li yıllarda ise sorun oluşturmayacak ortalamalarla dikkat çekmektedir. Şehrin hava kalitesinde partiküler maddenin olumsuz etkisi gözükmemektedir.

Bölgede partiküler madde kirliliği tipik olarak **Zonguldak Şehri**'nde görülmektedir. Bilindiği gibi Zonguldak -Kozlu-Kilimli-Çatalağzı civarı, bölgede kirleticilik vasfı yüksek olan tesislerin konumlandığı alandır. Özellikle Çatalağzı termik santralinin çevredeki hava kirliliğine etkileri tespit edilmiştir. Ayrıca maden ocaklarından çevreye diğer kirleticilerle birlikte önemli miktarda partiküler madde yayılmaktadır. Zonguldak'ta da kış döneminde görülen hava kirliliğinin başlıca nedenini, ısınma amaçlı kullanılan fosil kaynaklı yakıtlardır.

Koklaşabilir taşkömürünün üretildiği tek havza olan Zonguldak'ta ısınmada kullanılan yakıtlarda en büyük pay taşkömürünündür. Taşkömürü yanında sıvı yakıt (mazot, fuel-oil),doğalgaz, linyit, odun gibi yakıtlar da ısınmada kullanılmaktadır. Zonguldak Kenti'nin soğuk dönemdeki ortalama partiküler madde miktarları, bazen düşüşler olsa da genel olarak uzun vadeli ve hedef sınır değerlerin üzerinde gerçekleşmiştir. Ayrıca, bölgede maksimum partiküler madde miktarının kısa vadeli sınır değeri aştığı şehirlerin en tipik olanıdır. Kış dönemi partiküler madde konsantrasyonları, Zonguldak'ta hava kirliliğinin devam ettiğini göstermektedir.

Partiküler maddenin hava kalitesini bozduğu bölge şehirlerinden bir diğeri de **Rize** dir. Ancak, Rize'de soğuk dönem partiküler madde ortalamaları Zonguldak'taki kadar yüksek değildir. 1996-1997 Kış dönemine kadar zaman zaman yükseliş göstererek, şehrin hava kalitesinde risk faktörü oluşturmuştur. Daha sonraki yıllarda ortalamalarda düşüş sağlanmıştır.

İlimizde de hava kirliliğinin en büyük nedenleri sanayide ve ısınmada kullanılan kalitesizAğır endüstri faaliyetlerinin sürdürüldüğü **Karabük Kenti**'nde 2007 yılından beri yapılan ölçümler şehirde partiküler maddeye bağlı olarak kış döneminde hava kirliliği yaşandığını göstermektedir. Soğuk dönem partiküler madde konsantrasyonları uzun vadeli sınır değerin üzerinde kalmaktadır. Maksimum partiküler madde miktarları da kısa vadeli sınır değeri aşmaktadır. Karabük'te sanayi ve evsel alanlarda kullanılan yakıtlarla diğer endüstriyel faaliyetler hava kirliliğinin en önemli sebepleri arasında görülmektedir. Ayrıca burada da olumsuz topoğrafik ve iklimik koşulların da etkileri vardır.

Düzce'de ise düzenli ölçümler olmamakla birlikte 1990'lı yılların ortalarına kadar kış döneminde zaman zaman kükürt dioksit konsantrasyonları hava kalitesini bozacak düzeylere ulaşmıştır. 2007-2008 kış döneminden bu yana ise partiküler madde miktarı artarak, hava kalitesinde risk oluşturmaya başlamıştır.

Uygulamalar

- 1) Kentlerin hava kalitesini etkileyen faktörler incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Kıyı bölgelerinin kıyı ve iç kesimleri arasında yer alan kentlerin yanma sürelerini kıyaslayınız.
- 2) Yaşadığınız kentin hava kalitesini etkileyen faktörleri değerlendiriniz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Marmara Bölgesi, Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en yüksek olan coğrafi bölgesidir. Aynı zamanda endüstri tesisleri bölgede bir kuşak oluşturmaktadır. Ayrıca bölgenin yaklaşık Türkiye nüfusunun 1/3 ini barındırması, ısınma amaçlı tüketilen evsel yakıt miktarını da kendiliğinden arttırmıştır. Marmara Bölgesi şehirlerinde hava kalitesinin, evsel ısınma amaçlı yakıt kullanımı kadar olmasa da, kirletici vasfı yüksek olan endüstri tesislerinden ve motorlu kara taşıtlarından da olumsuz şekilde etkilendikleri anlaşılmaktadır. Bölgede İstanbul, İzmit, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Tekirdağ, Çanakkale, Edirne, Bilecik, Kırklareli, Gebze, Gölcük, Körfez, İnegöl ve Çan gibi merkezlerde hava kalitesi zaman zaman bozulmuştur.

Ege Bölgesi'nde, kış döneminde atmosfer kirleticilerden kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre, Kütahya, havası sürekli en kirli şehir durumundadır. Denizli, Afyon, Uşak gibi merkezler ise bazı yılların soğuk dönem ortalamalarında, uzun vadeli sınır değeri aşmış, ya da buna çok yaklaşmışlardır. İzmir'de de dönemin ilk yıllarında değerler, $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerinde olmakla beraber, 1996'dan itibaren 100 değerinin altına inmiştir. Manisa'da ise kükürt dioksit konsantrasyonu, önceleri önemsiz iken, daha sonraki yıllarda artış göstermiştir. Ege Bölgesi'nde Kış dönemine ait partiküler madde ortalamaları, genellikle kükürt dioksit ortalamalarına nazaran düşük olmakla birlikte, Kütahya, Denizli, Afyon ve İzmir'de zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerini aşmıştır. Hatta, Afyon ve İzmir'de uzun vadeli sınır değerlere de birkaç kez ulaşılmıştır. Son zamanlarda Afyon, Denizli, Kütahya ve Manisa'da yeniden artışa geçmiştir.

Akdeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde, başta Kahramanmaraş olmak üzere Isparta ve Burdur'da zaman zaman hava kirliliği sorunu yaşanmıştır. Kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonlarına göre, bölge şehirlerinden Kahramanmaraş başta olmak üzere, Isparta, Burdur ve Antalya'da bazı yıllar hava kalitesinin bozulduğu anlaşılmaktadır. Özellikle Kahramanmaraş'ta, 1995 yılına kadar kış dönemi ortalamaları, uzun vadeli sınır değerini aşmıştır. Isparta ve Burdur'da da, birkaç kez uzun vadeli sınır değeri aşılmasına karşın, konsantrasyonlar genellikle daha düşüktür. Aynı dönemin partiküler madde konsantrasyonları bakımından, yine Kahramanmaraş başta olmak üzere, Antalya ve Isparta dikkat çekmektedir.

Karadeniz Bölgesi'nin iç taraflarında ise Çorum, Tokat, Amasya, Kastamonu, Düzce, Bolu ve Bayburt gibi şehirlerde, kış döneminde hava kirliliği görülebilmektedir. Bu merkezlerde hava kalitesini, kıyıya nazaran daha fazla miktarda kullanılan, kalitesiz yakıtlar bozmaktadır. Bölgede Çorum, Tokat, Kastamonu ve Düzce gibi iç kesimlerde kalan şehirlerde, kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları, daha yüksek gözükmektedir. Özellikle Çorum ve Tokat'ta, uzun süre soğuk dönem ortalamaları, uzun vadeli sınır değerin üzerinde seyretmiştir. Hatta Çorum'da bazı yıllar, kısa vadeli sınır değere de yaklaşmıştır. Partiküler madde bakımından, Zonguldak, Tokat ve Rize gibi şehirler önde gözükmektedir. Rize ve Tokat'ta son zamanlarda bir düşüş izlenmesine rağmen, Zonguldak durumunu korumaktadır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Marmara Bölgesi şehirlerinin hava kalitesi, evsel ısınma amaçlı yakıt kullanımından ziyade, kirletici vasfı yüksek olan endüstri tesislerinden ve motorlu kara taşıtlarından olumsuz şekilde etkilenmektedir

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Marmara Bölgesi'nde İstanbul, İzmit, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Tekirdağ, Çanakkale, Edirne, Bilecik, Kırklareli, Gebze, Gölcük, Körfez, İnegöl ve Çan gibi merkezlerde hava kalitesi zaman zaman bozulmuştur.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü'nde, Kütahya, Uşak ve Afyon gibi şehirlerde hava kalitesi bozulmuş olup, olay daha çok endüstriyel faaliyetlere bağlı gözükmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Akdeniz Bölgesi'nin özellikle kıyı kesiminde konumlanmış olan kentlerin, sıcaklık şartları olumlu da olsa, evsel ısınmada tüketilen yakıt miktarı yüksek olduğundan, kıyı kentlerinin atmosferleri daha fazla kirlenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Karadeniz Bölgesi'nde Partiküler madde bakımından, Zonguldak, Tokat ve Rize gibi şehirler önde gözükmekte olup, Rize ve Tokat'ta son zamanlarda bir düşüş izlenmesine rağmen, Zonguldak durumunu korumaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Marmara Bölgesi'nde Kış dönemine ait kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonları, İstanbul, Çanakkale, Bursa ve İzmit gibi şehirlerde 1990 lı yılların başlarında bir hayli yüksek seyretmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Ege Bölgesi'nin kıyı kuşağında sıcaklık şartlarının elverişli olmasına rağmen, başta Asıl Ege Bölümü olmak üzere İç Batı Anadolu'nun da bazı kesimlerinde hava kalitesinde bozulmalar tespit edilmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Akdeniz Bölgesi'nin özellikle kıyı kesiminde konumlanmış olan kentlerin, evsel ısınmada tüketilen yakıt miktarı daha fazla olduğundan, buradaki kentlerin atmosferleri de daha fazla kirlenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Akdeniz Bölgesi'nin Göller Yöresi'nde kalan **Isparta** Kenti de kış döneminde bazen yoğun ölçülerde hava kirliliği yaşamıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Karadeniz Bölgesi'nde Samsun-Tekkeköy, Ereğli-Karabük, Zonguldak ve Murgul çevresinde bulunan sanayi tesislerinin, kirletici etkileri görülmez..

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)b, 2)a, 3)b, 4)b, 5)a6)a, 7)a, 8)b),9)a, 10)b

**8. TÜRKİYE’DE HAVA KİRLİLİĞİ SORUNUNUN
COĞRAFİ BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI (İÇ BÖLGELER)**

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

8.1. İç Anadolu Bölgesi

8.2. Doğu Anadolu Bölgesi

8.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) İç Anadolu Bölgesi'nde hangi kentlerin havası kirlenmiştir? Araştırınız.
- 2) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sıcaklık koşulları hava kalitesinde etkili midir?
- 3) Doğu Anadolu Bölgesi'nin topoğrafik yapısı, hava kalitesi üzerinde etkili midir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye'nin İç Bölgelerinin Hava Kalitesi	Türkiye'nin iç bölgelerinde yer alan kentlerin hava kalitelerini değerlendirmek	Türkiye'nin iç bölgelerinde yer alan kentlerin hava kalitelerini değerlendirmek
Türkiye'nin İç Bölgelerinin Hava Kalitesi	İç bölgelerdeki kentlerin hava kalitelerinde etkili olan faktörleri saptamak ve kıyı bölgelerle mukayese etmek	İç bölgelerdeki kentlerin hava kalitesini kıyı bölgelerle mukayese ederek değerlendirmek

Anahtar Kavramlar

- Hava kalitesi
- İç Anadolu Bölgesi
- Doğu Anadolu Bölgesi
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Giriş

İç Anadolu Bölgesi'nde kesif bir endüstrileşme olmadığından, hava kalitesi üzerinde evsel ısınma kökenli kirleticiler daha ağırlıklı gözükmemektedir. Bölge genel anlamda karasal iklimin etkisi altındadır. Karasallığa bağlı olarak bölgenin kuzey ve özellikle doğu yarısında yanma süresi uzamaktadır. Buna göre, yanmaya bağlı hava kirliliği, bölgenin kuzey ve doğu yarısında çok daha etkin olabilmektedir.

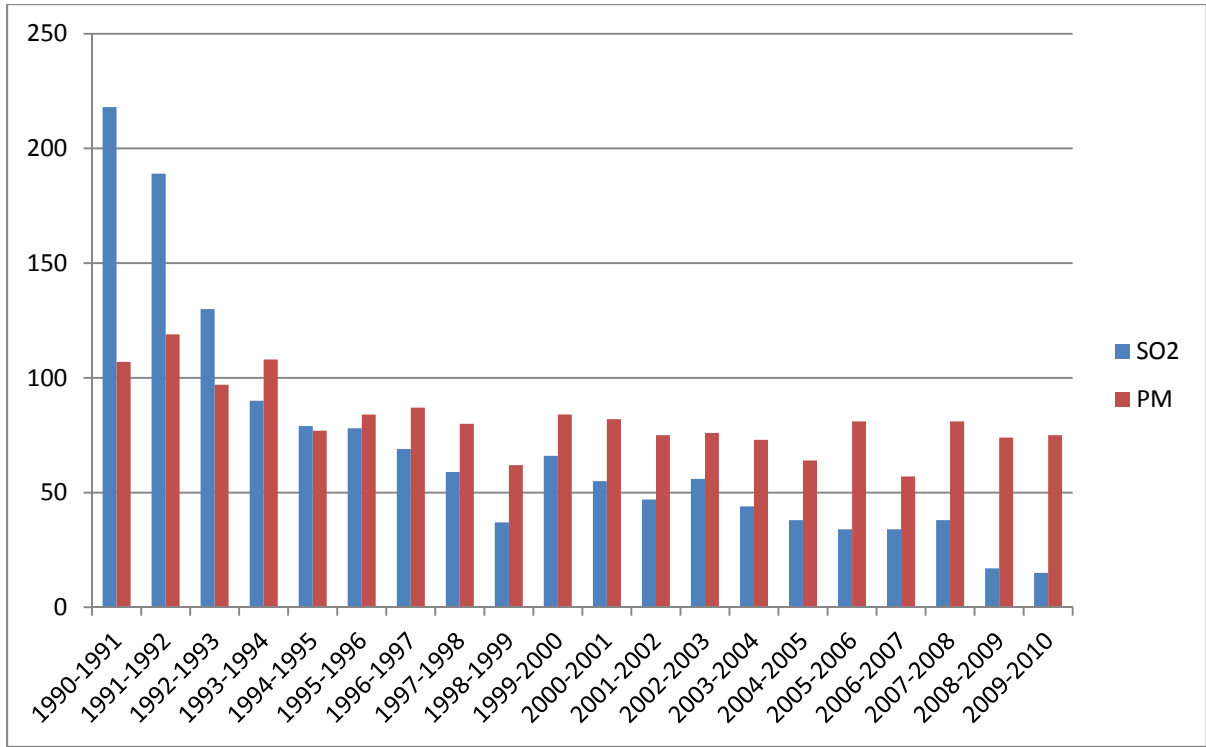
Doğu Anadolu Bölgesi ise nüfus yoğunluğu ve endüstrileşme açısından, önemli bir hava kirliliği potansiyeli taşımamaktadır. Ancak, karasal iklimin şiddetlendiği tipik bir bölge olması nedeniyle, yanma süresi uzamakta ve yakıt miktarı artmaktadır. Dolayısıyla, olumsuz iklim şartları ve topografik özellikler ve yakıt kalitesi, bölgede hava kalitesini kontrol etmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yanma döneminde sıcaklık şartlarının, diğer iki iç bölgeye nazaran daha olumlu olması, evsel yanmadan kaynaklanan hava kirliliğinin, nispeten daha hafif kalmasına sebep olmaktadır. Ancak, bölgenin bu avantajına rağmen, Diyarbakır, Gaziantep ve Adıyaman gibi şehirlerin atmosferleri kirlenmiştir.

Bu bölümde iç bölgelerin hava kalitesi bozulmuş olan kentleri araştırılarak, hava kirleticileri, kaynakları kapsamında incelenecektir.

8.1. İç Anadolu Bölgesi

İç Anadolu Bölgesi'nde kesif bir endüstrileşme olmadığından, hava kalitesi üzerinde evsel ısınma kökenli kirleticiler daha ağırlıklı gözükmemektedir. Bölge genel anlamda karasal iklimin etkisi altındadır. Karasallığa bağlı olarak bölgenin kuzey ve özellikle doğu yarısında yanma süresi uzamaktadır. Buna göre, yanmaya bağlı hava kirliliği, bölgenin kuzey ve doğu yarısında çok daha etkin olabilmektedir. Ankara, bölgede uzun süre hava kirliliğini yaşamış bir şehir olup, uzun süre gündemde kalmıştır. Ayrıca, Kayseri, Sivas, Konya, Eskişehir, Nevşehir, Kırıkkale, Kırşehir, Yozgat ve gibi merkezler zaman zaman yoğun ölçülerde hava kirliliğine maruz kalmışlardır. Özellikle Sivas ve Konya'da, 1990-1991 kış döneminde, kükürt dioksit ortalaması uzun vadeli sınır değeri aşmış olup, uzun süre yüksek seyretmiştir. Diğer şehirlerde de değerler, çoğu yıllarda uzun vadeli sınır değerinin üzerinde kalmaktadır. Bu merkezlerden sadece Ankara ve Eskişehir'de son yıllarda kükürt dioksit konsantrasyonlarında azalma görülmektedir. Bu durum ise Ankara'da doğalgaz kullanımının yaygınlaşması ile ilişkili görülmektedir. Eskişehir'de de kaliteli yakıt kullanımına paralel olarak özellikle 1995'den beri belirgin bir düşüş sağlanmıştır. Yine bölge şehirlerinden Sivas başta olmak üzere, Kayseri, Konya, Ankara ve Yozgat'ta, bazı yıllarda, kış döneminde partiküler madde ortalamaları $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ulaşmıştır. Özellikle Sivas'ta dönem başlarında sürekli olarak uzun vadeli sınır değerleri aşılmıştır. Bu şehirlerin kış döneminde maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da yüksektir. Örneğin; Konya'da 1990 yılında $3489 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1991 yılında $1687 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1992 yılında $1993 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Aynı şekilde Sivas'ta 1990'da $1976 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1991'de $1508 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1992 ve 1993 yıllarında $1105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi yüksek değerler ölçülmüştür. Ayrıca Çankırı ve Ankara'da da $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşan yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Bunların dışında Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Yozgat, Kırıkkale ve Karaman'da maksimumlar bazı yıllarda yükselerek, kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Dolayısıyla Sivas, Konya, Ankara, Çankırı, başta olmak üzere belirtilen bu şehirlerde kükürt dioksit kirliliği açıkça belli olmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde de partiküler madde miktarları, genel olarak kükürt dioksitin altında kalmaktadır. Kayseri, Sivas, Konya, Eskişehir, Kırıkkale, Ankara, Kırşehir ve Yozgat'ta kısa vadeli sınır değerini aşan günler sayısı da önemli gözükmemektedir. Sivas ve Konya'da 70 güne yaklaşan değerlerle karşılaşmaktadır. Ayrıca, Kayseri, Eskişehir, Kırıkkale, Yozgat ve Ankara'da da 20 ile 40 gün arasında değişen yüksek değerler görülebilmektedir. Bölge şehirlerinde hava kalitesini, temelde uzun süreli yanma olayıyla birlikte, kalitesiz yakıt kullanımı belirlemektedir. Ayrıca olumsuz topografik ve iklimik koşullar, kirliliğin süresini ve konsantrasyonunu etkilemektedir. Çünkü, her şeyden önce İç Anadolu Bölgesi, kendisi bir havza karakteri göstermektedir. Dolayısıyla diğer coğrafi bölgelere göre, daha yetersiz havalanma koşullarına sahip olduğu gibi inversiyon olayı da daha sık gerçekleşmektedir. Ayrıca bu havza içerisinde konumlanan kentlerin birçoğunun, daha küçük ölçekli havzaların içerisinde bulunmaları, bu tür olumsuzlukları, daha da arttırmaktadır. Ankara, Eskişehir, Kayseri, Konya, Sivas ve Kırıkkale'de belirtilenlere ilaveten, endüstriyel emisyonları da hesaba katmak gerekir.



Şekil 53:Ankara’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Ankara Kenti, İç Anadolu Bölgesi’nde hava kirliliğinin uzun süre yaşandığı ve dolayısıyla bu konuda fazla sayıda çalışmanın yapıldığı bir metropoldür. Ankara’nın hava kirliliğini konu alan birçok çalışmadan; Yaşamış 1990, Sert 1993, Uluğ 1993, Gündoğdu 1994, Kaya 1996, Haktanır ve diğerleri 1995, Böke ve diğerleri 1995 bazılarıdır. Ankara’da soğuk dönemde daha önceki yıllarda yüksek seyreden kükürt dioksit ortalamaları, 1992-1993’den itibaren uzun vadeli sınır değerinin altına inerek, daha sonraki dönemlerde hızlı bir düşüş göstermiştir. Kış döneminin maksimu kükürt dioksit konsantrasyonları da 1993 yılına kadar 1000 µg/m³) üzerinde iken, izleyen yıllarda azalarak, 2002-2003’den itibaren kısa vadeli sınır değerinin de altında kalmıştır. Kentin soğuk dönem partiküler madde ortalamaları, 1990-1994 yılları arasında kükürt dioksit kadar olmasa da araştırılan dönem içerisinde seviyenin nispeten yüksekliği ile dikkat çekmektedir. İzleyen yıllarda azalarak 100 µg/m³’ün altına çekilmiştir. Ancak, 1993-1994 kış döneminden itibaren ortalamalar, sürekli olarak kükürt dioksit konsantrasyonlarının üzerinde gerçekleşmiştir. Partiküler madde maksimum değerleri önceleri daha yüksek olmakla birlikte, genellikle kısa vadeli sınır değerinin üzerinde seyretmiştir. Ankara’da partiküler madde konsantrasyonlarına motorlu araçların önemli katkı sağladıkları tespit edilmiştir (Yatın ve diğerleri, 1995). Motorlu araçlardan atmosfere gönderilen parçacıkların toplam partiküler madde içerisindeki payı, yaz aylarında % 48, kış aylarında % 39 kadar olduğu ortaya konmuştur. Yaz döneminde toz parçacıkları da ikinci önemli kaynağı oluşturmaktadır. Kış döneminde ise ikinci önemli kaynak fuel-oil, üçüncü önemli kaynak da kömürdür (Türkiye’nin Çevre Sorunları,1999). Geçmiş yıllarda Ankara’da ki hava kirliliğinin kökeninde evsel yakıtlarla birlikte kara trafiğinin çok etkili olduğu anlaşılmaktadır. Ancak Ankara’nın topografik koşulları ve iklimatik özellikleri gibi fiziki ortam koşulları da hava kirliliğini destekleyici niteliktedir. Herşeyden önce Ankara

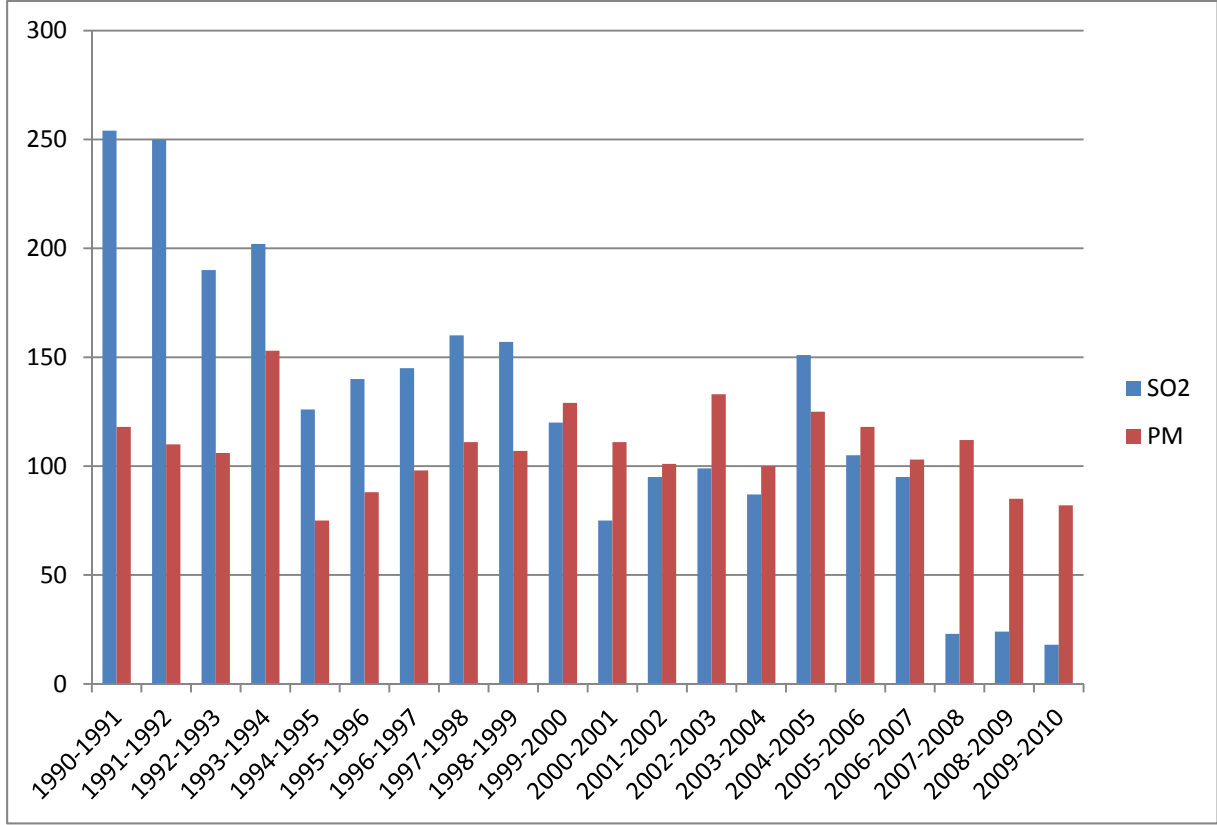
Metropol'ünün yayıldığı alan topografik açıdan kirli havanın yığılmasını sağlayacak özelliktedir. Tepeler ve sırtlar arasındaki çukur alanlar üzerine konumlanmış olan semtlerde bu etkiyi açıkça görmek mümkündür. Klimatik açıdan ise şehrin karasal şartları etkisi altında olduğu bilinmektedir. Karasallık gereği soğuk dönemde sıcaklıklar önemli ölçüde düştüğü gibi yüksek basınç şartları ve inversiyon olayı da tipik bir şekilde yaşanmaktadır. Bu gibi olumsuz fiziki ortam koşulları, şehirdeki hava kirliliğinin konsantrasyonu ve etki süresi üzerinde rol oynamaktadır. Ankara'da hava kirliliğinin önlenmesine yönelik çalışmalar arasında özellikle evsel ısınmada doğalgaza geçilmesi ve iyi kaliteli yakıt kullanımı en etkin olanlarıdır. Bu önlemler sayesinde 1993-1994 kış döneminden itibaren başta kükürt dioksit olmak üzere atmosfer kirleticilerin konsantrasyonlarında hızlı bir düşüş sağlanmıştır.

Ankara'nın çeşitli semtlerinde yapılan kükürt dioksit ve partiküler madde ölçümleri de bu düşüşü aksettirmektedir. 1993-2000 yılları arasında soğuk döneme ait ortalama kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonları Ankara'nın hiçbir semtinde uzun vadeli sınır değeri aşmamıştır. Ancak, 1995 yılına kadar Sıhhiye, Yenidoğan, İncirli ve Demetevler gibi semtlerde ortalama kükürt dioksit konsantrasyonları $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. Aynı semtlerde partiküler madenin de son zamanlarda bazen bu değerin üzerine çıktığı anlaşılmaktadır. Bu veriler, son zamanlarda Ankara'nın hava kalitesinde kükürt dioksitin olumsuz etkisinin tamamen ortadan kaldırıldığını, ancak, partiküler maddenin hâlâ bir risk faktörü olduğunu göstermektedir.

Ankaranın hava kalitesi bir çok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Bunlardan, Sungur (1977) çalışmasında, Ankara'da hava kirliliğinin en önemli klimatolojik nedeninin şehrin üzerinde oluşan ısı terselmesi olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca ısı terselmesinin etkisini azaltmak veya ortadan kaldırmak için zeminin ısıtılmasının önemini belirtmektedir.

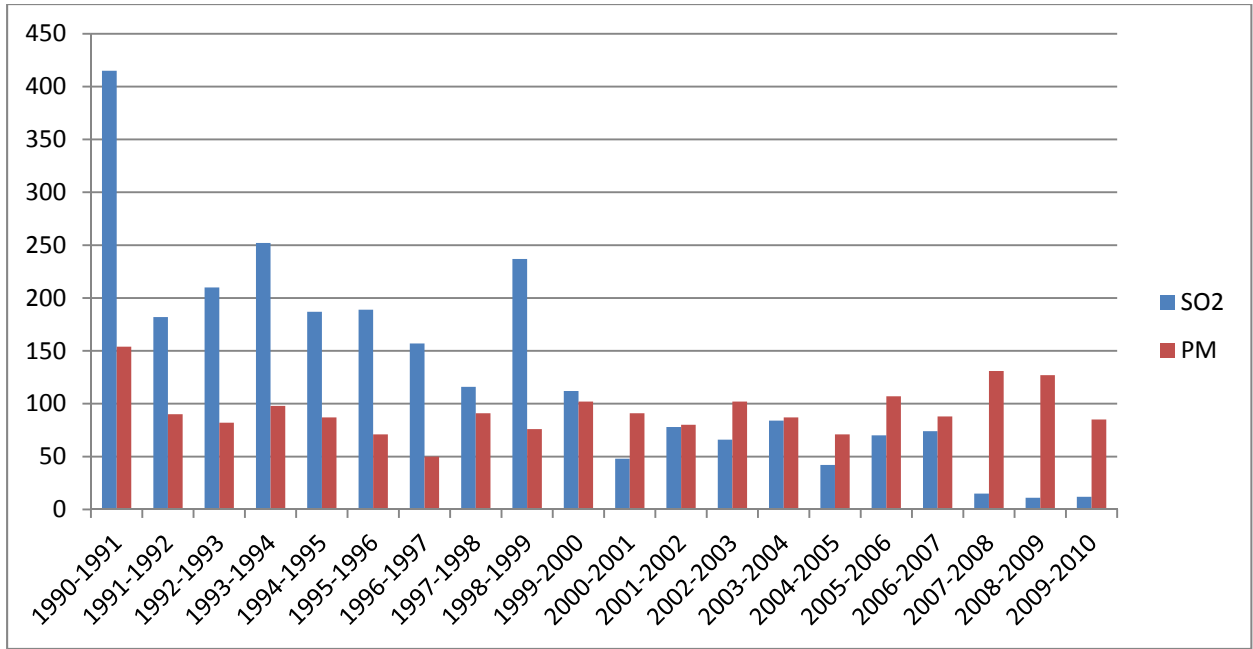
Sungur ve Gönençgil (1997) araştırmalarında, hava kirliliğinde rüzgâr, türbülans, ısı terselmesi(inversiyon), sıcaklık, nisbi nem ve yağışın etkilerini ortaya koymaktadırlar. Özellikle yüksek basınç koşulları, ısı terselmesi ve rüzgârsızlığın havaya katılan kirleticilerin uzaklaşmasını engelleyerek kirlilik konsantrasyonunda artışa neden olduğunu belirtmektedirler.

Çiçek ve diğerleri (2004) tarafından yapılan bir başka araştırmada, Ankara'nın hava kalitesinin istatistiksel bir analizi yapılarak, bazı tespitlerde bulunulmuştur. Çalışmaya göre; Şehirlerin çoğunda olduğu gibi Ankara'da da kış şartlarının başlamasıyla birlikte ısınma için kullanılan yakıtlar ve araçların egzozlarından çıkan gazlar nedeniyle hava kirliliği artış göstermektedir. Hava kirleticileri ile iklim elemanları arasındaki ilişkiler değerlendirildiğinde, sıcaklık ve bağıl nem ile düşük, rüzgâr hızı ile kuvvetli ve orta düzeyde bir ilişki saptanmıştır. Ankara'da hava kirliliğinin ana kaynağı ısınmada kullanılan fosil yakıtlar ve egzoz gazlarıdır. Kent, topografik özellikleri ve yapılaşma sorunları nedeniyle fazla rüzgâr alamamaktadır. Dolayısıyla hava kirliliğini gidermede rüzgârdan ziyade kirleticilerin kontrol altına alınması daha büyük önem taşımaktadır. Son dönemlerde Ankara'da doğalgaz kullanımı ile birlikte kirlilik azalma eğilimine girmiştir. Isınmada doğalgaz kullanımının kent geneline yaygınlaştırılabilmesi ile bu durum daha da belirginleşecektir.



Şekil 54:Kayseri’de Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

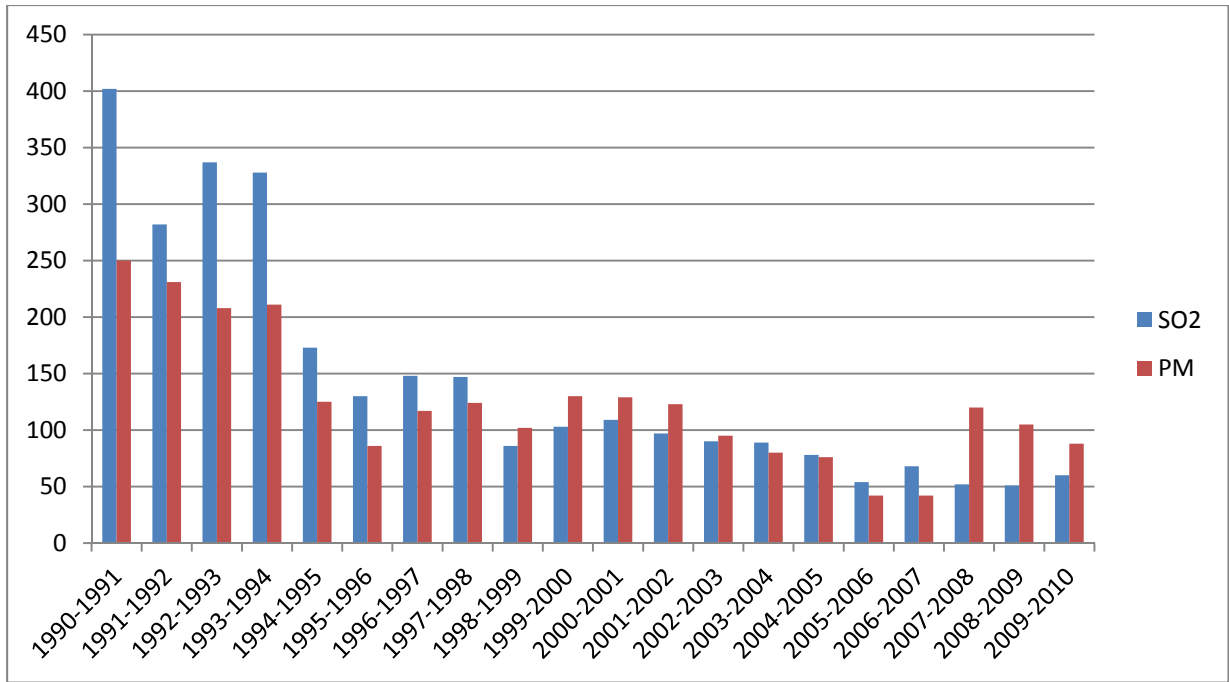
İç Anadolu Bölgesi’nde kış döneminde uzun süre hava kirliliği yaşamış kentlerden bir tanesi de **Kayseri**dir. Soğuk dönemde kentte kükürt dioksit ortalamaları 1999-2000 dönemine kadar en önemli hava kirleticisi durumundadır. 10 yıllık bu süre içerisinde bazı azalmalar olmakla birlikte, genellikle ortalamalar uzun vadeli sınır değerin üzerinde kalmıştır. Daha sonraki dönemlerde 2004-2005 devresindeki yükselmenin dışında sürekli düşerek 2007-2008’den itibaren tamamen kontrol altına alınmıştır. Kükürt dioksitin maksimum konsantrasyonları da uzunca bir süre kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Partiküler madde 2000 yılına kadar, kükürt dioksitin gerisinde şehrin hava kalitesinde ikinci derecede rol oynamıştır. Ancak, 1999-2000 kış döneminden itibaren, kükürt dioksitteki azalmaya karşılık, partiküler madde artarak, sürekli kükürt dioksitin üzerine çıkmıştır. Böylece son 10 yıllık devrede şehrin hava kalitesinin bozulmasında partiküler madde daha aktif rol almaya başlamıştır. Kayseri’de de kalitesiz yakıt kullanımı, trafik yoğunluğu, gibi beşerî faktörlerle, olumsuz topografik ve klimatolojik (fiziki faktörler) faktörler hava kalitesini belirlemektedir. Kayseri hava kalitesini konu alan bir çalışmada, çeşitli yakıt türlerinin hava kirliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya göre Kayseri, gerek kükürt dioksit ve gerekse partiküler madde miktarınca Türkiye’nin en kirli şehirleri arasındadır. Hava kirliliğinin nedenleri arasında kalitesiz yakıt kullanımı, olumsuz topografik ve meteorolojik koşullar, trafik yoğunluğu gösterilmektedir (Kartal ve Doğan, 1992).



Şekil 55:Konya’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Konya Şehri’nin 1990-2010 yılları arasındaki durumu, hava kirleticilerinin kış dönemindeki ortalamalarına göre değerlendirildiğinde, Kükürt dioksitin 1990-1991 döneminde kısa vadeli sınır değeri aşarak, yoğun bir kirliliğe sebep olduğu anlaşılmaktadır. 1997-1998 kış dönemi bir tarafa bırakılırsa, 2000 yılına kadar kükürtdioksit ortalamaları uzun vadeli sınır değeri aşmıştır. 1999-2000 Kış dönemiyle başlayan hızlı düşüşle kentin havasında kükürt dioksit risk faktörü olmaktan çıkmıştır. Kükürt dioksitin maksimum konsantrasyonları da özellikle 1990’lı yılların ortalarına kadar yüksek seyretmiştir. Örneğin; 1990’da 3489 µg/m³, 1991’de 1687 µg/m³,1993’de 1922 µg/m³ gibi çok yüksek miktarlar ölçülebilmektedir. Takip eden yıllarda da kısa vadeli sınır değeri aşan maksimumlar görülebilmektedir. 1990-1991 kış dönemi dışında partiküler madde miktarı önemli olmadığından, hava kalitesinde de etkili rol oynamamıştır. Ancak, son zamanlarda yükselişe geçtiğinden, önlem alınmaz ise şehrin hava kalitesinde risk oluşturabilir. Partiküler maddenin maksimum konsantrasyonları ise 2000 yılına kadar sürekli olarak kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Hava kirleticilere ait veriler, başlangıçta Konya Kenti’nin havasında kükürt dioksit birinci derecede etkili iken, son zamanlarda bu durumun partiküler madde lehine döndüğünü göstermektedir. Konya’daki hava kirliliği de Türkiye’nin çoğu kentinde olduğu gibi temelde ısınma amaçlı kalitesiz yakıt kullanımına bağlı gözükmeyle birlikte, olay bazı olumsuz fiziki ortam koşullarıyla da desteklenmektedir. Öncelikle, Konya’nın bir kapalı havza içerisinde konumlanmış olması, yüksek çerçevenin rüzgâr hızını kesmesine ve yetersiz hava dolaşımına sebep olmaktadır. Klimatolojik olarak da karasal şartların yaşanması ve dolayısıyla düşük sıcaklık ve yüksek basınç şartları etkili oldukları dönemlerde şehrin hava kalitesinde olumsuzluklar yaratılmaktadır. Konya’nın hava kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada; şehirde sürekli bir hava kirliliği bulunmadığı, belirli meteorolojik koşulların ortaya çıkması hâlinde kirletici konsantrasyonlarının standartları aştıkları belirtilmektedir. Şehrin atmosferindeki kükürt dioksit konsantrasyonları ile sıcaklık, güneşlenme süresi, rüzgâr hızı arasındaki ilişkiye de

dikkat çekilmiştir. Ayrıca kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarının ilişkileri de ortaya konmuştur (Gür ve diğerleri, 1995). Konya'nın 2004-2006 yılları arasındaki kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarına göre hava kalitesinin değerlendirildiği başka bir çalışmada da bazı tespitlerde bulunulmuştur: Konya'nın motorlu araç sayısının fazla olması ve ısınma amaçlı olarak şehrin büyük bir kısmında fosil yakıt tüketilmesi ayrıca sosyo-ekonomik şartlardan dolayı ucuz fakat düşük kalorili, kükürt oranı yüksek kömürlerin fazla kullanılması ve ısınma enerjisi temini için zaman zaman oluşan kötü meteorolojik şartların etkisi ile hava kirliliği önlem alınması gereken boyutlara geldiği düşünülmektedir. Konya İli'nde doğalgaz kullanımı yaygınlaşmasına karşılık değerlendirilen üç yıllık periyotta önemli bir iyileşme kaydedilmediği görülmektedir. Ayrıca sadece SO₂ ve PM₁₀ değil diğer konvansiyonel hava kirleticilerinin ve toksik organik bileşiklerin de nüfusu ve sanayisi hızla büyüyen kent için izlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Aydın ve diğerleri, 2007).



Şekil 56: Sivas'da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) M ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Atmosfer kirleticilerine ait veriler, **Sivas'ın** hava kalitesinde de uzunca bir süre önemli bozulmanın olduğunu göstermektedir. Özellikle 1990-1994 yılları arasında, ciddi anlamda hava kirliliği sorunu ile karşılaşmıştır. Bu yılların soğuk döneminde atmosfer kirleticilerden kükürt dioksit (SO₂) ve partiküler madde konsantrasyonları çok yüksek seyretmiştir. 1991-1992 kış döneminde kükürt dioksit ortalamaları kısa vadeli sınır değeri aşarak, tehlike oluşturmuştur. 1995'den itibaren ortalamalar düşmüş olsa da yeterli değildir. Çoğu zaman hedef sınır değerinin üzerinde gerçekleşmiştir. 1998-1999 Kış dönemiyle kentte kükürt dioksitin kontrol altına alındığı, ancak partiküler maddenin daha kararsız bir gidiş içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Son zamanlarda soğuk dönemde partiküler madde artışı dikkat çekmekle birlikte, şimdilik sorun oluşturmamaktadır. Ancak, önlem alınmaz ise gelecekte, şehrin hava kalitesini tehdit edebilir. Sivas'ta hava kirliliğini şehirleşme, nüfus artışı, evsel ısınmada kullanılan yakıt miktarındaki artışlar gibi beşerî sebepler hazırlamaktadır. Ancak

bunlar arasından, kalitesiz yakıt kullanımı, son zamanlarda ortaya çıkan plansız yapılaşma ve yanlış yer seçimi gibi sebepler, daha fazla etkilidir. Sivas'ta hava kirliliğinin kaynağı daha çok evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara dayalı olduğundan, yakıtların kalitesindeki düşüş ve iyileştirmeler, hava kirliliği göstergelerinde belirleyici olabilmektedir. Sivas'ta hava kirliliğinin konsantrasyonu ve etki süresi ise fiziki coğrafya faktörleri ile yakından ilgili gözükmemektedir. Her şeyden önce şehrin topoğrafik açıdan bir havza içerisinde yer almış olması, kış döneminde kirli havanın uzunca bir süre yığılmasına sebep olmaktadır. Çünkü, havza çerçevesini oluşturan yükseltiler, daima hava akımının sağlanmasına engel teşkil eden topoğrafik unsurlardır. Gerçekten de Kızılırmak Vadisi içerisinde konumlanmış olan Sivas şehrinin etrafı yüksek plato alanlarıyla çevrilidir. Bu sebeple şehirde, kış döneminde hava sirkülasyonu rahat sağlanamadığı gibi topografyadan kaynaklanan inversiyon olayı da yaşanmaktadır. Sivas'ın yanma döneminde gösterdiği olumsuz iklimik koşullar, hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sivas'ta 8-8,5 aylık uzunca bir süreyi kapsayan yanma dönemi belirmektedir. Yanma dönemi içerisinde ise kasım, aralık, ocak, şubat ve mart ayları, hava kirliliği açısından en riskli devreyi oluşturmaktadırlar. Bunların dışındaki ekim, nisan ve mayıs ayları ise ikinci dereceden riskliliğe sahiptir. Ayrıca yanma dönemi içerisinde zaman zaman beliren yüksek basınç koşulları, şehrin hava kalitesinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu açıdan yine özellikle sonbahar sonları ve kış ayları risk taşımaktadır. Sivas'ta kapalı günler oranının yarıdan fazlasının kış mevsimine isabet etmesi ve bütünüyle yanma dönemi esas alındığında, bu oranının % 95'i aşması, hava kalitesi üzerinde olumsuz tesirler yaratabilmektedir. Çünkü soğuk dönemde düşük olan atmosfer sıcaklığı kapalılık sebebiyle daha da düşerek yanma olayını hızlandırmaktadır. İklimin rüzgâr ve yağış elemanları ile ilgili özellikleri ise şehirde havanın doğal yollardan temizlenmesine katkıda bulunabilecek durumda değildir. Sivas gerek yağış rejimi, gerek en yüksek yağış miktarının kaydedildiği günler itibarıyla yanma döneminde avantajlı gözükmemektedir. Yağışla ilgili özellikler, şehrin havasının temizlenmesine önemli katkıda bulunamamaktadır. Aylık ortalama rüzgâr hızı ise genelde düşük seyretmektedir. Kış ve Kış etrafındaki aylarda da rüzgâr hızı düşük kalmaktadır. Böylece rüzgârın şehrin havasının temizlenmesinde, önemli bir rol üstlenmediği anlaşılmaktadır. Sektörler içerisinde kuzey sektörü yıl boyunca egemen olup kuzeydoğu ve kuzey yönlü rüzgârlar daha sık esmektedir. İlgili yönlerden esen rüzgârlar, düşük hız sebebiyle şehrin hava kalitesinde fazla öneme sahip olmamakla birlikte şehrin alan üzerindeki yayılışında hakîm rüzgâr doğrultusuna uyulması gerekmektedir. Bunun için şehrin bundan sonraki gelişiminde, cadde ve sokakların hakîm rüzgâr doğrultusuna paralel biçimde olmasına dikkat edilmelidir. Sivas'ta hava kirliliği birinci derecede evsel ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara bağlı olduğundan, şehrin havasının temizlenmesine yönelik önlemlerin de bu kapsamda düşünülmesi gerekir (Garipağaoğlu, 2003).

İç Anadolu Bölgesi'nin en soğuk illerinden biri olan Sivas' ta; karasal iklim egemendir; yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise uzun ve soğuk geçer. Bu iklimsel özellik, soba ve kaloriferlerde, ekim ayından itibaren yaklaşık 6 ay yakıt tüketimine neden olmaktadır. Kentte ısınma amaçlı kullanılan yakıtların yaklaşık olarak % 95' ini kömür oluşturmaktadır. Her yıl yaklaşık olarak ortalama 120 000 ton katı, 10 000 ton sıvı olmak üzere toplam 130 000 ton yakıt tüketilmektedir. Yakıtlarda ortalama %3 kükürt baz alındığında yaklaşık 7410 ton SO₂ her yıl atmosfere verilmektedir. Ancak son yıllarda ithal kömür kullanımının

yaygınlaştırılması ile birlikte SO₂ emisyon miktar ve konsantrasyonlarında düşmeler gözlemlenmektedir (Beyazıt ve Bali, 1996). Sivas kentinde hava kirliliğinin, özellikle kış aylarında zaman zaman tehlikeli boyutlara ulaştığı Devlet İstatistik Enstitüsü'nün Çevre İstatistikleri verilerinin incelenmesiyle gözlemlenmektedir. Sivas kentinde 1992-1993 kış sezonuna kadar Türkiye' nin hemen her bölgesinden gelen ve kullanımı kısıtlanmamış olan çeşitli kömürler kullanılmıştır (Beyazıt ve Bali, 1996, Sivas İli Çevre Durum Raporu, 2008).

Bölge kentlerinden **Eskişehir**'de 1990-1995 yılları arasında, soğuk dönemde atmosfer kirleticilerden kükürt dioksit (SO₂) konsantrasyonlarına bağlı olarak ciddi anlamda hava kirliliği sorunu ile karşılaşmıştır. Daha sonraki yıllarda kükürt dioksit konsantrasyonları hızla düşürülerek, kontrol altına alınmıştır. Şehrin hava kalitesinde partiküler maddenin önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Eskişehir'in hava kirliliğinde şehirleşme, nüfus artışı gibi sebepler de etkili olmakla birlikte, asıl evsel ısınmada kullanılan yakıtların kalitesizliği ve miktarındaki artışlar önde gelmektedir. Eskişehir'de hava kirliliğinin kaynağı, daha çok konutlarda ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara dayalı olduğundan, yakıtların kalitesindeki düşüş ve iyileştirmeler, hava kirliliği göstergelerinde son derece belirleyici olabilmektedir. Eskişehir'de yanma döneminde görülen olumsuz iklimik koşullar, şehrin hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Eskişehir'de 7,5 aylık uzunca bir süreyi kapsayan yanma dönemi belirmektedir. Yanma dönemi içerisinde ise kasım, aralık, ocak, şubat ve mart ayları, hava kirliliği açısından en riskli devreyi oluşturmaktadırlar. Bunların dışındaki ekim ve nisan ayları ise ikinci dereceden riskli gözükmektedir. Ayrıca yanma dönemi içerisinde zaman zaman beliren yüksek basınç koşulları, şehrin hava kalitesinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu açıdan yine özellikle sonbahar sonları ve kış ayları risk taşımaktadır. Eskişehir'de kapalı ve sisli günler oranının yarıdan fazlasının kış mevsimine isabet etmesi ve bütünüyle yanma dönemi esas alındığında, bu oranının %95'i aşması, hava kalitesi üzerinde olumsuz tesirler yaratabilmektedir. Çünkü soğuk dönemde düşük olan atmosfer sıcaklığı sis ve kapalılık sebebiyle daha da düşerek yanma olayını hızlandırmaktadır. İklimin rüzgâr elemanı ile ilgili özellikleri ise şehirde havanın doğal yollardan temizlenmesine katkıda bulunabilecek durumda değildir. Aylık ortalama rüzgâr hızı genelde düşük seyretmektedir. Kış ve Kış etrafındaki aylarda da rüzgâr hızı düşük kalmaktadır. Böylece rüzgârın şehrin havasının temizlenmesinde, önemli bir rol üstlenmediği anlaşılmaktadır. Sektörler içerisinde kuzey sektörü yıl boyunca egemen olup kuzey ve kuzeybatı yönlü rüzgârlar daha sık esmektedir. İkinci hakîm sektör ise doğudur. Yanma dönemini ilgilendiren mevsimlerde ise doğu, batı ve kuzeybatı yönlü rüzgârlar önem kazanmaktadır. İlgili yönlerden esen rüzgârlar, düşük hız sebebiyle şehrin hava kalitesinde fazla öneme sahip olmamakla birlikte şehrin alan üzerindeki yayılışında hakîm rüzgâr doğrultusuna uyulması gerekmektedir. Bunun için şehrin bundan sonraki gelişiminde, cadde ve sokakların hakîm rüzgâr doğrultusuna paralel biçimde olmasına dikkat edilmelidir. Eskişehir, gerek yağış rejimi, gerek yağışlı günlerin yıl içerisindeki dağılımı ve gerekse en yüksek yağış miktarının kaydedildiği günler itibarıyla, yanma döneminde avantajlı gözükmektedir. Yağışla ilgili özellikler, şehrin havasının temizlenmesine katkı sağlayabilecek durumdadır. Eskişehir'de hava kirliliği, birinci derecede konutlarda ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara bağlı olduğundan, şehrin havasının temizlenmesine yönelik önlemlerin de bu kapsamda düşünülmesi gerekir. Bu bakımdan 1995 yılı, doğal gaz kullanımı ile birlikte, düşük kalorili ve kükürt oranı yüksek katı yakıtların

yasaklandığı dönemin başlangıcı ve şehrin hava kalitesinde bir dönüm noktasıdır. Bu gün şehirde doğal gaz kullanımının yanında, yıllık ortalama 120 000 ton ithal kömür ve 100 000 ton linyit kullanılmaktadır. Yakıtların kalitesinin iyileştirilmesi ile şehrin hava kalitesi de düzelmiştir. Ancak, şehrin olumsuz iklimik şartlarından dolayı, uzunca bir yanma süresinin varlığı ve düşük rüzgâr hızı göz önünde bulundurulduğunda, hava kalitesinin risk altında olduğu, dolayısıyla hava kirliliği kontrolünün kesintisiz devam ettirilmesi gerçeği de ortadadır (Garipağaoğlu, 2004). 1990'lı yılların ortalarına kadar kış döneminde hava kirliliğinin yüksek seviyelere ulaştığı Eskişehir'de en önemli kirlilik sebebinin sabit kaynaklarda kullanılan yüksek kükürt ve partiküler madde içeren yakıtlar olduğu Var (1966) tarafından da belirtilmiştir. Ayrıca Eskişehir'de hava kirliliği ve meteorolojik parametrelerle ilişkisi de incelenerek, meteorolojik faktörlerin etkileri ortaya konmuştur

Bölgenin **Kırşehir** ve **Yozgat** gibi kentlerinde de kış döneminde özellikle kükürt dioksit konsantrasyonları uzun süre yüksek seyretmiştir. Her iki kentte de kış dönemi kükürt dioksit ortalamaları uzunca bir süre uzun vadeli sınır değeri aşmıştır. 2003-2004 Kış dönemine kadar söz konusu kentlerin kükürt dioksitine bağlı olarak hava kirliliği yaşadıkları anlaşılmaktadır. Kirliliğin yaşandığı dönemlerde adı geçen şehirlerde yeterli hava kirliliği kontrolleri yapılmadığını göstermektedir. Bu şehirlerde de kalitesiz yakıt tüketimi kirliliğin en önemli sebepleri arasında bulunmaktadır. Ayrıca olumsuz topoğrafik koşullar ve uzunca geçen bir kış döneminde yaşanan iklimolojik olumsuzluklar da, hava kirliliğini destekleyici özelliktedirler. Her iki şehirde de ısınma amacıyla soğuk dönemde odun, kömür, kalorifer yakıtı ve doğalgaz gibi yakıtların yanında ayrıca jeotermal enerji kaynağı da kullanılmaktadır. Bunlardan Kırşehir'de konut, iş yeri ve resmî kurumlar olmak üzere toplam 172.953 m²'lik alan jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. Kırşehir ve Yozgat'ta 1996-1997 kış döneminden itibaren kullanılmaya başlayan doğalgaz, kentlerin hava kalitelerinde etkili olmuştur.

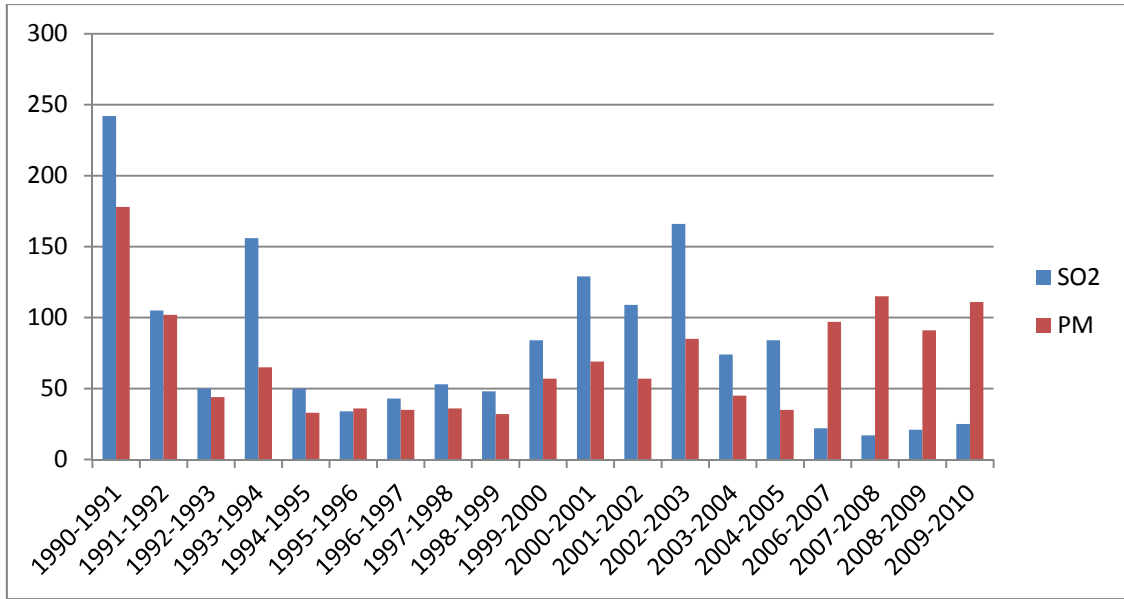
Nevşehir, **Kırıkkale** ve **Niğde** gibi bölge kentleri de bir müddet soğuk dönemde kükürt dioksitine bağlı olarak hava kirliliği yaşamışlardır. Bunlarda Nevşehir ve Niğde'de kış dönemi kükürt dioksit konsantrasyonları 1996-1997'ye kadar yüksek seyretmiştir. İzleyen dönemlerde ise alınan tedbirler sayesinde değerler hızla düşmüştür. Kırıkkale'de ise kükürt dioksit konsantrasyonları 1997-1998 Kış dönemine kadar bir hayli yüksek seyretmiş olup, 2007-2008 'e kadar değerler dalgalı bir gidiş izlemektedir. Kentte kükürt dioksit konsantrasyonları 2007-2008'den itibaren kontrol altına alınmıştır. Diğer kentler gibi bunlarda da hava kirliliğinin temelinde kalitesiz yakıt kullanımı bulunmaktadır. Isınma amacıyla kullanılan yakıtlar arasında doğalgazla birlikte, yerli ve ithal kömür, fuel-oil yer almaktadır. Kükürt dioksitteki son zamanlardaki düşüş doğalgaza bağlı gözükmektedir. Adı geçen şehirlerin hava kaliteleri ayrıca olumsuz fiziki ortam koşullarıyla da ilgili olup, Kırıkkale'de endüstriyel emisyonlar da rol almaktadır.

Karaman ve **Aksaray** gibi yeni il merkezi olan şehirlerde ise hava kalitesi diğer bölge şehirlerinde olduğu gibi başta kalitesiz yakıtların ve ayrıca olumsuz fiziki çevre koşullarının etkisi altında olmakla birlikte, kirleticilerin seyri bakımından henüz düzenli ve yeterli veri bulunmamaktadır. **Çankırı** ise 1990-1992 yılları arasında partiküler maddenin kısmen yüksekliği ile dikkat çekmiştir. Daha sonraki dönemlerde kontrol altına alınan partiküler

madde 2007-2008 yılından itibaren yeniden yükselişe geçmiştir. Şimdilik çok fazla risk oluşturmayan partiküler madde konsantrasyonlarına dikkat edilmelidir.

8.2. Doğu Anadolu Bölgesi

Doğu Anadolu Bölgesi ise nüfus yoğunluğu ve endüstrileşme açısından, önemli bir hava kirliliği potansiyeli taşımamaktadır. Ancak, Türkiye’de karasal iklimin şiddetlendiği tipik bir bölge olması nedeniyle, yanma süresi uzamakta ve yakıt miktarı artmaktadır. Dolayısıyla, olumsuz iklim şartları ve topografik özellikler, bölgede hava kalitesini kontrol etmektedir. Bölge şehirlerinden Erzurum, Elazığ, Malatya, Bingöl ve Erzincan’da bazı yıllar hava kalitesi bozulmuştur. Ayrıca, bölgede şeker, çimento, gübre ve cevher işleme gibi kirleticilik gücü yüksek olan tesisler, bulundukları yerlerde lokal ölçekte kirlilik yaratmaktadırlar. Soğuk dönemin kükürt dioksit ortalamalarına göre, bölge şehirlerinden Erzurum ve Malatya’nın uzun süre kirlenmiş oldukları anlaşılmaktadır. Bu şehirlerden Erzurum’da, dönem başlarında kısa vadeli sınır değerler bir kez aşılmıştır. Malatya’da da buna yaklaşılmıştır. Elazığ, Bingöl ve Erzincan’da ise değerler daha kısa sürede inişe geçmiştir. Bölgede maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da yüksektir. Elazığ, Erzurum, Erzincan, Malatya ve Ağrı’da bazı yıllarda kısa vadeli sınır değeri aşan maksimumlar ölçülmüştür. Özellikle Erzurum’da 1991’de $1135 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1992’de $2177 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 1993’de $1913 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi çok yüksek değerler görülmüştür. Ayrıca Malatya’da da 1990’da $1339 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 1991’de $1430 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gibi yüksek konsantrasyonlar kaydedilmiştir. Aynı dönemin partiküler madde konsantrasyonları da Erzurum başta olmak üzere, Malatya, Elazığ, Bingöl ve Erzincan’da zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü geçmiştir. Elazığ, Erzurum, Malatya ve Erzincan’da maksimum partiküler madde konsantrasyonları bazı yıllarda yükselerek, kısa vadeli sınır değeri aşabilmiştir. Bu şehirlerden yine Erzurum’da $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ’ü aşan maksimumlar (1992’de $1087 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1993’de $1117 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kaydedilmiştir. Erzurum, Malatya ve Elazığ’da kısa vadeli sınır değeri aşan günler sayısı da yüksek olmakla birlikte, son yıllarda kaydedilmemiştir. Özellikle Erzurum’da dönem ortalarına kadar 80 günü bulan değerler görülmektedir. Malatya ve Elazığ’da ise bu günlerin sayısı en fazla 40-50 güne kadar çıkmakla birlikte, son zamanlarda sıfırlanmıştır. Bu durum bölgede havası kirlenmiş olan şehirlerin hava kalitelerinin düzelmekte olduğunu göstermektedir. Belirtilen şehirlerde, kirliliğin temelinde, kalitesiz yakıt kullanımı bulunduğundan, son yıllardaki iyileşmeler de bu yönlü alınan tedbirlerin bir sonucudur.



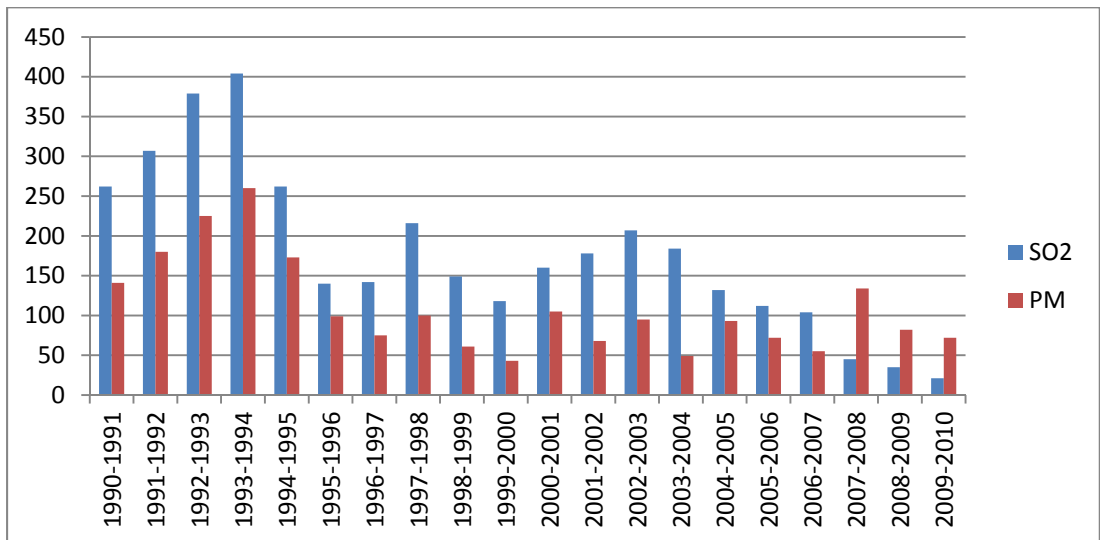
Şekil 57:Elazığ’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Atmosfer kirleticilerine ait veriler, **Elazığ Şehri**’nin havasının bir dönem kirlenmiş olduğunu göstermektedir. Elazığ’ın soğuk döneme ait kükürt dioksit ortalamaları 1992 yılına kadar yüksek seyretmiştir. Daha sonraki yıllarda 1993-1994 kış dönemi haricinde değerler hızla düşmüştür. 2000-2003 yılları arasında yeniden yükselen kış dönemi ortalamaları, izleyen yıllarda kontrol altına alınmıştır. Kış dönemi partiküler madde ortalamaları ise 1990-1992 yıllarında kısmen yükselmiş olmakla birlikte, uzunca bir süre çok düşük değerlerde kalmıştır. Ancak, 2006-2007 kış döneminden itibaren yeniden yükselmeye başlamıştır. Bu durum, son zamanlarda Elazığ’ın hava kalitesinde kükürt dioksitin risk faktörü olmaktan çıktığını, partiküler maddenin önemsenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bölgenin birçok kentinde olduğu gibi Elazığ’da da hava kirliliğinin temel nedeni evsel ısınma alanında kullanılan kalitesiz yakıtlardır. Uluova’nın kuzey kenarında kuzeyden güneye doğru alçalan hafif eğimli bir alana kurulmuş olan şehrin, topoğrafik açıdan yüksek çerçevesi, rüzgâr hızını engelleyerek ayrıca hava kirliliğinde rol almaktadır. Elazığ’daki çimento fabrikasına ait emisyonlarında hava kirliliğinde payı olmakla birlikte, son zamanlarda alınan önlemlerle kirleticilik gücü azaltılmıştır. Bunların dışında, yöredeki bakır işletmeleri ve gübre fabrikası gibi sanayi tesislerinin de yakın çevrelerinde hava kirliliğine sebep oldukları bilinmektedir. Kırımhan (1989) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; şehrin havasında toplanan tozlarda Ca ve SiO₂ bulunması, çimento fabrikası nedeniyle hava kirliliğine yol açmaktadır. Kirlilik oluşturabilecek en önemli kaynaklar çimento, bakır, bikromat ve ferrokrom fabrikalarıdır. Elazığ Çimento Fabrikası toz kirliliğine neden olurken diğerleri daha çok ağır metal kirlenmesine yol açmaktadır.

Elazığ Kentinde 1990-2007 yılları arasında kükürt dioksit ve partiküler madde ölçüm değerlerini esas alan bir araştırmaya göre; 1990-1991 kış döneminde uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Hava kirliliği düzeyindeki düşüş ve artış sürekli olmayıp, hedef sınır değerlerin aşıldığı yıllar arasında bir süreklilik olmadığı görülmektedir. 1990’lı yılların başındaki hava kirliliği dikkate alındığında, sonraki yıllarda hava kirliliğinin daha düşük boyutta olduğu

söylenbilir. 1995-1999 yılları arasında, Elazığ'da hava kirliliği kontrol altında tutulmuş olup, HKKY ve Avrupa Birliği sınır değerlerin aşılmadığı anlaşılmaktadır. Ancak, kükürt dioksit ölçüm değerleri 2000 yılından 2004 yılına ve partiküler maddenin de 2003 yılına kadar sürekli bir artış içerisinde olduğu görülmektedir. Bu durum büyük ölçüde ısınma amaçlı kullanılan yakıtlara bağlı gözükmetedir. 2006-2007 kış döneminde, kükürt dioksit parametresinde oldukça büyük bir iyileşme elde edilmesine rağmen, partiküler madde parametresinde aynı oranda kötüleşme görülmektedir. Atmosferdeki kükürt dioksit emisyonunun tek kaynağı fosil yakıtlardır. Tedbirlerle kontrol altına alınabilmektedir. Partiküler madde ise yanma dışında taşıtlar ve yerden kalkan tozlar gibi kaynaklarda da kaynaklanmaktadır. Partiküler madde kontrolü, kaynak-alıcı ortam ilişkisi kurulmasını ve bilimsel tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. Ayrıca, Elazığ'da hava kirlilik konsantrasyonu ve meteorolojik faktörler arasında lineer ve lineer olmayan analiz sonuçlarına göre orta ve zayıf ölçülerde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Gürtekin, 2008).

Elazığ Şehri'nde hava kirliliğini doğuran nedenler ve kirleticilerin zaman içerisindeki değişimi, Özdemir ve Boyraz (2002) tarafından coğrafi bir yaklaşımla ele alınarak, bazı tespitlerde bulunulmuştur: Elazığ'da hızlı nüfus artışı ve beraberinde ortaya çıkan plansız kentleşmenin doğurduğu sorunlardan birisi de hava kirliliğidir. Kentte hava kirliliği içerisinde yaklaşık olarak evsel ısınma %60, motorlu kara taşıtlar %32, sanayi tesisleri %8'lik paya sahiptir. Kül ve kükürt oranı yüksek, kalorisi düşük kömür ve kalitesiz fuel-oil kullanımının hava kirliliğinde rolleri önemlidir. Elazığ Kenti'nde önemli büyüklükte sanayi tesisi olmamakla birlikte, Elazığ Altınova çimento fabrikası ve şeker fabrikası çevresinde ortaya çıkan lokal kirlilik sorun olmaya devam etmektedir. Ayrıca, Elazığ Ovası'nda sıcaklık terselmesine bağlı olarak 1-5 gün süreyle sınır değerler aşılmaktadır. Elazığ Ovası'nı çevreleyen eşik alanlar üzerinde çok katlı binaların yapılmış olması hava sirkülasyonunu önlemektedir Dolayısıyla ortaya çıkmış olan kirli hava şehir üzerine hapsolmektedir.



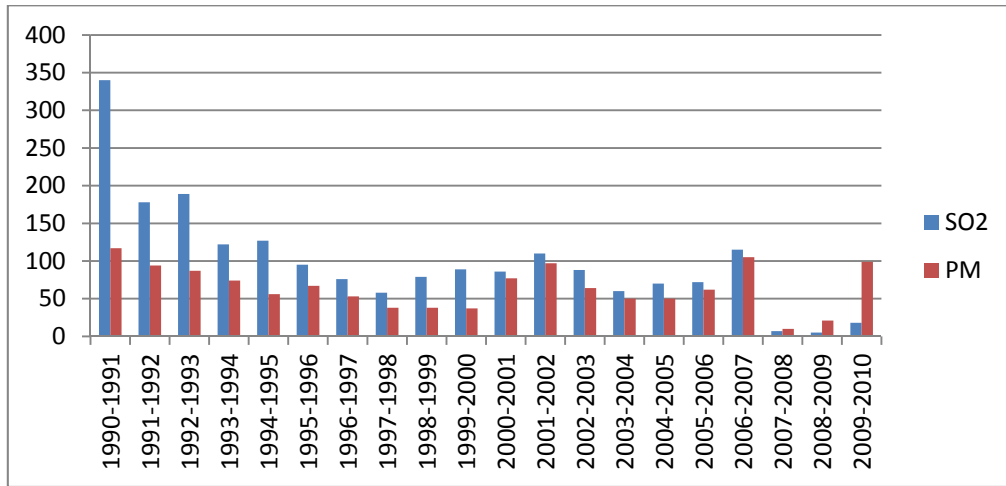
Şekil 58:Erzurum'da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Atmosfır kirleticilerine ait veriler, Doğu Anadolu Bölgesi'nin havası en kirli şehrinin **Erzurum** olduğuna işaret etmektedir. Şehirde soğuk döneme ait kükürt dioksit ve partiküler madde konsantrasyonlarının 1995-1996 Kış dönemine kadar yüksek seyrettiği, daha sonraki dönemlerde partiküler madde kontrol altına alınmakla birlikte, kükürt dioksitte kararlı bir düşüş sağlanamamıştır. Kükürt dioksitin soğuk dönem ortalamaları, 1993-1994 devresinde kısa vadeli sınır değeri de aşarak, şehirde çok yoğun hava kirliliğine sebep olmuştur. Diğer bir çok yılda da uzun vadeli sınır değeri aşılmış, yada bu değerlere çok yaklaşılmıştır. Maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları ise 1990-1993 yılları arasında sürekli olarak $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü aşmıştır. 1992'de $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ünde üzerine çıkmıştır. 2007-2008 kış döneminden itibaren ise kükürt dioksit gerektiği gibi azaltılmış olup, bu sefer de partiküler madde artarak kükürt dioksitin önüne geçmiştir. Partiküler maddeye ait maksimumlar da 1990-1993 yılları arasındaki soğuk dönemlerde $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerine yükselmiştir. 1990-1995 yılları arasında Erzurum'un hava kalitesinde her iki kirletici de etkili olurken, daha sonraki yıllarda kükürt dioksit etkisini devam ettirmiştir. 2007-2008 döneminden itibaren ise partiküler madde tek başına etkili olmaya başlamıştır. Özellikle 2007-2008 kış dönemi partiküler madde ortalamaları, kış dönemi hedef sınır değerini üzerine çıkmıştır. Son zamanlardaki partiküler madde konsantrasyonları çok yüksek olmamakla birlikte, önlem alınmasını gerektirmektedir. Erzurum'un hava kirliliğinin temel nedeni, diğer şehirlerde olduğu gibi ısınma amaçlı kullanılan kalitesiz yakıtlardır. Erzurum'da ısınma maksadıyla daha evvel Aşkale linyiti, Balkaya, kok kömürü, linyit briketi, Şırnak asfaltiti, Tunçbilek linyiti, fuel-oil gibi değişik fosil yakıtlar kullanılmakta idi. Ancak son zamanlarda hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla kül ve kükürt dioksit oranı daha düşük olan Balkaya kömürü ve linyit briketi tercih edilmektedir. Erzurum Kenti'nde yanlış yapılaşma da hava kirliliğinin önemli nedenleri arasındadır. Kent içerisindeki ana caddeler ve geniş yolların çoğu hakîm rüzgâr doğrultusu (WSW-ENE) ile kesişmektedir. Böylece bu durumdaki caddelerin kenarlarındaki yapılar rüzgâr hızını keserek hava kirliliğinde etkili olmaktadır. Bu gibi temel faktörlerin yanı sıra, şehrin olumsuz topografik yapısı ve iklim koşulları da ayrıca rol almaktadır. Şehir Erzurum Ovası'nın güneydoğu kenarında, ova ile Palandöken Dağı'nın birleştiği bir alanda kurulmuştur. Zamanla gelişerek, günümüzde Erzurum Ovası'nın büyük bir bölümünü işgal etmektedir. Erzurum Kenti'nin üzerine yayıldığı ova, Kuzeyde Dumlu Dağları, kuzeybatıda Kop Dağı, güneyde Dumanlı-Palandöken Dağları ile çevrili bir çanak durumundadır. Bu durum yetersiz hava akımına sebep olarak, özellikle şehrin çukur alanlarında yoğun hava kirliliği yaşanmaktadır. Ayrıca, topografyanın diğer bir sonucu olarak durgun havalarda kış döneminde sık sık inversiyon olayı yaşanmakta ve kirli hava uzun bir müddet şehrin üzerinde hapsolmektedir. Doğu Anadolu'nun en yüksek kenti (1830-1980 m) olması nedeniyle de şiddetli karasal bir iklimin hakîmiyeti altındadır. Her şeyden önce 9-9,5 ay gibi uzunca bir yanma süresine sahiptir. Buna ilaveten yanma döneminin önemli bir kısmında sıcaklıklar sıfır derecenin altında bulunmaktadır. Dolayısıyla uzun ve sürekli olan yanma dönemine bağlı olarak şehirde atmosfere gönderilen kirletici miktarı da artmaktadır. Ayrıca soğuk dönemde etkili olan yüksek basınç koşulları ve düşük rüzgâr hızı gibi diğer olumsuz klimatolojik koşullar şehrin hava kalitesinde belirleyici olmaktadır.

Eren ve Turan (2007) tarafından yapılan çalışmada, Erzurum'da ısınma amaçlı fosil yakıt tüketiminden doğal gazla geçiş dönemi ile birlikte hava kalite parametreleri

değerlendirilerek, doğal gaz kullanımının hava kirliliğine etkisi incelenmiştir: Erzurum'da endüstriyel kuruluşların yok denecek kadar az sayıda olması hava kirliliğinin tamamen konutlardan kaynaklanmasına neden olmaktadır. Ayrıca son yıllarda ısınmada kullanılan yakıtların kalitesizliğinden dolayı özellikle kış aylarında Erzurum'da hava kirliliği artmaktadır. Geçmiş yıllarda Erzurum bu özelliği ile Türkiye'de 1. derecede hava kirliliği olan şehirler listesinde yer almakta idi. (Turalıoğlu ve Bayraktar, 2002; Kocadağıstan v.d., 2002). Doğal gaz kullanmaya başlayan abone sayısının 2005 yılı başı itibari ile artmasıyla beraber Erzurum'da ölçülen aylık ortalama SO₂ ve PM değerlerinde kademeli olarak bir azalma görülmüştür. 2005 yılı Aralık ayında Erzurum'da ölçülen SO₂ ve PM değerleri 142 ve 103 µg/m³ 2006 yılı Aralık ayında bu değerler daha da azalarak SO₂ ve PM 140 ve 70 µg/m³ olarak kaydedilmiştir. 2007 ocak ayında SO₂ ve PM değerleri iyice gerileyerek 119 ve 54 µg/m³'e gerilemiştir. 2007 yılı olarak Hava Kalite Kontrol Yönetmeliği'nde verilen sınır değerlerin altına düşmüştür. Doğal gaza geçen abone sayısının artması ile hava kirliliği değerlerindeki azalma 2005-2007 yılları arasında %50'den fazla olmuştur. Ayrıca Erzurum'da 2005-2006 ve 2006-2007 Kış dönemlerinde PM değerlerinde ocak ve şubat aylarında artış görülmüştür. Bunun nedeninin hâlâ doğal gaza geçmeyen konutlarda da kışın en soğuk dönemleri olduğu için fazla yakıt yakılmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Kopar ve Zengin (2009) tarafından yapılan çalışmada ise Erzurum şehrinin çevre sorunlarının başında hava kirliliğinin geldiğine dikkat çekilmektedir. Doğal ve beşerî coğrafya faktörlerinden kaynaklanan kirlilik sorununun 2005-2006 yanma döneminde doğalgaza geçilmesiyle azalma kaydetmesine rağmen, hâlâ insan sağlığını tehdit edici boyutlarda olduğuna vurgu yapılmaktadır. 1990-2008 yılları arasında Erzurum'da kükürt dioksit miktarının 3,7 kat, partiküler madde miktarının ise 4 kat azaldığı tespit edilmiştir. Erzurum'un hava kalitesinin hissedilir bir biçimde düzelmesi, doğalgaza geçiş ve alınan yasal tedbirlere bağlanmıştır.



Şekil 59:Malatya'da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Doğu Anadolu Bölgesi'nde belirli bir dönem hava kirliliği yaşayan kentlerden bir tanesi de **Malatya** dır. Kentte özellikle kükürtdioksit ortalamalarına göre 1995-1996 Kış

dönemine kadar hava kirliliği yaşanmış olup, 1994'e kadar sürekli uzun vadeli sınır değerler aşılmıştır. İzleyen dönemlerde zaman zaman kısmi yükselmeler olsa da genel anlamda kükürt dioksit konsantrasyonları düşmüştür. Partiküler madde kış dönemi ortalamaları başından beri kentin hava kalitesinde önemli bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak, 2009-2010 kış döneminde $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e yaklaşan ani yükselme dikkat çekicidir. Bu verilere bağlı olarak, zaman zaman kirleticilerde yükselmeler görülse de genel anlamda Malatya'nın hava kalitesinde 1995-1996 kış döneminden bu yana bir iyileşmenin olduğu söylenebilir. Hatta, 2007-2009 arasında kirletici göstergeleri tamamen düşerek, kaliteli bir hava durumu belirlemiştir. Malatya'da belirli bir dönem yaşanmış olan hava kirliliği de öncelikle kalitesiz yakıt kullanımı ile ilişkilidir. Ayrıca, şehrin Malatya Havzası'nın orta kesiminde konumlanmış olması ve buna bağlı olarak yetersiz havalanma, kış döneminde yaşanan düşük sıcaklıklar ve yüksek basınç koşulları gibi olumsuz fiziki ortam koşullarından da etkilenmektedir.

1996-1997 Kış dönemine ait günlük kükürt dioksit ve partiküler madde düzeylerine meteorolojik koşulların etkisi, Eğri (1997) tarafından incelenmiştir. Çalışmaya göre, havanın yatay düzlemde hareketini sağlayarak, kirleticilerin seyreltilmesini ve uzaklaştırılmasını sağlayan rüzgâr yeterli hızda esmediği için, olumlu etkileri minimum düzeydedir. Ayrıca, havanın dikey doğrultudaki hareketiyle kirleticilerin atmosferin üst seviyelere taşınarak, karışmasını sağlayan hava akımları da kış dönemindeki yüksek basınç koşullarıyla azalmaktadır.

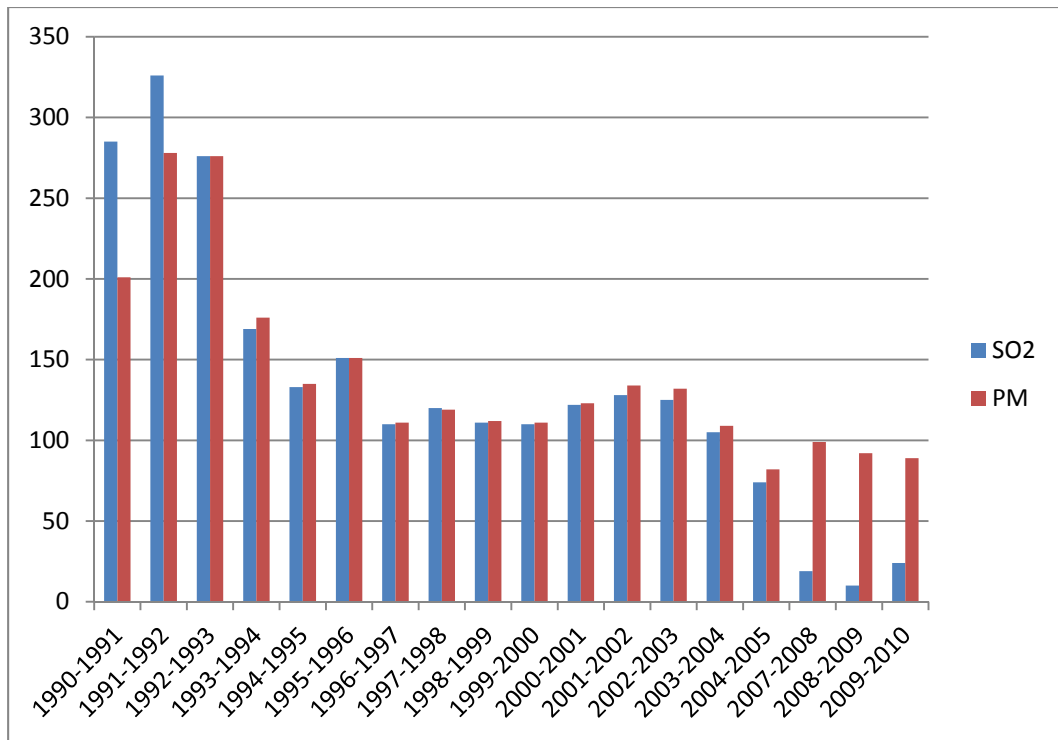
Malatya il merkezinde, konut ve işyerlerinin ısıtılmasında yakıt olarak; ithal kömür, yerli kömür, özel kalorifer yakıtı, motorin, odun, doğalgaz ve LPG kullanılmaktadır. Isınma amaçlı doğalgazın yaygın şekilde kullanımı için çalışmalar sürdürülmektedir. Şehrin yerleşim alanı içerisinde bulunan Tekel Sigara Fabrikası, Seker Fabrikası, Sümer iplik ve Dokuma Fabrikası ve ipaş gibi kuruluşları, üretime dönük yakıttan kaynaklanan baca gazları içerisindeki karbondioksitler, azot oksitler ve kükürt oksitler doğa, hava, su ve toprakta kirlenmelere neden olmaktadır. Malatya'da kullanılan yakıt cinsi, şehrin topografik yapısı, yerleşim yeri ve konumu, meteorolojik şartları ve kış mevsiminin uzunluğu gibi etmenler özellikle hava kirliliğinin oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Şehirde hava kirliliği ile ilgili çalışmalar 1983 yılında başlamış, ancak 1990 yılından itibaren diğer tedbirlerle beraber tüketilen yakıtlarla ilgili bazı kısıtlamalara gidilmiştir. Bu çalışmanın temel noktasını kalorisi yüksek, kükürt oranı düşük kaliteli yakıt temini, yakma sistemlerinin uygun hâle getirilmesi ve yakma tekniğine uyulması oluşturmaktadır (Malatya İli Çevre Durum Raporu,2007).

Bölgenin **Bingöl, Ağrı ve Erzincan** gibi kentleri de özellikle 1990'lı yıllarda zaman zaman hava kirliliği yaşamışlardır. Adı geçen şehirlerde 2000'li yıllarda kirleticiler kontrol altına alınmıştır. Ancak, Ağrı'da son zamanlarda kış dönemi partiküler madde ortalamalarında bir artış gözlenmektedir. Belirtilen kentlerde de hava kirliliğinde birinci derecede kalitesiz yakıt kullanımı etkili olmaktadır. Ayrıca uzun ve sert geçen Kış koşulları ve topoğrafik olumsuzluklar da hava kalitesini belirleyicidir.

Ardahan, Iğdır, Kars, Muş, Bitlis, Hakkâri, Şırnak, Tunceli ve Van gibi şehirlerde ise zaman zaman hava kirliliği yaşandığı bilinmektedir. Ancak, adı geçen kentlerde düzenli ve sürekli kirlilik ölçümleri yapılmadığından, hava kalitesinin zaman içerisindeki seyri bakımından kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

8.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

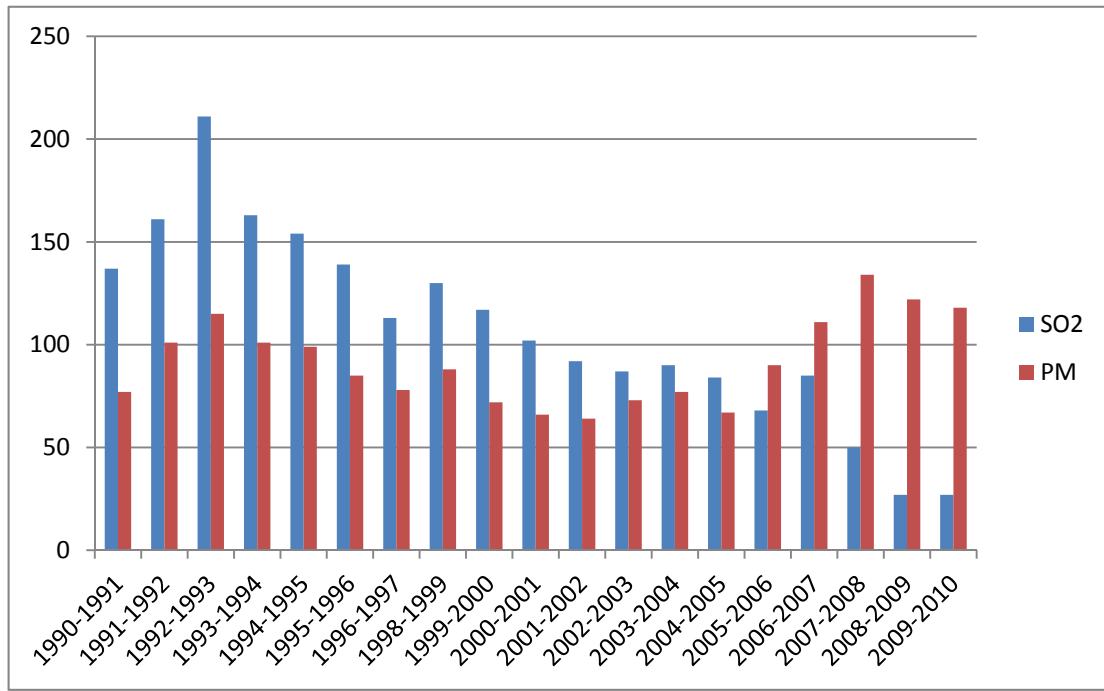
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yanma döneminde sıcaklık şartlarının, diğer iki iç bölgeye nazaran daha olumlu olması, yanmadan kaynaklanan hava kirliliğinin, nispeten daha hafif kalmasına sebep olmaktadır. Ancak, bölgenin bu avantajına rağmen, Diyarbakır, Gaziantep ve Adıyaman gibi şehirlerin atmosferleri kirlenmiştir. Bu şehirlerde, soğuk dönemde kükürt dioksit ortalamaları başta olmak üzere, partiküler madde konsantrasyonları da yükselmiştir. Özellikle Diyarbakır'da her iki kirleticinin de, soğuk dönemde çok yüksek olduğu gözlenmektedir. Uzun süre ortalamalar uzun vadeli sınır değerin üzerinde seyretmiş olup, 2004-2005 Kış dönemine kadar $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altına inmemiştir. Burada kısa vadeli sınır değeri aşan gün sayısı da çok yüksektir. Ancak, bu günlere, 1994-1995'den itibaren rastlanmaması, kirliliğin azalmış olduğunun en önemli göstergesidir. Adıyaman ve Gaziantep'te de Diyarbakır kadar yüksek olmamakla birlikte, çoğu kış dönemi ortalamalarında uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Hatta Adıyaman'ın kirlilik göstergeleri, son zamanlarda Diyarbakır'ın da önüne geçmiştir. Bu şehirlerin atmosferlerinin kirli olması, temelde kalitesiz yakıt kullanımı, çarpık kentleşme ve olumsuz topografik koşullara bağlı bulunmaktadır. Ancak, Diyarbakır ve Gaziantep'te, ayrıca endüstri emisyonlarının da etkili oldukları düşünülmektedir.



Şekil 60:Diyarbakır'da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Yapılan kirlilik ölçümlerine göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin havası en kirli şehri **Diyarbakır** dır. Şehirde Kış dönemine ait gerek kükürt dioksit gerekse partiküler madde konsantrasyonlarının çok yüksek olduğu gözlenmektedir. Özellikle 1990-1993 yılları arasında her iki kirleticinin de kış dönemi ortalamaları, kısa vadeli sınır değerden çok uzak gözükmemektedir. 1994-1996 yılları arasında ise genel olarak uzun vadeli sınır değeri aşmakta, ya da bu sınır değere çok yakın bulunmaktadır. 1996-1997'den itibaren ise kirleticilerin kış dönemi konsantrasyonları uzun vadeli sınır değer altına inmekle birlikte, ilk kez, 2004-2005'den sonra kükürt dioksitte önemli inişler sağlanmıştır. Ancak, kükürt dioksitteki inişe rağmen, partiküler maddede yükselme kaydedilmiştir. Kirleticilerin maksimum konsantrasyonları da 1994 yılına kadar sürekli kısa vadeli sınır değeri aşmıştır. Veriler her ne kadar Diyarbakır'da son zamanlarda hava kalitesinin iyileştiğini gösterse de partiküler maddedeki artış riskin devam ettiğini göstermektedir. Diyarbakır'daki hava kirliliği, kalitesiz yakıt kullanımı, aşırı nüfus artışı gibi beşerî faktörlerin yanında olumsuz topoğrafik ve iklimatik şartlara da bağlılık göstermektedir. Diyarbakır Havzası'nda 650 metre yükseklikte bir plato alanında kurulmuş olan kentin rüzgâr hızı, yüksek bir çerçeve ile engellenmektedir. Ayrıca kış dönemindeki düşük sıcaklıklar ve yüksek basınç koşulları da katkı sağlamaktadır. Kentte hâlâ partiküler madde ortalamalarının bir risk faktörü olması, hava kirliliği kontrolü çalışmalarının yetersiz kaldığına işaret etmektedir.

Bayram ve diğerleri (2006) tarafından yapılan bir araştırmada; Diyarbakır'da son yıllarda kırsal kesimden kent merkezine aşırı göçün getirdiği hızlı nüfus artışı, plansız ve çarpık kentleşme ve nispeten artan sanayileşmenin hava kirliliğini ciddi boyutlara getirdiği görülmektedir. Hâlen, kent merkezinde iki farklı noktada ölçüm yapılmakta, ancak yeni yerleşim bölgeleri açıldığı için mevcut ölçüm noktaları bütün kenti temsil edememektedir. Kentte kullanılmak üzere Aralık 2004'de temin edilen yeni ve donanımlı cihaz ile yapılacak ölçümler ile bu sorunun nispeten giderileceği, cihaza eklenebilecek ek donanım ile NO_x ve O₃ ölçümlerinin de yapılabileceği belirtilmektedir. Hava kirliliğinin kaynaklarına bakıldığında, özellikle kış aylarında ısınma amaçlı kullanılan katı ve sıvı yakıtların standartlara uymadığı, bu yakıtların satış ve dağıtımının yeterince denetlenemediği, bazı sosyal kuruluşlarının da yardım amacıyla 2004'te kentte dar gelirli vatandaşlara kirlilik oranı yüksek kömürleri dağıttığı anlaşılmaktadır. Trafikten kaynaklanan hava kirliliği de kentte ciddi sorun oluşturmakta ve yeterince denetlenememektedir. Trafikten kaynaklanan kirliliği değerlendirmek için taşıt egzozlarında iki adet cihazla CO, NO_x, SO₂ ve HC emisyonuna bakılmakta ise de denetimlerin yeterince etkili olamadığı, standartlara uymayan araçlara yaptırım uygulanamazken, kent trafiğine çevre il ve ilçelerden giren araçlar üzerinde yeterli bir kontrol oluşturulamadığı bildirilmektedir. Sanayiden kaynaklanan hava kirliliğinin ise Diyarbakır'da nispeten daha az sorun oluşturduğu anlaşılmaktadır. Kentte hava kirliliğinin geldiği mevcut duruma bakıldığında, yıllık SO₂ ve PM konsantrasyonlarının 2000-2001 yıllarında 110µg/m³ civarında seyrettiği, 2002'de bu değerlerin yükseldiği, 2003 yılında bir miktar düşme eğilimi gösterdiği, 2004 yılı verilerine bakıldığında ise ocak ayında SO₂ ve PM değerlerinin sırayla 134 ve 137 µg/m³ düzeylerine çıktığı, aralıkta ise SO₂'nin 115 µg/m³, PM'nin de 120µg/m³ seviyelerinde seyrettiği görülmektedir. Dolayısıyla gelinen noktanın Türkiye Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliğinin belirlediği hedef sınır değerlerinin ve WHO değerlerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

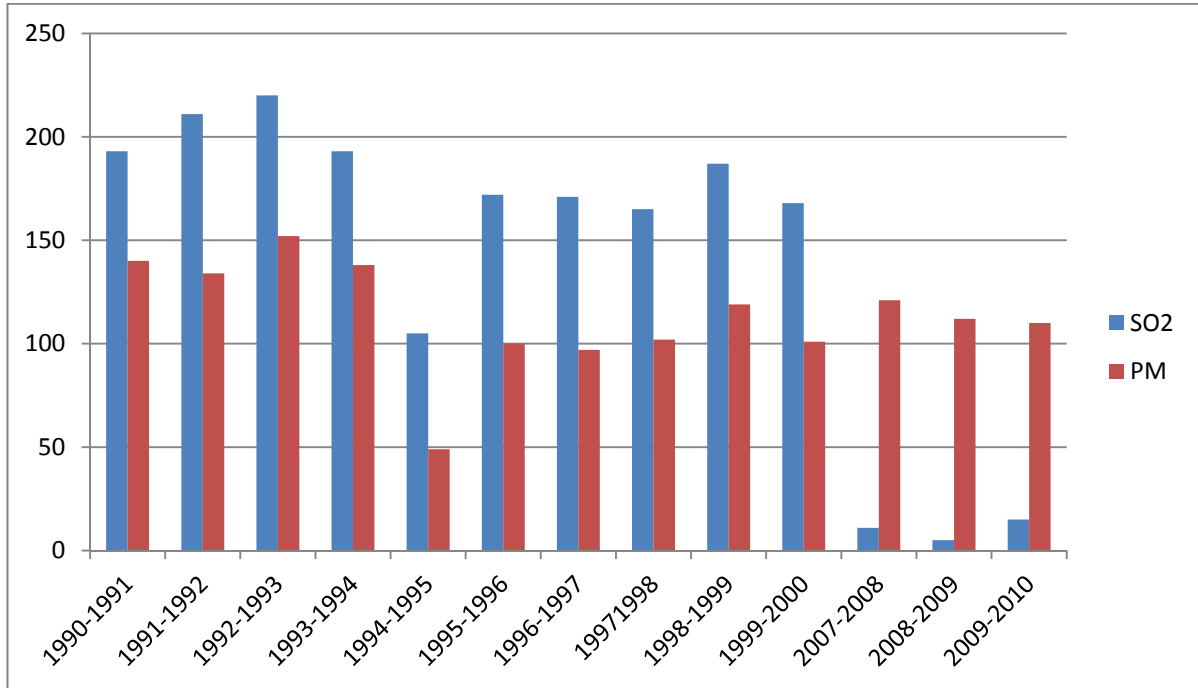


Şekil 61:Gaziantep’de Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Bölgenin en büyük metropolü olan **Gaziantep**’te de 1990-200 yılları arasında özellikle kükürt dioksit'e bağlı olarak soğuk dönemde hava kirliliği yaşanmıştır. 1995- 1996 Kış dönemine kadar şehirde kükürt dioksit ortalamaları uzun vadeli sınır değeri aşmıştır. Daha sonraki yıllarda düşerek, özellikle 2007-2008’den sonra tamamen kontrol altına alınmıştır. Kış dönemi partiküler madde konsantrasyonları, 2005-2006 devresine kadar sürekli kükürt dioksit ortalamalarının gerisinde kalarak, hava kalitesinde önemli bir sorun yaratmamıştır. Ancak, belirtilen devreden itibaren artarak, kükürt dioksitin önüne geçmiş ve kentin hava kalitesinde sorun yaratmaya başlamıştır. Partiküle madde oranındaki artış, kentte hava kalitesi kontrol çalışmalarının henüz yeterli düzeyde olmadığına işaret etmektedir.

Gaziantep’te hava kirliliği-yakıt arasındaki ilişkiler İl Çevre Durum Raporunda değerlendirilmiştir: Kentte konut ve işyerlerinin ısıtılmasında yakıt olarak kömür, odun, özel kalorifer yakıtı, kal-yak, motorin, LPG kullanılmaktadır. Bunun yanında çok az miktarda zeytin çekirdeğinden elde edilen zeytin çeltik odunu da kullanılmaktadır. Şehirde doğalgaz çalışmaları 2004 yılında başlamış olup, 2006 yılında sanayi bölgesinde doğal gaz kullanmaya başlanmıştır. Meskenlerde ise doğal gaz altyapı çalışmaları devam etmekle birlikte Karşıyaka -Merve şehir bölgesine doğalgaz Kasım 2007 yılında verilmeye başlanmıştır. 2008 yılı sonunda da şehrin yeni yerleşim alanları Atatürk Mah. Ve Batıkent Mahallesi (LPG) Doğalgaz verilmiş meskenlerde kullanılmaya başlanmıştır. Diğer mahallelerde ise altyapı çalışmaları %50-60 oranında tamamlanmıştır. Kentte endüstriyel emisyon kirliliği yaratan kuruluşların %60’ı Doğal gaz kullanmaya başlaması nedeni ile kirlilik oranı azalmıştır. Endüstriyel kirliliğe neden olan kuruluşlar Çimento Fabrikası, lastik kaplamacılar, kurşun izabeciler ve şehir merkezi dışındaki kireç ocakları ve mercimek imalathaneleridir. Sanayide bulunan lastik kaplamacılar ve kurşun izabeciler sık sık denetlenmesi neticesinde kontrol

altına alınmıştır. Şehir yerleşim alanı içinde kalan çimento fabrikası . 1998 yılında taktırılan yeni elektro filtre sayesinde kirlilik önlenmiştir. (Gaziantep İli Çevre Durum Raporu, 2009.)



Şekil 62:Adıyaman’da Kış dönemine (ekim-mart arası) Ait Kükürt dioksit (SO₂) ve Partiküler Madde Konsantrasyonları (µg/m³) (1990-2010)

Adıyaman Havzası’nda yer alan **Adıyaman Kenti**’nde, soğuk döneme ait kükürt dioksit ortalamaları, 1994-1995 yılı haricinde, 2000 yılına kadar sürekli olarak uzun vadeli sınır değerin üzerinde bulunmaktadır. 2000-2008 yılları arasında veri eksikliği olduğundan, bu dönem için bir şey söylemek mümkün değildir. 2007-2010 yılları arasında kış dönemi kükürt dioksit ortalamalarında hızlı bir düşüş sağlanarak, kontrol altına alınmıştır. Partiküler madde ortalamaları ise 1994-1995 Kış dönemine kadar kükürt dioksitten daha düşük olmak kaydıyla, ikinci dereceden risk oluşturmaktadır. Bu tarihten sonra partiküler madde konsantrasyonlarında düşüşler meydana gelmiştir. 2007-2008 Kış dönemiyle birlikte yeniden artışa geçerek, kükürt dioksitin üzerine çıkmıştır. Bu veriler, Adıyaman’ın hava kalitesinin önceleri kükürt dioksitine bağlı olarak bozulduğunu, son yıllarda ise partiküler maddenin etkili olmaya başladığını göstermektedir. Güneydoğu Toros yayı ile kuzeyden çevrili olan şehir,zaman zaman yetersiz havalanma durumu yaşamaktadır. Ayrıca olumsuz meteorolojik koşullarında etkisi vardır. Ancak şehrin hava kirliliği, daha çok ısınma amaçlı tüketilen kalitesiz yakıtlara bağlılık göstermektedir.

Adıyaman Şehri’nin hava kalitesi, İl Çevre Durum Raporunda da değerlendirilmiştir. Rapora göre, Adıyaman’da ısınmak için genellikle odun, kömür, sıvı kalorifer yakıtı kullanılmakta ve ekonomik durumu iyi olmayan aileler tezek yakmaktadır. Şehirde daha çok kömür yakılmaktadır. Kentte havayı kirletecek sanayi tesisleri bulunmamaktadır. Hava kirliliğine neden olan en önemli tesis çimento fabrikası olup, fabrikanın şehir dışında olması ve elektro filtre kullanmasından dolayı hava kirliliğine etkisi bulunmamaktadır. Şehirde

partiküler madde emisyonu, özellikle katı yakıtlı yakma tesislerinden kaynaklanmaktadır. (Adıyaman İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Uygulamalar

- 1) Şehirlerin hava kalitei incelenmeli ve kirliliğin arttığı zamanlarda görülmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Sivas Kentinin hava kalitesi üzerinde topografik yapısının ne gibi etkileri vardır? Araştırınız.
- 2) Erzurum Kentine ait kükürt dioksit ve partiküler madde ortalamalarını gösteren grafiğı inceleyerek yorumlayınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

İç Anadolu Bölgesi'nde uzun süre hava kirliliğini yaşamış olan şehirler; Ankara, Kayseri, Sivas, Konya, Eskişehir, Nevşehir, Kırıkkale, Kırşehir ve Yozgat'dır. Özellikle Sivas ve Konya'da, 1990-1991 kış döneminde, kükürt dioksit ortalaması uzun vadeli sınır değeri aşmış olup, uzun süre yüksek seyretmiştir. Yine bölge şehirlerinden Sivas başta olmak üzere, Kayseri, Konya, Ankara ve Yozgat'ta, bazı yıllarda, kış döneminde partiküler madde ortalamaları $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ulaşmıştır.

Doğu Anadolu Bölgesi şehirlerinden Erzurum, Elazığ, Malatya, Bingöl ve Erzincan'da bazı yıllar hava kalitesi bozulmuştur. Ayrıca, bölgede şeker, çimento, gübre ve cevher işleme gibi kirletici gücü yüksek olan tesisler, bulundukları yerlerde lokal ölçekte kirlilik yaratmaktadırlar. Soğuk dönemin kükürt dioksit ortalamalarına göre, bölge şehirlerinden Erzurum ve Malatya'nın uzun süre kirlenmiş oldukları anlaşılmaktadır. Bu şehirlerden Erzurum'da, dönem başlarında kısa vadeli sınır değerler bir kez aşılmıştır. Malatya'da da buna yaklaşılmıştır. Elazığ, Bingöl ve Erzincan'da ise değerler daha kısa sürede kontrol edilebilmiştir. Bölgede maksimum kükürt dioksit konsantrasyonları da yüksektir. Elazığ, Erzurum, Erzincan, Malatya ve Ağrı'da bazı yıllarda kısa vadeli sınır değeri aşan maksimumlar ölçülmüştür. partiküler madde konsantrasyonları ise Erzurum başta olmak üzere, Malatya, Elazığ, Bingöl ve Erzincan'da zaman zaman $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ü geçmiştir. Elazığ, Erzurum, Malatya ve Erzincan'da maksimum partiküler madde konsantrasyonları bazı yıllarda yükselerek, kısa vadeli sınır değeri aşabilmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Diyarbakır, Gaziantep ve Adıyaman gibi şehirlerin atmosferleri kirlenmiştir. Bu şehirlerde, soğuk dönemde kükürt dioksit ortalamaları başta olmak üzere, partiküler madde konsantrasyonları da yükselmiştir. Özellikle Diyarbakır'da her iki kirleticinin de, soğuk dönemde çok yüksek olduğu gözlenmektedir. Adıyaman ve Gaziantep'te de Diyarbakır kadar yüksek olmamakla birlikte, çoğu kış dönemi ortalamalarında uzun vadeli sınır değeri aşılmıştır. Hatta Adıyaman'ın kirlilik göstergeleri, son zamanlarda Diyarbakır'ın da önüne geçmiştir. Bu şehirlerin atmosferlerinin kirli olması, temelde kalitesiz yakıt kullanımı, çarpık kentleşme ve olumsuz topografik koşullara bağlı bulunmaktadır. Ancak, Diyarbakır ve Gaziantep'te ayrıca endüstri emisyonlarının da etkili oldukları düşünülmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

İç Anadolu Bölgesi'nde **Ankara**, uzun süre hava kirliliğini yaşayarak, uzun süre gündemde kalmış olup, **Kayseri, Sivas, Konya, Eskişehir, Nevşehir, Kırıkkale, Kırşehir, Yozgat** gibi merkezler de zaman zaman yoğun ölçülerde hava kirliliğine maruz kalmışlardır.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Konya Kenti'nin hava kirleticilerine ait veriler incelendiğinde, başlangıçta Kentin havasında partiküler maddenin birinci derecede olduğu, son zamanlarda bu durumun kükürt dioksit lehine döndüğü anlaşılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Doğu Anadolu Bölgesi, nüfus yoğunluğu ve endüstrileşme açısından, önemli bir hava kirliliği potansiyeli taşımamaktadır. Ancak, Türkiye'de karasal iklimin şiddetlendiği tipik bir bölge olması nedeniyle, yanma süresi uzamakta ve yakıt miktarı artmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde, **Ardahan, Iğdır, Kars, Muş, Bitlis, Hakkâri, Şırnak, Tunceli ve Van** gibi şehirlerde, zaman zaman hava kirliliği yaşandığı bilinmektedir. Ancak, düzenli ve sürekli kirlilik ölçümleri yapılmadığından, hava kalitesinin zaman içerisindeki seyri bakımından kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde **Gaziantep Kenti'nde**, evsel ısınma amaçlı katı yakıt kullanılması nedeniyle henüz hava kirleticilerde bir düşüş sağlanamamıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Atmosfer kirleticilerine ait veriler, **Sivas'ın** hava kalitesinde uzunca bir süre önemli bozulmanın olduğunu göstermekte olup, özellikle 1990-1994 yılları arasında, ciddi anlamda hava kirliliği sorunu ile karşılaşmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Atmosfer kirleticilerine ait veriler, Doğu Anadolu Bölgesi'nin havası en kirli şehrinin **Erzurum** olduğuna işaret etmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Doğu Anadolu Bölgesi kentlerinden **Elazığ'ın** soğuk döneme ait kükürt dioksit ortalamaları, 2000 yılına kadar yüksek seyretmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Yapılan kirlilik ölçümlerine göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin havası en kirli şehirini, **Adıyaman** oluşturmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yanma döneminde sıcaklık şartlarının, diğer iki iç bölgeye nazaran daha olumlu olması, yanmadan kaynaklanan hava kirliliğinin, nispeten daha hafif kalmasına sebep olmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)b, 3)a, 4)a, 5)b, 6)a, 7)a, 8)b, 9)b, 10)a

9. SUYUN EKOLOJİK AÇIDAN ÖNEMİ VE SORUNLARI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

9.1 Su Ekosisteminin Genel Özellikleri

9.2. Su Ekosisteminin Sorunları

9.2.1. Su Kirliliği

9.2.2. Su Kirleticileri

9.2.2.1. Zehirli Kirleticiler

9.2.2.2. Partiküler Madde Özelliğindeki Kirleticiler

9.2.2.3. Sıcaklık Kirlenmesi

9.2.2.4. Yağ Hâlindeki Kirleticiler

9.3. Su Kalitesi Kontrolü Ve Kirliliğin Önlenmesi

9.4. Türkiye'nin Su Potansiyeli

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Su ekosistemi nedir?
- 2) Su kirliliğini tanımlayınız.
- 3) Türkiye su potansiyeli açısından nasıl bir yerde bulunmaktadır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Su Ekosistemi	Su ekosistemini, fiziksel, kimyasal özellikleri ve biyolojik aktivitesi ile kavramak	Su ekosistemi anlamak ve öğrenmek
Su Kirliliği ve Su Kirleticiler	Su kirliliğini tanımlamak ve kirleticileri etkileriyle birlikte değerlendirmek	Su kirliliğini tanımlamak ve kirleticileri etkileriyle birlikte değerlendirmek
Su Yönetimi ve Su Potansiyeli	Türkiye'nin su potansiyelini belirleyerek, dünyadaki yerini algılamak ve su yönetiminin önemini kavramak	Türkiye'nin su potansiyelini belirleyerek, su yönetiminin önemini kavramak

Anahtar Kavramlar

- Su ekosistemi
- Su kirliliği
- Su kirleticiler
- Su yönetimi
- Su potansiyeli

Giriş

Su ekosistemleri arasında birçok farklılık olmakla birlikte, suyun özelliklerinden kaynaklanan ortak yönleri de vardır. Bu bakımdan suyun sıcaklık kapasitesi son derece önemlidir. Suyun yüksek spesifik sıcaklığı nedeniyle, su ortamlarında sıcaklık değişimleri için karaya nazaran daha fazla enerji alınır yada verilir. Bu durum, su ortamlarında, sıcaklık değişimlerini baskılamıştır. Bu duruma bağlı olarak su ekosistemlerinde sıcaklık, yatay doğrultuda fazla değişiklik göstermez. Düşey doğrultudaki değişim ise karaya nazaran daha yavaş seyreder.

Su iyi bir taşıyıcı olduğu kadar, aynı zamanda iyi bir çözücüdür. Dolayısıyla, henüz yağmur damlaları hâlinde iken, atmosferden bazı gazları emer. Kara yüzeyinde ve yerin içinden geçerken de birçok mineral ve organik madde yük olarak suya karışır. Suyun taşıdığı yük içerisindeki maddeler, asılı, koloidal, partikül şeklinde, veya çözünmüş olarak bulunur. Yakın zamana kadar, su kirliliği araştırmaları, sağlık açısından değerlendirilmiştir. Günümüzde ise yalnızca sağlık yönünden değil, kaynakların korunması ve en uygun şekilde kullanım yollarının araştırılması açısından da yaklaşılmaktadır.

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarında kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarınınboşaltılmasını ifade etmektedir.

Türkiye, bulunduğu coğrafi bölgede, su miktarı açısından yeterli bir ülke olarak gözükmese de, özellikle kişi başına kullanılabilir su potansiyeline göre durum bir hayli farklıdır. Türkiye’de günümüzde kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli, yılda 1735 m³/yıl civarındadır. Türkiye’nin kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı, diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su zengini olmayan ülkeler arasında olduğu görülmektedir. Aynı değer komşumuz Irak’ta 2020, Batı Avrupa’da 5 000 m³, Afrika’da 7 000, Güney Amerika’da ise 23 000 m³tür.

9.1. Su Ekosisteminin Genel Özellikleri

Yeryüzündeki, bataklık, göl, akarsu, deniz ve okyanus gibi su ortamları, içlerinde barındırdıkları, karşılıklı ilişki içerisinde oldukları, bitki ve hayvan toplulukları ile birlikte akvatik ekosistemleri oluştururlar. Su ekosistemlerinin en genişini, denizel ekosistemler meydana getirmekte olup, yaklaşık yeryüzünün %71 kadarını kaplar. Böylece, en büyük ekolojik mekan birimini oluşturur. Bilindiği gibi dünya su varlığının %80 kadarı deniz ve okyanus çanaklarında toplanmıştır.

Su ekosistemleri arasında birçok farklılık olmakla birlikte, suyun özelliklerinden kaynaklanan ortak yönleri de vardır. Bu bakımdan suyun sıcaklık kapasitesi son derece önemlidir. Suyun yüksek spesifik sıcaklığı nedeniyle, su ortamlarında sıcaklık değişimleri için karaya nazaran daha fazla enerji alınır yada verilir. Bu durum, su ortamlarında, sıcaklık değişimlerini baskılamıştır. Bu duruma bağlı olarak su ekosistemlerinde sıcaklık, yatay doğrultuda fazla değişiklik göstermez. Düşey doğrultudaki değişim ise karaya nazaran daha yavaş seyreder.

Suyun kimyasal yapısını oluşturan su molekülü, bir hidrojen, iki oksijen atomundan (H_2O) oluşmaktadır. Bu atomlar, özel bir yapı ile birbirlerine bağlanmış olup, oksijen atomu, merkezde, hidrojen atomları ise 105° lik açı oluşturacak şekilde yer alırlar. Bu molekül yapısı içerisinde negatif yüklü oksijen iyonu, pozitif yüklü hidrojen iyonlarını çekerek, gerek su moleküllerinin birbirlerine ve gerekse diğer maddelere bağlanmasını sağlar. Dolayısıyla su, kendisinden daha zayıf atomik bağlarla birbirlerine bağlanmış birçok maddenin çözüldüğü bir ortamdır. Ancak, kendisinden daha güçlü atomik bağa sahip olan ağır metaller ve petrol türevleri, su ortamında çözülmezler. Ayrıca suyun molekül yapısındaki asimetri, $4^\circ C$ de en yüksek yoğunluğa ve en küçük hacme sahip olmasını sağlamıştır. Su donduğunda ise yeniden hacmi genişlemekte ve yoğunluğu düşmektedir.

Bu durum, su kütlelerindeki düşey yönlü hareketlerin sağlanmasında ve dolayısıyla, yaşamın devamında son derece önemlidir. Su ortamındaki akıntıların hızı da atmosfer dolaşımına göre daha yavaştır. Yoğunluk ve sıcaklık farkı olan sular, birbirleri ile karışmayarak, farklı ortam koşullarına sahip olurlar. Su ortamında çözünmüş maddelerin konsantrasyonları da ortam şartlarına bağlı olarak farklılık gösterir. Genel olarak, deniz ve okyanus suları hafif alkalidir. Ancak, turbalık sahalar ve subarktik bataklıkların suları, kuvvetli asit olduğundan, canlı hayatını sınırlandırmaktadır (Erinç, 1984).

Su ışığın derinlere iletilmesini engellediğinden, fotosentez için gerekli olan ışık ancak belli bir derinliğe kadar sokulabilmektedir. Dolayısıyla, fotosentez de ışığın sokulabildiği zonda meydana gelmektedir. Deniz suyu, çözünmüş olarak organik, inorganik madde ve gazlar içermektedir. Deniz suyunda çözünmüş olan inorganiklerin yaklaşık %85'ini sodyumklorür oluşturur. Deniz suyunda ayrıca bazı radyoaktif maddelerle bazı ağır elementler de yer alır ki, bunların su ekosisteminde olumsuz etkileri vardır. Ancak, bunlar iz elementlerdir (strontium sülfat, demir, çinko, molibden, vs.).

Deniz ve okyanus sularında meydana gelen düşey hareketler, alt ve üst su tabakaları arasında gazların ve besin maddelerinin karışmasını sağlayarak, derinlerde de hayata imkân vermektedir. Fakat iç denizler ve göller, böyle bir dinamik hareketten yoksun oldukları için, özellikle yaşam için gerekli olan oksijen derinlere taşınmaz. Dolayısıyla derinlerde sadece anaerobik bakteriler yaşar. Bunlar dekompoze olarak, hidrojen sülfür gazı üretirler ve diğer canlıların yaşam alanlarını sınırlandırır.

Deniz ve okyanuslarda, ekosistemlerin özelliklerini belirleyen ışık şiddeti, çözünmüş gazlar, tuzlar, organik madde miktarı bakımından yatay doğrultuda bazı farklar vardır. Ancak, bu farklılıklar, düşey doğrultuda daha önemli ölçüde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, deniz ve okyanuslarda, ekolojik açıdan farklı mekan birimleri ve bu mekanlara karşılık gelen ekosistemler, esas olarak derinliğe bağlıdır (Erinç, 1984).

9.2. Su Ekosisteminin Sorunları

9.2.1. Su Kirliliği

Esasında, temiz ve kirli suyun tanımını yapmak çokta kolay değildir. Çünkü, temiz su, saf su olmayacağı gibi doğal olarak kirlenmiş sular da vardır. Su kirliliği tanımlarından birine göre; çeşitli nedenlerle suya sonradan bazı maddelerin karışması sonucunda doğal ilksel kalitesinin ve bileşiminin olumsuz yönde değişmesi ve bozulması olayıdır (Erinç, 1984). Bir başka tanıma göre de su kirlenmesi, su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin herhangi bir kullanma şeklini engelleyecek derecede bozulmasıdır. Kirlenme her zaman mutlaka kullanılmış su deşarjından kaynaklanmaz. Kirlenme bir su yatağına her hangi bir kirleticinin fazla miktarda girmesi sonucunda ortaya çıkan bir durumdur (Karpuzcu, 1991).

Su iyi bir taşıyıcı olduğu kadar, aynı zamanda iyi bir çözücüdür. Dolayısıyla, henüz yağmur damlaları hâlinde iken, atmosferden bazı gazları emer. Kara yüzeyinde ve yerin içinden geçerken de birçok mineral ve organik madde yük olarak suya karışır. Suyun taşıdığı yük içerisindeki maddeler, asılı, koloidal, partikül şeklinde, veya çözünmüş olarak bulunur. Yakın zamana kadar, su kirliliği araştırmaları, sağlık açısından değerlendirilmiştir. Günümüzde ise yalnızca sağlık yönünden değil, kaynakların korunması ve en uygun şekilde kullanım yollarının araştırılması açısından da yaklaşılmaktadır.

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarında kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarınınboşaltılmasını ifade etmektedir (SKKY, 2004).

9.2.2. Su Kirleticileri

Su kirleticileri, kökenlerine ve şekline göre çok farklı maddelerden oluşabilmektedir. Bunların bir kısmı, organik kökenli olduğu gibi bir kısmı da inorganiktir. Bir kısmı, parçacık hâlinde, bir kısmı da sıvı ve gaz hâlinindedir.

Günümüzde, su kirleticilerin ana kaynakları, özellikle evsel kullanılmış sularla, sanayi alanına ait olan sıvı atıklardır. Ayrıca su havzalarındaki tarım alanlarından taşınan sulama suyu sızıntıları, katı atık boşaltılması ve erozyonla taşınan malzeme gibi kaynaklarda önemlidir. Herhangi bir kirleticinin, belirli bir ortama vereceği zarar, içinde bulunduğu kullanılmış suyun, miktarına, özelliklerine ve alıcı su ortamının hacmine ve diğer özelliklerine bağlı gözükmetedir.

9.2.2.1. Zehirli Kirleticiler

Ağır metaller, bazı pestisitler ve radyoaktif maddelerden herhangi birisi veya bir kaç karışmış oldukları suları kirletirler. Kirlenmiş olan bu sular, alıcı ortamlara verildiğinde, su ortamında yaşayan canlılar üzerinde zehirleyici etki yaratarak, toplu balık ölümlerine neden olmaktadır. Zehirleyici özelliği olan kirleticiler, su ortamındaki besin zincirinde birikerek, artan konsantrasyonlar şeklinde organizmalar arası taşınabilmektedirler. Arsenik ve civa bu maddelere örnektir. Su ortamındaki zehirlenme olayı uzun süre sonunda anlaşılabilir. Düşük zehirlenme özelliği olan kirleticilerin depolanmasına veya kronik zehirlenmeye bağlı olarak, birçok türün zehirlenerek, azaldıkları da bilinmektedir.

9.2.2.2. Partiküler Madde Özelliğindeki Kirleticiler

Bunlar, suya sonradan karışan her türlü parçacık hâlindeki kirleticileri kapsamaktadır. Bu gruba giren kirleticiler, köken olarak, organik olabilecekleri gibi inorganik de olabilmektedirler. Katı maddeler, su kalitesini bozdukları gibi baraj, göl ve limanları doldurarak, verimliliklerini azaltmak, bulanıklığı artırarak, fotosentez aktivitesini düşürmek, verimli ziraat alanlarında millenme yaratmak, Sudan gerektiği gibi yaralanma imkânını sınırlandırmak gibi bir çok olumsuz etki de yaratırlar. Zehirli kirleticiler de katı maddelerle birlikte su ortamına taşınabilmektedir. Aynı şekilde bakteri, virüs gibi canlı organik maddelerin de su ortamına katıldıkları görülmektedir. Organik maddelerin çökmesiyle zamanla ayrışma ve çürüme meydana gelerek, taban, oksijensiz bir ortam durumuna gelmekte ve H_2S , CO_2 , CH_4 gibi zehirli gazlar oluşabilmektedir. Su ortamına giren organik maddelerin fazla olması durumunda mevcut oksijenin tamamı kullanılarak, ortam tamamen oksijensizleşmekte ve ekolojik denge bozulmaktadır. Organik maddelerin çoğu zaman besin değeri yüksek olan azot ve fosfor bileşiklerini birlikte taşımaları, su ortamında mikroorganizmaların çoğalmasına neden olur. Organik kirlenme tabandaki canlı türlerini ve tür sayısını da değiştirir. Askıdaki katı maddeler, suyun bulanıklık derecesini arttırarak, ışığın sokulma derinliğini azaltmakta ve çözünmüş oksijen miktarını düşürmektedir.

9.2.2.3. Sıcaklık Kirlenmesi

Su ortamındaki sıcaklık belli etkenlerin tesiriyle artmaktadır. Bu hususta, öncelikle, termik santraller olmak üzere, çok çeşitli sanayi kuruluşlarının soğutma sularının deşarj edilmesi önem taşımaktadır. Sıcaklık değişimleri ise su ekosistemini etkilemektedir. Su ekosisteminde yaşayan canlıların yaşayabildiği bir sıcaklık aralığı vardır. Eşik değerlerin aşılması ve ani sıcaklık değişimlerinden canlılar olumsuz şekilde etkilenirler. Su ortamındaki doğal süreçler, sıcaklık tarafından düzenlenir. Örneğin; kimyasal reaksiyon hızı, sıcaklık yükseldikçe artar. Sıcaklık yükseldikçe gazların çözünürlüğü azalır ve organik maddelerin ayrışma hızı sıcaklıkla artar. Sıcaklık artışı, bakterilerin çoğalma hızlarını da artırır

9.2.2.4. Yağ Hâlindeki Kirleticiler

Genellikle Petro-kimya sanayi, rafineri ve tanker kazalarından kaynaklanan yağlar, su yüzeyini kaplamaktadır. Yağların su ekosistemine bir çok olumsuz etkileri vardır: Canlıların üzerine sıvanabilmekte, su ortamına atmosferden oksijen girmesini engellemekte, yağların bir kısmı doğrudan zehirleyici etki yapabilmekte, yenen deniz canlılarının et kalitesini bozmaktadır.

9.3. Su Kalitesi Kontrolü ve Kirliliğin Önlenmesi

Günümüzde su ortamlarının artarak, kirlenmesi, önemli sorunlardan biri hâline gelmiştir. Hatta su kirliliği sorunu, yalnızca su ekosistemine bağlı kalmayıp, döngü çerçevesinde hava ve toprakla da ilişkilidir. Dolayısıyla mevcut su kaynaklarının korunması ve kirlilik kontrolü çalışmaları da ekosistemler arası döngü göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Bu tür çalışmalarda öncelikle içme kullanma suyu ihtiyacının karşılanması üzerinde durulur. Daha sonra, kullanılmış sulara ait sorunların tespiti ve çözümü gelir.

Su ihtiyacının karşılanmasında, kaynak seçimi çok önemlidir. Bu hususta; kalite, miktar ve maliyet belirleyici faktörlerdir. Seçilecek kaynakta, su miktarının yeterli olması ve kalitesinin kabul edilebilir değerlerde bulunması gerekir.

Yerleşme alanlarına dağıtılan suların kullanıldıktan sonra uygun bir şekilde toplanarak, ortama zararsız hâle getirilmeleri de kirliliğin önlenmesinde çok önemli bir aşamadır. Zamanla şehir nüfusunun artışı, ortam sorunlarının boyutunu da genişlettiğinden, geçmişte ham olarak alıcı ortamlara verilen kullanılmış suların tasfiye edilmesini zorunlu kılmıştır.

Su kalitesi kontrolünde, öncelikle, gerekli standartların oluşturulması için, su kaynağının hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi gerekir. Daha sonra kriterler ve standartlar belirlenir ve yasal düzenlemeler yapılır.

Su kalitesi yönetiminde; mevcut kirlenmenin azaltılması ve yeni kirlenmelere engel olunması, iki önemli yoldur. Su kalitesi yönetimi ile ilgili; alıcı ortam standardı ve deşarj standardı olmak üzere iki tip standart vardır.

9.4. Türkiye'nin Su Potansiyeli

Türkiye'nin yıllık ortalama yağışı 643 mm olup, hacimsel olarak bu değer 501 km³ suya denktir (tablo 20). Türkiye koşullarında yağışın %37'si akışa geçmektedir. Bu durumda, yağışın 274 km³'ü toprak-bitki-su yüzeyleri sisteminden buharlaşarak atmosfere geri dönmekte, 41 km³'ü yer altı su depolarını beslemekte, 186,05 km³'ünün ise akarsular aracılığı ile deniz, göl ve kapalı havzalara boşalım için akışa geçtiği kabul edilmektedir (DSİ, 1997).

Tablo 20: Türkiye'nin Yer Altı ve Yer Üstü Su Kaynakları Potansiyeli (DSİ, 1999)

Yıllık ortalama yağış: 643,0 mm
Toplam yağış: 501,0 km ³ = 1 milyar m ³
Yüzey su potansiyeli, km ³ Yer altı su potansiyeli, km ³ 41,3
Yıllık akış 186.05 Çekilebilir yıllık su potansiyeli 12.3
Yıllık akışın toplam yağışa oranı 0.37 Geliştirilen potansiyel 9.0
Kullanılabilir yüzey su potansiyeli 95.00 Fiili yıllık tüketim 31.49

Bu potansiyelin 95 km³'ü ekonomik olarak geliştirilebilir niteliktedir (Tekinel, 1999). Havzabazında yapılan çalışmalarla güvenle çekilebilecek yer altı suyu potansiyelinin 12,3 km³ dolayında olduğu saptanmıştır (DSİ, 1999). Bu durumda, Türkiye'nin yıllık kullanılabilir yer altı ve yer üstü su potansiyeli toplamı 107,3 km³'tür. Bu değer, yenilenebilir su potansiyelinin %45,85'ine denktir. Günümüze dek kullanılabilir potansiyelin sadece %37,74'ü geliştirilerek, kullanıma sunulmuştur. Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü kaynaklar vasıtasıyla yer üstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece Türkiye'nin brüt yer üstü suyu potansiyeli 193 (158+28+7) milyar m³ olmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 41 milyar m³ de dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³'tür.

Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yer üstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m³'dür. Yer altı suyu potansiyeli ise 12 milyar m³ olarak hesaplanmaktadır. Bu durumda, tüketilebilir yüzey ve yer altı suyu potansiyeli yılda ortalama toplam 110 milyar m³ olmaktadır (Eroğlu ve diğ, 2003).

Bilindiği üzere, Türkiye'de 26 tane su havzası bulunmaktadır. Havzaların toplam yıllık akış miktarı 186 milyar m³ olup bu akışın yaklaşık yarısı beş havzada (Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya) bulunmaktadır. Bu beş havza dışındaki 21 havza,

toplam su akışının geri kalan yarısını paylaşmaktadır. Sadece Fırat ve Dicle havzalarının payı toplam akışın %30'unu bulmaktadır. Dolayısıyla, suların havzalara göre dağılımında bir dengesizlik görülmektedir (tablo 21).

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık 1/3'ünü teşkil eden 28,05 milyon hektarlık ekilebilir arazinin, 25,85 milyon hektarlık kısmı teknik olarak sulanabilir araziden oluşmaktadır. Bu arazilerin sulanmasının önündeki tek engel su eksikliğidir. Günümüzde sulanan alan yaklaşık 4,6 milyon hektar olmasına rağmen, Meriç, Gediz, Büyük ve Küçük Menderes, Kızılırmak, Sakarya, Asi gibi havzalarda su eksikliği belirmiştir. Gelecekte bu havzalarda yeni sulama alanları açılması durumunda, su eksikliği daha da artacaktır.

Türkiye, bulunduğu coğrafi bölgede, su miktarı açısından yeterli bir ülke olarak gözükmese de, özellikle kişi başına kullanılabilir su potansiyeline göre durum bir hayli farklıdır. Uluslararası ölçütlere göre kişi başına 10 000 m³ su düşmekte ise o ülke su zengini; miktar, 3000-10.000 m³ arasında ise yeterli suyu olan ülke; kişi başına kullanılabilir su miktarı 1000- 3000 m³ arasında ise su sıkıntısı olan ülke olarak tanımlanmakta; miktar 1000 m³'ün altında ise su fakiri sayılmaktadır (Göğüş, 2003). Türkiye'de günümüzde kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli, yılda 1735 m³/yıl civarındadır. Türkiye'nin kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı, diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su zengini olmayan ülkeler arasında olduğu görülmektedir. Aynı değer komşumuz Irak'ta 2020, Batı Avrupa'da 5 000 m³, Afrika'da 7 000, Güney Amerika'da ise 23 000 m³'tür.

Dolayısıyla Türkiye, Dünya ortalaması olan 7 600 m³'den çok uzakta bulunmaktadır (tablo 22). Türkiye nüfusunun 2025 yılında 88,9 milyon olması ve dolayısıyla, kişi başına teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir su miktarının da 1.237 m³'e düşmesi beklenmektedir. Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynaklarını çok iyi koruyup, akılcı kullanması gerekmektedir. Sanıldığı gibi aksine, Türkiye su zengini bir ülke olmayıp yakın gelecekte su sorunları yaşamaya aday bir ülkedir.

Türkiye su potansiyelinde, sınır aşan akarsularında önemli bir yeri vardır. Bu havzaların Türkiye topraklarından kaynaklanan yıllık ortalama su potansiyelleri; Meriç-Ergene Havzası 1,33 milyar m³, Asi Havzası 1,17 milyar m³, Çoruh Havzası 6,30 milyar m³, Aras Havzası 4,63 milyar m³, Dicle Havzası 21,33 milyar m³, Fırat Havzası 31,61 milyar m³ olmak üzere toplam 66,37 milyar m³ olmaktadır. Bu miktar Türkiye'nin toplam brüt su potansiyeli olan 186 milyar m³'ün yaklaşık % 36 sına karşılık gelmektedir. Buradan anlaşılacağı gibi sınır aşan sular, Türkiye'nin jeopolitik durumuyla da bağlantılı olarak, büyük bir önem taşımaktadır. DSİ ve su kaynaklarından sorumlu olan bazı kamu kurum ve kuruluşlarının 2002 yılı başı itibarıyla geliştirdikleri projeler sonucu Türkiye'de çeşitli amaçlara yönelik su tüketimi 6,0 km³'ü yer altı suyundan, 33,3 km³'ü ise yüzey suyundan olmak üzere 39,3 milyar m³'e ulaşmıştır. Bu suyun 29,3 milyar m³'ü (%75) sulama; 5,8 milyar m³'ü (%15) içme-kullanma suyu, 4,2 milyar m³'ü (%10) ise endüstri suyu ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır.

Tablo 21: Türkiye’de Su Potansiyeli’nin ve Tarım Alanlarının Havzalara Göre Dağılımı

Havza No	Havza Adı	Yağış Alanı Km ²	Yıllık Ort. Akım(10 ⁶ m ³)	Yıllık Ort.Akış (mm)	YıllıkOrt. Debi(m ³ /s)	Tarım Alanı (ha)	Sulanabilir Alan (ha)
1	Meriç-Ergene Havzası	14.560	1,33	83,8	38,5	1.095.320	1.077.992
2	Marmara Havzası	24.100	8,33	334,0	255,2	865.704	729.957
3	Susurluk Havzası	22.399	5,43	213,8	161,0	850.046	755.394
4	Kuzey Ege Havzası	10.003	2,90	231,4	66,2	367.479	316.348
5	Gediz Havzası	18.000	1,95	107,5	58,6	667.207	623.403
6	Küçük Menderes Havzası	6.907	1,19	157,7	35,8	222.437	194.799
7	Büyük Menderes Havzası	24.976	3,03	122,9	97,1	1.044.296	907.383
8	Batı Akdeniz Havzası	20.953	8,93	448,8	321,1	437.356	406.601
9	Antalya Havzası	19.577	11,06	728,1	335,1	451.224	448.111
10	Burdur Kapalı Havzası	6.374	0,50	51,3	14,3	251.403	249.484
11	Akarçay Havzası	7.605	0,49	52,5	14,0	364.411	359.938
12	Sakarya Havzası	58.160	6,40	105,3	188,7	2.814.341	2.681.137
13	Batı Karadeniz Havzası	29.598	9,93	337,9	317,9	855.008	640.557
14	Yeşilırmak Havzası	36.114	5,80	159,4	182,8	1.617.206	1.401.213
15	Kızılırmak Havzası	78.180	6,48	79,2	197,4	4.049.796	3.761.142
16	Konya Kapalı Havzası.	53.850	4,52	85,5	154,2	2.182.762	2.134.915
17	Doğu Akdeniz Havzası	22.048	11,07	448,8	345,7	438.281	327.790
18	Seyhan Havzası	20.450	8,01	349,2	229,5	764.673	714.014
19	Asi Havzası	7.796	1,17	152,5	37,0	376.240	331.719
20	Ceyhan Havzası	21.982	7,18	333,1	224,0	779.792	713.670
21	Fırat Havzası	127.304	31,61	261,4	992,3	4.293.793	4.111.316
22	Doğu Karadeniz Havzası	24.077	14,90	684,3	521,3	712.575	350.717
23	Çoruh Havzası	19.872	6,30	330,3	208,3	326.220	303.362
24	Aras Havzası	27.548	4,63	171,3	149,8	642.017	641.137
25	Van Kapalı Havzası	19.405	2,39	171,8	82,9	436.485	433.319
26	Dicle Havzası	57.614	21,33	428,3	700,8	1.148.238	1.137.628
	TOPLAM	779.452	186,05		5929,3	28.054.310	25.753.586

Kaynak: DSİ, 1999-2005

Kullanılmakta olan bu suyun içinde yer altı suyundan temin edilen imkânlarla 2,1 km³ su sulamada, 1,9 km³ içme-kullanma suyunda ve 2,0 km³ su da endüstri amaçlı kullanımlarda tüketilmektedir. Türkiye’de yıl içerisinde, mevsimlere göre değişen yağış-akış ilişkileri, yıllar arasında da büyük farklılıklar gösterdiğinden, suyun zamana ve miktara bağlı olarak değişen ihtiyaçların karşılanması amacıyla yönetimi de önem taşımaktadır. Yaz döneminde su ihtiyacı, maksimum seviyede iken, doğal su katkısı, minimum seviyeye düşmektedir. Ayrıca, yaklaşık her 15 yılda bir, periyodik olarak yaşanan kuraklık da önemli sorunlara neden

olmakta ve kurak dönemler için su rezervine yönelik projelere ihtiyaç duyulmaktadır. Suya dayalı kalkınma projelerinde yatırımların gecikmesi sosyal ve demografik sorunları da beraberinde getirmektedir. Türkiye nüfusunun son zamanlarda metropoller başta olmak üzere, büyük kentlerde toplanmış olması, aynı zamanda bu şehirlerin içme-kullanma suyu ve enerji ihtiyaçlarını da arttırdığından, yapılacak olan altyapı yatırım maliyetleri de artmaktadır(Turan, 2002).

Tablo 22: Bazı Ülkelerde ve Türkiye’de Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Potansiyeli (m³)

Irak	2.020
Lübnan	1.300
Suriye	1.200
Asya Ortalaması.	3.000
Batı Avrupa Ortalaması	5.000
Afrika Ortalaması	7.000
Güney Amerika Ortalaması	23.000
Dünya Ortalaması	7.000
TÜRKİYE	1.735

Kaynak: DPT, 2001

Bayazıt ve diğerleri (2002) tarafından yapılan bir çalışmada; Türkiye akarsularında son 25-70 yıllık dönemde gözlenen akımların analizi, bazı bölgelerde yıllık ortalama akımlar, taşkınlar ve düşük akımlarda anlamlı bir azalma eğilimi bulunduğu belirtilmiştir. Bu bakımdan, daha ziyade, Trakya, Batı, Güney ve Orta Anadolu öne çıkmaktadır. EİE tarafından yapılan çalışmada bu bölgelere ek olarak gösterilen Güneydoğu Anadolu’daki ortalama akımlarda bulunan azalma trendi bu çalışmada görülmemiştir. Türkiye akarsularının akım özelliklerinde, Trakya, Batı, Güney ve Orta bölgelerde anlamlı bir azalma izlenmektedir. Bu azalma, yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarda da, daha küçük oranlarda olsa da, mevcuttur. Bu durumun, su yapılarının planlama ve işletme çalışmalarında dikkate alınması gerekmektedir. Türkiye, günümüzde kişi başına su tüketim miktarı ile su potansiyeli kendisine yeten bir ülke olmakla birlikte, artan nüfus nedeniyle kişi başına su kullanım miktarı da artmaktadır. Ayrıca, zamanla sanayi ve sulama projelerindeki gelişmeler de su tüketimini arttırmaktadır. Bu gelişmeler, gelecekte ihtiyaç duyulan suyun sağlanmasında sorun yaratabilecektir. Özellikle su sorunu bakımından, zirai kapasitesi yüksek olan havzalar dikkat çekicidir. Daha fazla sulama yapılan bu havzalarda gelecekte daha önemli su sıkıntılarının yaşanması beklenmektedir.

Türkiye’de ekonomik olarak sulanabilir arazi miktarı 8,5 milyon hektar olarak kabul edilmektedir. Ancak ekonomik olarak sulanabilir alan kavramı büyük ölçüde yüzey sulamalarına atıfta bulunan ve ürünler arası ekonomik farklılıkları dikkate almayan bir tanımdır. Sulama tarımın en hızlı gelişen teknolojilerinden birisidir. Her geçen gün daha az masraf ve suyla sulama yapma imkânı sağlayan teknolojiler geliştirilmektedir. Yakın bir gelecekte sulanabilir alanla ilgili tek belirleyici ölçüt havza veya sulama alanındaki su miktarı olacaktır. Bu nedenle yeni sulama alanları projelendirilirken suyu daha tasarruflu kullanan

yöntemler tercih edilmelidir. Türkiye'nin su kaynakları, toprak potansiyeline göre oldukça sınırlı olduğundan, su, bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktör sayılmaktadır. Türkiye'de zamanla toplam su kullanımında bir artış olmakla birlikte, sektörler göre kullanım oranlarında önemli bir değişiklik yaşanmamıştır. Böylece, daima tarım sektörünün başta olduğu, bunu sırasıyla kentsel alan ve endüstriyel alanın izlediği anlaşılmaktadır (tablo 23-24).

Tablo 23: Yıllara Göre Su Kaynaklarının Kullanım Durumu (DPT, 2001-DSİ, 2005)

Alanlara Göre Su Kullanımı (km ³)
Toplam
Su Kullanımı Su Potansiyeli Sulama Kentsel Tüketim Endüstriyel Tüketim

Yıllar	(km ³)	(%)	(km ³)	(%)	(km ³)	(%)	(km ³)	(%)
1990	30.6	28	22.016	72	5.141	17	3.443	11
1992	31.6	29	22.939	73	5.195	16	3.466	11
1998	38.9	35	29.200	75	5.700	15	4.000	10
2000	42.0	38	31.500	75	6.400	15	4.100	10
2004	40.1	36	29.600	74	6.200	15	4.300	11

Tablo 24: Türkiye'de Su Kullanımının Sektörel Dağılımı (2003-2030) (milyar m³)

Dönemler	2003	2030
Sulama	29.6	72
İçme Suyu	6.2	18
Sanayi	4	22
Toplam	40.1	112

Kaynak: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Uygulamalar

1) Türkiye'nin su potansiyelini deęerlendirip kiři bařına dūřen su miktarı incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Türkiye'nin su potansiyelini havzalara göre araştırınız.
- 2) Türkiye'nin kişi başına düşen kullanılabilir su varlığını bulunduğu coğrafyada değerlendiriniz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yeryüzündeki, bataklık, göl, akarsu, deniz ve okyanus gibi su ortamları, içlerinde barındırdıkları, karşılıklı ilişki içerisinde oldukları, bitki ve hayvan toplulukları ile birlikte akvatik ekosistemleri oluştururlar.

Su iyi bir taşıyıcı olduğu kadar, aynı zamanda iyi bir çözücüdür. Dolayısıyla, henüz yağmur damlaları hâlinde iken, atmosferden bazı gazları emer. Kara yüzeyinde ve yerin içinden geçerken de birçok mineral ve organik madde yük olarak suya karışır. Suyun taşıdığı yük içerisindeki maddeler, asılı, koloidal, partikül şeklinde, veya çözünmüş olarak bulunur. Yakın zamana kadar, su kirliliği araştırmaları, sağlık açısından değerlendirilmiştir. Günümüzde ise yalnızca sağlık yönünden değil, kaynakların korunması ve en uygun şekilde kullanım yollarının araştırılması açısından da yaklaşılmaktadır.

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarında kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarınınboşaltılmasını ifade etmektedir.

Su kirleticileri, kökenlerine ve şekline göre çok farklı maddelerden oluşabilmektedir. Bunların bir kısmı, organik kökenli olduğu gibi bir kısmı da inorganiktir. Bir kısmı, parçacık hâlinde, bir kısmı da sıvı ve gaz hâlinindedir.

Su kalitesi kontrolünde, öncelikle, gerekli standartların oluşturulması için, su kaynağının hangi amaçla kullanılacağını bilmesi gerekir. Daha sonra kriterler ve standartlar belirlenir ve yasal düzenlemeler yapılır.

Türkiye'nin yıllık ortalama yağışı 643 mm olup, hacimsel olarak bu değer 501 km³ suya denktir. Türkiye koşullarında yağışın %37'si akışa geçmektedir. Bu durumda, yağışın 274 km³'ü toprak-bitki-su yüzeyleri sisteminden buharlaşarak atmosfere geri dönmekte, 41 km³'ü yer altı su depolarını beslemekte, 186,05 km³'ünün ise akarsular aracılığı ile deniz, göl ve kapalı havzalara boşalım için akışa geçtiği kabul edilmektedir.

Türkiye, bulunduğu coğrafi bölgede, su miktarı açısından yeterli bir ülke olarak gözükmese de, özellikle kişi başına kullanılabilir su potansiyeline göre durum bir hayli farklıdır. Türkiye'de günümüzde kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli, yılda 1735 m³/yıl civarındadır. Türkiye'nin kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı, diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su zengini olmayan ülkeler arasında olduğu görülmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Suyun kimyasal yapısını oluşturan su molekülü, bir hidrojen, iki oksijen atomundan (H_2O) oluşmaktadır. Bu atomlar, özel bir yapı ile birbirlerine bağlanmış olup, oksijen atomu, merkezde, hidrojen atomları ise 105° lik açı oluşturacak şekilde bulunurlar.

a) Doğru

b) Yanlış

2. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Zehirleyici özelliği olan kirleticiler, su ortamındaki besin zincirinde birikerek, artan konsantrasyonlar şeklinde organizmalar arası taşınabilmektedirler. Arsenik ve civa bu maddelere örnektir.

a) Doğru

b) Yanlış

3. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Organik maddelerin çökmesiyle zamanla ayrışma ve çürüme meydana gelerek, taban, oksijensiz bir ortam durumuna gelmekte ve H_2S , CO_2 , CH_4 gibi zehirli gazlar oluşabilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

4. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye'nin kişi başına düşen kullanılabilir su varlığı, diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında, su zengini olan ülkeler arasında olduğunu göstermektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

5. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye'de zamanla sektörlere göre su kullanım oranlarında önemli bir değişiklik yaşanarak, kentsel alan birinci sıraya, endüstriyel alan ikinci sıraya, tarım sektörü üçüncü sıraya yerleşmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

6. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Su ışığın derinlere iletilmesini engellediğinden, fotosentez için gerekli olan ışıık ancak belli bir derinliğe kadar sokulabilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

7. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Katı maddeler, su kalitesini bozdukları gibi baraj, göl ve limanları doldurarak, verimliliklerini azaltmak, bulanıklığı arttırarak, fotosentez aktivitesini düşürmek, verimli ziraat alanlarında millenme yaratmak, Sudan gerektiği gibi yarananma imkânını sınırlandırmak gibi bir çok olumsuz etki de yaratırlar.

a) Doğru

b) Yanlış

8. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de tarım arazilerinin hepsi, teknik olarak sulanabilir nitelik taşımaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

9. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’nin su kaynakları, toprak potansiyeline göre oldukça sınırlı olduğundan, su, bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktör sayılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

10. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Sıcaklık yükseldikçe gazların çözünabilirliği artar ve organik maddelerin ayrışma hızı sıcaklıkla azalır.

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)a, 4)b, 5)b, 6)a, 7)a, 8)b, 9)a, 10)b

10. TÜRKİYE’DE SU KALİTESİ VE KİRLİLİĞİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

10.1. Türkiye Akarsuları'nda Kirlilik

10.1.1. Meriç-Ergene Havzası

10.1.1. Meriç-Ergene Havzası

10.1.3.Susurluk Havzası

10.1.4. Kuzey Ege Havzası

10.1.5.Gediz Havzası

10.1.6.Küçük Menderes Havzası

10.1.7.Büyük Menderes Havzası

10.1.8. Batı Akdeniz Ve Antalya Havzası

10.1.9. Antalya Havzası

10.1.10. Seyhan Havzası

10.1.11Ceyhan Havzası

10.1.12.Asi Havzası

10.1.13. Fırat Ve Dicle Havzaları

10.1.14. Konya Kapalı Havzası

10.1.15.Doğu Karadeniz Havzası

10.1.16.Çoruh Havzası

10.1.17.Yeşilırmak Havzası

10.1.18.Kızılırmak Havzası

10.1.19.Batı Karadeniz Havzası

10.1.20.Sakarya Havzası

10.1.21.Van Gölü Kapalı Havzası

10.1.22.Aras Havzası

10.1.23.Burdur Kapalı Havzası

10.1.24. Akarçay Havzası

10.1.25. Doğu Akdeniz Havzası

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye kaç su havzasına ayrılmıştır? Araştırınız.
- 2) Türkiye su havzalarında ne gibi sorunlarla karşılaşmaktadır?
- 3) İçinde yaşadığınız yerleşme hangi su havzası içerisinde kalmaktadır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye Su Havzalarında Kirlilik	Türkiye’yi ana su havzalarına ayırarak, coğrafi potansiyellerini tanımak	Türkiye’yi ana su havzalarına ayırarak, coğrafi potansiyellerini tanımak ve irdelemek
Türkiye Su Havzalarında Kirlilik	Türkiye’nin ana su havzalarının sorunlarını değerlendirmek	Türkiye’nin ana su havzalarının kirlilik sorunlarını değerlendirmek

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Su kirliliği
- Su havzaları

Giriş

Türkiye’de su kirliliği konusu Haliç, İzmir ve İzmit Körfezleri’nin kirlenmesi ile gündeme gelmiş, bunu diğer akarsular, göller ve denizlerdeki kirlilik sorunları izlemiştir. Türkiye su kalitesinde birçok faktör gibi tuz konsantrasyonu da belirleyici olmakla birlikte, önemli bir sorun oluşturmamaktadır. Buna göre, Türkiye su kaynaklarının çok büyük bir bölümü, FAO su kalitesi sınıflandırma sistemine göre, tuzsuz olarak nitelendirilmektedir. Başka bir ifade ile bu kaynaklar, pek çok toprak ve bitki için kullanılabilirler. Buna karşın Ergene Nehri, Büyük Menderes Nehri, Banaz Çayı, Porsuk Çayı, Sakarya Nehri, Karanlık Dere, Asi Nehri ve Oltu Suyu gibi akarsular, ikinci sınıf-az tuzlu gruba dahıl olmaktadır. Kızılırmak Nehri suyu ise 2,4 dS/m’lik yıllık ortalama tuzluluk değeri ile en tuzlu suya sahip ve üçüncü sınıf-orta tuzludur.

Türkiye’de nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, tarımsal ilaçlar ve gübrelere bağlı olarak akarsu, göl ve denizlerde su kirliliği hızla artmaktadır. Akarsular içinde en fazla kirlenmiş olanlar arasında, Ergene, Meriç, Susurluk ve kolu olan Nilüfer, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes, Sakarya Nehri ve kolları (Porsuk Çayı, Ankara Çayı ve Çark Suyu) gösterilebilir. Bu bölümde, Türkiye’nin akarsu havzaları, su kalitelerine ve kaliteyi etkileyen kirleticiler ve kirletici kaynaklarına göre değerlendirilecektir.

10.1. Türkiye Akarsuları'nda Kirlilik

Türkiye'de su kirliliği konusu Haliç, İzmir ve İzmit Körfezleri'nin kirlenmesi ile gündeme gelmiş, bunu diğer akarsular, göller ve denizlerdeki kirlilik sorunları izlemiştir. Su kirliliği, insan etkileri sonucunda, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır.

Bu çerçevede, bir yanda suyun kalitesi, diğer yanda ise bu kaliteye bağlı olarak çeşitli kullanımlara yönlendirilecek su potansiyeli büyük önem taşımaktadır. Türkiye su kalitesinde birçok faktör gibi tuz konsantrasyonu da belirleyici olmakla birlikte, önemli bir sorun oluşturmamaktadır.

Türkiye su kaynaklarının tuzluluk incelemeleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Çalışmalardan, yaklaşık 69 adet nehirle ilgili sonuç elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluk değerlerine göre, nehirlerin %85,5'i 0,7 ds/m'den düşük tuzluluğa, %13'ü 0,7-2,0 ds/m arasında ve %15'i de 2,0 ds/m'den yüksek tuzluluğa sahip olduğu anlaşılmaktadır (Yurtseven, 1997).

Buna göre, Türkiye su kaynaklarının çok büyük bir bölümü, FAO su kalitesi sınıflandırma sistemine göre, tuzsuz olarak nitelendirilmektedir. Başka bir ifade ile bu kaynaklar, pek çok toprak ve bitki için kullanılabilirler. Buna karşın Ergene Nehri, Büyük Menderes Nehri, Banaz Çayı, Porsuk Çayı, Sakarya Nehri, Karanlık Dere, Asi Nehri ve Oltu Suyu gibi akarsular, ikinci sınıf-az tuzlu gruba dahıl olmaktadır. Kızılırmak Nehri suyu ise 2,4 dS/m'lik yıllık ortalama tuzluluk değeri ile en tuzlu suya sahip ve üçüncü sınıf-orta tuzludur (Kendirli ve Benli, 2001).

Ancak, genel olarak, Kızılırmak Havzası'nda yer alan Kızılırmak Nehri ve Karanlık Dere dışında, Türkiye akarsularında önemli bir tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Bunların büyük bir çoğunluğunda gerek yıllık, gerekse mevsimlik bazda ortalama tuzluluklar 0,7 dS/m'in altındadır. Bu kalitedeki suların ise sulamada genelde sorunsuz olarak kullanılması olasıdır (Kanber-e-kütüphâne imo.org.tr.).

10.1.1. Meriç-Ergene Havzası

Meriç-Ergene Havzası Trakya'da yaklaşık 14 560 km²'lik bir alanın sularını direne etmektedir. Yıllık ortalama yağış potansiyeli 9,318 milyar m³ ve yıllık ortalama debisi, 1,33 milyar m³ tür. Bunlardan Meriç Nehri'nin Türkiye sınırları içerisindeki uzunluğu, yaklaşık 211 km dir. Rodop Kütlesi'nin kenarını boylayan Meriç Nehri, Bir süre Türkiye- Yunanistan sınırını çizdikten sonra, Edirne yakınlarında, Tunca ve Arda Nehirleri'ni alır. Karaağaç'tan sonra, yeniden Türkiye-Yunanistan sınırını oluşturur. İpsala kuzeybatısında Ergene Nehri ile birleştikten sonra, güneybatıya doğru yoluna devam ederek, Enez güneyinde Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. 281 km uzunlukta olan Ergene Nehri'nin kollarını Çorlu Deresi, Hayrabolu Deresi, İnece Deresi, Süloğlu Deresi, Lüleburgaz Deresi, Babaeski Deresi gibi akarsular oluşturmaktadır. Havzanın hakîm sanayi kollarını, gıda ve tekstil sanayi oluşturmaktadır.

En önemli alıcı ortam ise Ergene Nehri ve kollarıdır. Ergene Nehri, Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi'nin tekstil, makina ve sanayi tesislerinin arıtılmadan deşarj edilen atık suları, bunun yanında Çorlu'da faaliyet gösteren çeşitli fabrikaların atıkları ve Çerkezköy, Uzunköprü ve Kırklareli gibi yerleşim yerlerinin evsel atık suları tarafından kirletilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre Ergene Nehri IV. Sınıf çok kirli akarsu kategorisinde bulunmaktadır. Ergene nehriyle birleşen, Meriç, Lalapaşa ve Edirne'nin evsel atık suları ile yöredeki sanayi tesislerinin atık sularını alan Meriç Nehri de IV. Sınıf çok kirli akarsu kategorisine girmektedir (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu 47, 2001).

Meriç-Ergene Havzası'nda yapılmış olan çalışmaların sonuçlarına göre, istasyonların bulunduğu nehir sularında kirlenme eğilimi tespit edilmiştir. Bu kirlilik, evsel atıkların yanı sıra söz konusu bölgelerde bulunan yoğun sanayi kuruluşlarından gelen endüstriyel atıklardan da kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu bölgelerde yapılan zirai faaliyetlere dayalı sulamalarla ilgili akarsu kirliliği de görülmektedir. Örneğin; Meriç Havzası'nın Ergene Nehrine deşarj edilen atık sular, sanayi ve tarım kökenlidir. Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren endüstrilerin büyük çoğunluğunun atık sularının Ergene Nehri'nin bir kolu olan Çorlu Deresi'ne deşarj edildiği belirtilmektedir. Çorlu ve Çerkezköy ilçelerinde hızla gelişen sanayi, Çorlu Deresi ve Ergene Nehri'nde olağanüstü bir kirliliği ön plana çıkarmaktadır. Edirne'deki mevcut sanayi kuruluşlarının büyük bir kısmının bulunduğu Çorlu ve Çerkezköy ilçelerindeki fabrikalardan birinci derecede kirletme riski olan yüzlerce deri, tekstil ve kâğıt fabrikaları her türlü arıtılmış/arıtılmamış atık sularını bu nehirlere deşarj etmektedirler. Bu durum, Çerkezköy sanayinin Meriç Havzası'ndaki kirlenme profilini tek başına yönlendirdiğini göstermektedir. Ergene Nehri Meriç Havzası'nın en önemli ve en sorunlu akarsularından biri olup, son yıllardaki yoğun kirlenme nedeniyle sürekli gündeme gelmektedir. Ergene Nehri'nin en önemli kirletici kaynaklarını sanayi kuruluşlarının atık suları, evsel atık sular ve tarımda aşırı derecede kullanılan ilaç ve gübreler oluşturmaktadır. Yağışlardaki azalmaya bağlı olarak nehirdeki kirlilik konsantrasyonları artmaktadır. Endüstri ve nüfustaki artışa paralel olarak kirliliğin arttığı tespit edilmiştir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004).

10.1.2.Marmara Havzası

Yaklaşık 24 100 km²'lik bir alanın sularını direne etmekte olup, yılda ortalama 18,412 milyar m³ ve yıllık ortalama debisi 8,33 milyar m³ tür. Marmara Havzasına dökülen akarsular genellikle kısa çığırılıdır. En önemli akarsular, havzanın güneybatı kesiminde bulunan Kocabaş ve Gönen Çaylarıdır. Türkiye'nin nüfus ve sanayi yoğunluğu en yüksek olan havzasıdır. İstanbul Kenti'nin tek başına nüfusu, 13 milyonun üzerindedir. Havzadaki kirliliğin çok önemli kısmı, doğrudan Marmara Denizi'ne deşarj edilmektedir.

Marmara Havzası'nın yüzeysel sularında yapılan kalite ölçümleri, daha ziyade İstanbul'un su kaynağı olan, Terkos Gölü, Alibeyköy, Elmalı ve Ömerli barajlarına yöneliktir. Marmara Bölgesi'nin kuzey sanayi kuşağı ve Güney Marmara Bölümü sanayi kuşağının çok

önemli bir kısmı, Marmara Havzası içerisinde kaldığından, her şeyden önce çok çeşitli sanayi yükü kazanmaktadır.

Birçok sanayi kuruluşu ve yerleşim birimi, atık sularını yeterince arıtmadan alıcı ortama deşarj etmektedirler. Havzanın önemli alıcı ortamlarından olan İzmit Körfezi, yeterince kirlenmiştir. Körfez çevresindeki yerleşim alanlarının evsel su atıkları, İzmit Körfezi'ne boşaltılmaktadır. Marmara Havzası'nın güneybatısında nüfus ve sanayi yoğunluğu, kısmen daha düşüktür. Buranın en önemli akarsuları, Kocabaş ve Gönen Çayları olup, Biga Yarımadası'nın önemli bir kısmının sularını drene ederler. Gönen Çayı, Gönen Kenti'nin atık sularını alarak, Erdek Körfezi'ne dökülür. Nehrin kirlilik yükünde, evsel atıklar kadar, özellikle deri sanayi başta olmak üzere, gıda yem ve tuğla, vs gibi çok çeşitli sanayi kuruluşuna ait kirleticiler de vardır.

Kocabaş Çayı ise Biga İlçesi'nin evsel ve deri, mandıra gibi sanayi kuruluşlarının atık sularını almaktadır. Özellikle yöredeki tabakhanelerden kaynaklanan kromlu atık sular, bu akarsularda önemli derecede krom kirlenmesine neden olmaktadır. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre, 3. Sınıf su özelliği taşımaktadırlar (Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1999).

10.1.3.Susurluk Havzası

Drenaj alanı, 22 399 km² civarında olan Susurluk Havzası, 16, 351 milyar m³ yıllık yağış potansiyeline ve 5,43 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Havza'nın en önemli akarsuyu olan Susurluk, yukarı çıkırında, Simav Çayı adı ile bilinmektedir. Marmara Bölgesi'ne girdiğinde, Sındırgı yakınlarında, ani bir dirsekle kuzeye dönerek, İçbatı Anadolu Eşiği ile Karasi Tepelik Yöresi arasında oldukça alçak bir alandan geçmektedir. Susurluk Kenti kuzeyinde ise Karacabey Ovası'na ulaşmaktadır. Susurluk Nehri'nin başlıca kolları, Ulubat ve Manyas Gölleri'nden geçerek, Karacabey Ovası'nda kendisine karışır. Bunlardan, doğu tarafta Balat ve Orhaneli Çaylarının birleşmesiyle meydana gelen, Kirmasti (Mustafa Kemalpaşa Çayı) Çayı, Ulubat Gölü'nden Ulubat Suyu adıyla çıkar. Batı taraftan ise Manyas Gölü'nden geçen Kocaçay'ı almaktadır. Daha sonra, Kuzeye doğru, Güney Marmara tepeleri arasında uzanan vadisi, Karacabey Boğazı'nda Bursa Ovası'ndan gelen Nilüfer Suyu'nu almaktadır. Susurluk Havzası'nın en yoğun kirlenme merkezi, Bursa ve çevresidir. Son 20-30 yıl içerisinde önemli bir kısmı Bursa Kenti tarafından işgal edilmiş olan Bursa Ovası, yoğun bir sanayileşmeye maruz kaldığından, su kaynakları önemli ölçüde kirlenmiştir. Bursa Ovası'nın sularını direne eden Nilüfer Çayı, Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nin atık suları, bölgedeki diğer sanayi tesisleri ve Bursa şehri kanalizasyonu tarafından kirletilmektedir. Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nden yılda 3,5 milyon m³ atıksu arıtılmadan Nilüfer Çayı'nın bir kolu olan Ayvalı Deresi'ne boşaltılmaktadır. Bursa'nın kanalizasyonu da 7 noktadan açık kanallarla Nilüfer Çayı'na karışmaktadır. IV. Sınıf çok kirli sulara sahip Nilüfer Çayı, bitki ve hayvan sulamada kullanıldığında, tehlikeli sonuçlar doğurmaktadır. Nilüfer Çayı ile birleşen Susurluk Çayı ise Bigadiç Boraks Maden İşletmeleri, Balıkesir belediye sınırları içinde faaliyet gösteren 70 kadar çeşitli sanayi kuruluşu ile Balıkesir'in evsel atıksuları tarafından kirletilmektedir. Balıkesir-Susurluk arasında ise yalnızca Kepsut'un evsel atık sularını alır ve kendisini kısmen temizler. Susurluk'ta ise birçok küçük sanayi, mezbaha, yağ ve şeker

fabrikası ile evsel atık suları, yeniden su kalitesini bozmaktadır. Özellikle, yüksek oranda organik madde ve toksik bileşikler tespit edilmiştir. Su kalitesi III. ve IV. sınıf arasında değişmektedir.

Susurluk Havzası'ndaki Orhaneli, Mustafa Kemalpaşa ve Emet Çayları'nın suları, sulama alanında büyük önem taşımaktadır. Bunlardan, Orhaneli Çayı'nın kirlетici kaynaklarını Tavşanlı, Tunçbilek, Orhaneli ve Keles ilçelerinin evsel ve endüstriyel nitelikli atık suları oluşturmaktadır. Özellikle, Tunçbilek Termik Santrali ile Tunçbilek Garp Linyitleri İşletmesi, Keles Linyit İşletmesi ve Orhaneli Yöresi'ndeki krom işletmeleri ile Keles Bor İşletmeleri'nin atıksularını almaktadır. Emet ve Orhaneli Çayları'nın birleşmesiyle oluşan Mustafa Kemalpaşa Çayı'nda DSI'nin ölçümlerine göre, bor, nitrat azotu, arsenik, kurşun, krom ve çinko konsantrasyonları yüksek çıkmış olup, su kalitesi 4. Sınıf olarak değerlendirilmiştir. Kocaçay ise öncelikle İvrindi Yöresi'ndeki evsel ve kurşun, antimon tesislerinin atık sularını almaktadır. Daha sonra, Balya Çevresindeki rafineri tesislerinin kurşun ve çinko içeren atık sularıyla gıda sanayi ve birçok yerleşmenin evsel atık sularını da alarak Manyas Gölü'ne ulaşmaktadır (Türkiye'nin çevre sorunları, 1999). Susurluk Havzası, Güney Marmara Bölümü'nün önemli bir kısmının evsel, endüstriyel ve tarımsal atık sularını toplayıp uzaklaştıran bir su ağıdır.

Susurluk Havzası su kalitesi parametresinin farklı zaman aralıklarındaki değişimi, Kalaycı ve diğerleri, 2007 tarafından incelenerek, elde edilen sonuçlar, büyük çoğunluğunun artış eğilimi içerisinde olduğunu göstermiştir. Bunlardan en fazla anlamlı eğilim tespit edilen parametreler, suyun elektrik iletkenliği ve sodyum olurken, en az anlamlı trend tespit edilen parametreler ise akım değerleri ve bor olmuştur. En yüksek pozitif yönde değişim, pH değeri, suyun elektrik iletkenliği ve sodyumda, en yüksek negatif trend ise akım değeri ve bor parametrelerinde gözlenmiştir. Sıcaklık, pH, bikarbonat ve klor parametrelerinde ise belirlenen trendlerin tamamının artış yönünde olduğu belirlenmiştir. Diğer su kalitesi parametrelerinde de, istatistiksel olarak anlamlı trendlerin hemen hemen tamamının artış içerisinde olduğu belirlenmiştir (Kalaycı ve diğerleri, 2007).

Akarsuların akım gözlemlerindeki azalmayla, istasyonların bulunduğu havzaya düşen yağış miktarındaki düşüş ve sıcaklıktaki artış arasında bağlantı kurulabilmektedir. Ayrıca sulama yada başka amaçlarla kullanılan su miktarındaki artışın ve yer altı suyu kullanımının da nehir akımının azalması üzerinde etkisi olabilmektedir. Akım eğilimlerindeki azalmayla birlikte diğer su kalitesi parametrelerinde (bor hariç) bir artış eğiliminin belirlenmesi, nehirlerdeki kirlenmenin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bor parametresindeki azalmaya, bölgede yer alan boraks tesislerinde katı atık barajının ve arıtma tesislerinin devreye girmesinin neden olduğu düşünülmektedir. Kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonundaki artış eğilimi, tuzluluk değerlerinde de bir artışa neden olmaktadır (Kalaycı ve diğerleri, 2007).

10.1.4. Kuzey Ege Havzası

Bakırçay, Karamenderes, Havran ve Akçin Çayları ile Burhaniye ve Güzelhisar Dereleri'ni içine alan Havza'nın drenaj alanı, yaklaşık 10 003 km² civarındadır. 7,302 milyar

m³ yıllık yağış potansiyeline ve 2,90 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Havzada drenaj sisteminin temelini Bakırçay oluşturmaktadır. Maden Çayı, Ilıca Çayı ve Yapıcılar Çayı ile Kabak ve Kestel Dereleri Bakırçay'ın başlıca kollarıdır. Havzada, Soma Linyit İşletmeleri ve Soma Termik Santrali, yoğun akarsu kirliliğine neden olan en önemli tesislerdir. Ayrıca, yöre önemli bir zeytin üretim sahası olduğundan, birçok zeytinyağı üretim tesisleri, yağ rafine tesisleri ve sabun üretim tesislerinin atık suları da önemli bir sorun kaynağı olup, yüksek oranlarda organik kirliliğe neden olmaktadır.

10.1.5. Gediz Havzası

Havza'nın drenaj alanı, yaklaşık 18,000 km² civarında olup. 11,412 milyar m³ yıllık yağış potansiyeline ve 1,95 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Ege Bölgesi'nin İçbatı Anadolu platolarından kaynaklanan Gediz Nehri, Nif, Murat, Medar, Kum, Selendi, Gördes, Alaşehir ve Derbent gibi önemli kolları alarak, İzmir Körfezi'ne dökülmektedir. Gediz Havzası'nın tarımsal potansiyeli yüksek olduğu gibi, endüstriyel alanda da hızlı bir gelişme kaydetmektedir. Bu durum, havza nüfusunun hızla artmasına neden olduğundan, havza sularına yoğun kirlilik yükü getirmektedir. Gediz Havzası bulunduğu konum gereği, hızla sanayileşen bir bölgedir. Kimya, deri, tarımsal endüstri, konfeksiyon, metal sanayi gibi yörede hızla gelişen sanayi sektörleri, yeterli önlem alınmadığından, yoğun kirliliğe neden olmaktadır. 1989 yılında Gediz Nehri'nde yaklaşık 1 tona varan balık ölümleri ile kirlenmenin boyutları ortaya çıkmıştır. Gediz Nehri, DSİ tahliye kanalları tarafından taşınan Manisa'nın kullanılmış suları, Medar Çayı yoluyla Akhisar'ın kullanılmış suları, hiç bir arıtma tesisi bulunmayan Manisa Organize Sanayi Bölgesi'nin tüm endüstriyel atıksuları ve Nif Çayı ile taşınan Kemalpaşa yöresinin tüm evsel ve endüstriyel suları tarafından kirlenmektedir. Nehir suyunda yapılan ölçümlere göre Gediz, fenolik maddeler ve siyanür açısından IV. Sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Yapılan ölçümlere göre, kirlenmenin özellikle fenolik maddeler, siyanür, yağ ve gres, organik maddeler ve zehirlilik açısından fazla olması ve nehirdeki çözünmüş oksijen seviyesinin çok düşük olması, ani balık ölümlerini arttırıcı faktörler olarak değerlendirilmektedir. Kemalpaşa Ovası'nı geçerek Gediz'e dökülen Nif Çayı ise başta ağır makina sanayi, tekstil ve kimya olmak üzere 112 adet kuruluşun faaliyette bulunduğu ve birçoğunun arıtma tesisi olmadığı için, atıksularını arıtmaksızın deşarj ettikleri bir akarsudur (Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1999). Yüzeysel suların yer altı sularını beslemeleri nedeniyle, burada yer altı suları da kirlenmektedir. Bu kadar yoğun bir kirlenme baskısı olduğu hâlde, henüz sistematik su kalite gözlemleri yapılmayan Nif Çayı'nda, organik kirlenmenin ötesinde, endüstrilerden kaynaklandığı kesin olan fenol ve siyanür kirlenmesi önemli boyutlardadır.

10.1.6. Küçük Menderes Havzası

6 907 km²'lik bir alanın sularını direne etmektedir. 5,111 milyar m³ yıllık yağış potansiyeli ve 1,19 milyar m³ yıllık ortalama debisi vardır. Havzanın en önemli suyu, Küçük Menderes Nehridir. Küçük Menderes'in kollarını Kocahavran Çayı, Keleş Çayı, Aktaş Çayı, Ulu Çay, Çamlıçay oluşturmaktadır. Havzada yer alan yerleşmelerden, İzmir, Küçük Menderes'in su kalitesini fazla etkilemez. Ancak, önemli endüstriyel gelişmelere sahne olan

Torbalı yöresi ve İzmir'in su ihtiyacını karşılamak üzere kurulmuş olan Tahtalı Barajının kaynak kısmına yerleşmiş olan sanayi bölgesi atık suları, Küçük Menderes'in su kalitesini bozmaktadır. Ayrıca, bu havza içerisinde yer almakla birlikte, Küçük Menderes'e bağlanmayan, Bostanlı, Ilıca, Bornova, Manda, Arap, Halkapınar ve Poligon Dereleri, doğrudan İzmir Körfezi'ne boşalarak, yoğun kirliliğe neden olmaktadır. Adı geçen akarsular, gerek sanayi alanlarının ve gerekse evsel atıksuların doğrudan deşarj edildikleri alıcı ortam durumundadırlar.

10.1.7. Büyük Menderes Havzası

24 976 km²'lik bir alanın sularını direne etmektedir. 16, 384 milyar m³ yıllık yağış potansiyeli ve 3, 03 milyar m³ yıllık ortalama debisi vardır. Havza'nın en önemli akarsuyu, Büyük Menderes, kaynağını İçbatı Anadolu Eşiği üzerindeki dağlık alanlardan almaktadır. Nehrin en önemli kolları, Banaz Çayı, Kufi Çayı, Madran Çayı, Çine Çayı, Emir Çayı ve Akçaydır. Havzada özellikle doğuda Nazilli-Feslek Ovası'ndan başlayıp, batıda Söke Ovası ile Ege Denizi'ne kadar uzanan alanda, zirai potansiyeli çok yüksek geniş ovalar bulunmaktadır. Tarımsal faaliyetlere bağlı olarak, nehre karışan tarımsal mücadele ilaçları ve gübre kalıntıları, Büyük Menderes'in kirlenmesine yol açmakta ve bölgedeki tarımsal üretimi ciddi bir tehlike ile karşı karşıya bırakmaktadır. Ayrıca, havzada yeni gelişen sanayi alanlarından ve yerleşim alanlarından da atık sular, nehrin kirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu kirlletici kaynaklarla birlikte, Denizli-Sarayköy yakınındaki Kızıldere ve Aydın-Germencik-Ömerbeyli'de bulunan jeotermal enerji kaynaklarının, atık suları, nehirde sıcaklığı artırdığı gibi tuz, sodyum ve özellikle bor minerallerinin birikimine yol açmaktadır. Jeotermal enerji üretimiyle birlikte havzadaki toprak katmanlarında, bor konsantrasyonu 60-70 kat, tuzluluk 9-10 kat artmıştır (Türkiye'nin Çevre Sorunlar, 1999).

10.1.8. Batı Akdeniz Ve Antalya Havzası

Drenaj alanı 20 953 km² olan Batı Akdeniz Havzasının 18,124 milyar m³ yıllık yağış potansiyeli ve 8,93 milyar m³ yıllık ortalama debisi vardır. Havzanın en önemli akarsularını, Dalaman Çayı, Eşençay, Sarıçay, Kocaçay, Alakır Çayı oluşturmaktadır. Havza genelinde henüz yoğun bir nüfuslanma ve endüstrileşme görülmemektedir. Ancak, havza akarsularının özellikle aşağı çığırlarında tarım arazilerinin de genişlemesiyle tarımda bir yoğunluk izlenmektedir. Bu duruma bağlı olarak, birçok kirlletici, sulama suyu ve yağışlarla birlikte akarsulara karışarak, su kalitesinde etkili olmaktadır.

10.1.9. Antalya Havzası

Antalya Havzası'nın drenaj alanı, 19 577 km² olup, yıllık yağış potansiyeli 17, 815 milyar m³ ve yıllık ortalama debisi 11,06 milyar m³ civarındadır. Antalya Havzası'nın en önemli akarsularını, Manavgat Çayı, Aksu, Köprüsu, Boğa Çayı ve Düden Çayı oluşturmaktadır. Türkiye'nin en önemli tarım, endüstri ve turizm merkezlerini kapsayan Antalya Havzası; Antalya Traverten Platosu, Aksu Çayı, Köprüçay ve Manavgat nehri havzalarından oluşmaktadır. Genel olarak su kaynakları kirli durumda değildir. Ancak, bu

durumun gelecekte de korunabilmesi için atıkların depolandığı alanların seçiminde mutlaka hidrojeolojik faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Manavgat Nehri Havzası'nda gerek yüzey gerekse yer altı sularında genelde kirlenme gözlenmemiştir. Havzanın kaynak kesimlerinde topografyanın yoğun bir yerleşime imkân vermeyecek derecede dik olması, yüzey ve yer altı sularının beslenme alanında yüzeyleyen litolojik birimlerin gerek fiziksel gerekse kimyasal kirliliğe neden olacak mineralojik ve kimyasal yapıya sahip olmayan karbonat kayaçlarından oluşması, kirliliğin çok düşük düzeyde kalmasını sağlamıştır.

Köprüçay Havzası'nda kirlenme, ağızdaki düzlükler dışında organik-inorganik kökenli değildir. Kaynak kesiminde hakîm olan ofiyolitli birimlerden oluşan demir, nikel, krom gibi ağır metallerce zengin birimlerden oluşmaktadır. Taşkın yağışları ve uzun süre duran kar örtüsünün erimesiyle birlikte akarsuya taşınan partiküller akarsu kalitesinin kaynaktan itibaren bozulmasına neden olmaktadır.

Aksu Çayı Havzası diğer havzalardan farklı bir özelliğe sahiptir. Manavgat ve Köprüçay Havzaları komşu havzalarla hidrolojik açıdan doğrudan ilişkili değildirler. Aksu Çayı ise kuzeyden Kovada Çayı kanalıyla Kovada Gölü, buradan da Eğirdir Gölü ile ilişkilidir. Endüstrinin bulunmadığı havzada kirlenme düzeyi düşüktür. Ancak, yoğun bir tarım sahası olduğundan, tarımsal atıklar su kalitesi üzerinde, olumsuz tesir yaratmaktadır.

Antalya Traverten Platosu'nda su kaynakları daha çok yer altı suyundan oluşmaktadır. Travertenin hidrojeolojik yapısı nedeniyle kalitede hızla düşüş meydana gelmektedir. Traverten ileri derecede karstlaşmıştır. Bunun sonucunda atmosferik su veya yüzey suyu kalitesinde değişime neden olabilecek kirleticiler çok hızlı bir şekilde yer altı suyuna iletilebilmektedir. Karstik ortamda yer altı suyu akımının gözenekler yerine, geniş boşluklar, erime kanalları ve mağaralarda meydana gelmesi nedeniyle kirli su doğal ortamda filtrelenememektedir.

10.1.10. Seyhan Havzası

Seyhan Havzası'nın su toplama alanı 20,450 km² büyüklüğündedir. 12,863 milyar m³ yıllık yağış potansiyeli ve 8,01 milyar m³ yıllık ortalama debisi vardır. Havza akarsu sistemi, Seyhan ve kollarından oluşmaktadır. Seyhan'ın en önemli kolu, kaynağını İç Anadolu'da Uzunyayla'ya kadar sokmuş olan Zamantı Suyu dur. Göksu Çayı, Körkün Suyu ve Çakıt Suyu diğer kollarıdır. Seyhan Havzası akarsuları, özellikle Çukurova kesiminde, yerleşme, endüstriyel ve zirai faaliyetlerin yoğunlaşmasına bağlı olarak atık sularla kirlenmektedir. Seyhan Havzası'nın Seyhan Barajı'na kadar olan kısmı, Yukarı Seyhan Havzası, barajın aşağısında kalan Yüreğir ve Tarsus ovalarını içine alan kısım ise Aşağı Seyhan Havzası olarak bilinmektedir. Özellikle Aşağı Seyhan Havzası, Türkiye'nin en verimli alüvyal topraklarının bulunduğu Çukurova'da yer aldığından, çok yoğun tarım faaliyetleri yapılmaktadır. Dolayısıyla yoğun konsantrasyonlarda tarımsal kaynaklı kirlilik ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, Havza'nın en büyük kenti olan Adana ve birçok yerleşmeden, Seyhan Nehri'ne ve drenaj kanallarına evsel ve endüstriyel kökenli atıksular boşaltılmaktadır. Tarsus Ovası'ndaki drenaj kanalı da Seyhan Nehri'ne boşalmaktadır. Yüreğir Ovası'nın drenaj kanalı

ise deltanın güneyinde yer alan Akyatan Gölü'ne ve Akdeniz'e boşalarak, ilgili su ortamlarının kaliteleri üzerinde olumsuz tesir yaratmaktadır.

10.1.11Ceyhan Havzası

Havzanın 21,982 km² drenaj alanı, 16, 662 milyar m³ yıllık yağış potansiyeli ve 7,18 milyar m³ yıllık ortalama debisi vardır. Havzanın akarsu sistemini, Ceyhan ve Elbistan Havzası'ndan kaynaklanan Hurma, Göksun ve Söğütlü Çayları ile Aksu ve Savran Dere gibi kollar oluşturmaktadır. Özellikle Çukurova ve Kahraman Maraş Yöresinin atık suları ile kirlenmesine rağmen, su kalitesinin seviyesini ortaya koyacak düzenli ve yeterli veri bulunmamaktadır. Ancak, Ceyhan Nehri'nin su kalitesine değinen bazı araştırmalar vardır. Her şeyden önce, Ceyhan Nehri, yılda en az iki ürünün alındığı ve yıl boyunca yoğun olarak tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü bir bölgede yer almaktadır. Yapılan bir araştırmada, Ceyhan'da demir (Fe), alüminyum(Al) ve nikel (Ni) bulunduğuna, ayrıca yaygın olarak kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) elementlerine dikkat çekilmektedir (Yılmaz ve Yaman, 1999). Aynı araştırmada, Ceyhan Nehri'nin aşağı kesimlerinde, nitrojen bileşimleri, 1. sınıf su kalitesi için tanımlanmış limitlerden daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen amonyak ve nitrat-nitrojen değerleri, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin Ceyhan Nehri'nin su kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin belirtileri olarak gösterilebilir. Çoğu doğal yüzey sularının fosfor (PO₄-P) oranları, fosfor için belirtilen değerlerin üzerinde bulunmuştur. Araştırmada elde edilen su kalite parametreleri, Ceyhan Nehri aşağı çıkışının evsel kaynaklı deşarj ile tarımsal ve endüstriyel kaynaklı faaliyetlerden direkt olarak etkilendiğini göstermektedir.

10.1.12.Asi Havzası

Asi Nehri ve Afrin, Karasu gibi kolları, havzanın en önemli akarsularıdır. Türkiye, Suriye ve Lübnan topraklarından oluşan Asi Havzası, Ölü Deniz Fay

Zonu'nun denetiminde şekillenmiştir. Asi Nehri, Lübnan sınırları içerisindeki Lübnan Dağları'nın doğu yamaçlarından kaynağını alır. Kuzeye doğru akışa geçen Asi Nehri, Lübnan ve Anti Lübnan Dağları arasındaki Bekaa Vadisi'ni geçtikten sonra, Suriye topraklarına girer. Eşrefli köyü yakınlarında ise tamamen Türkiye topraklarına girer. Amik Ovası'nda 10 km kuzeye doğru ilerledikten sonra bir yay çizerek güney-güneybatıya dönen nehir, Samandağ yakınlarında Akdeniz'e ulaşır. Asi Havzası'nın Türkiye'deki bölümü, 7,796 km² yıllık yağış alanına ve 1,17 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Asi Nehri'nde su yönetimi ve karşılaşılan sorunlar, Korkmaz ve diğerleri (2009) tarafından değerlendirilmiştir. Araştırmaya göre; Asi Havzası'nın Türkiye ve Suriye bölümlerinde yıllar itibarıyla sanayi tesislerindeki artış dikkat çekicidir. Özellikle Suriye bölümünde petrokimya, gübre ve gıda ağırlıklı büyük sanayi tesisleri yoğunluktadır. Bu tesislerin su ihtiyacı, Asi Nehri ve yer altı sularından karşılanmaktadır. Sanayi tesislerindeki artış her geçen yıl havzada daha fazla su tüketimine yol açmaktadır. Havzanın Türkiye bölümünde ise daha çok küçük işletmeler şeklinde tekstil ve gıda sanayi tesisleri bulunmaktadır. Bu tesislerin ihtiyacı olan su özellikle yaz aylarında Asi Nehri'nde yeterli su olmadığından, Karasu ve Afrin Çayları ile Amik Ovası yer altı sularından karşılanmaktadır. Asi Havzası'nın Türkiye ve Suriye'deki bölümlerinde

gerçekleştirilen arazi kullanımı ve ürün desenindeki değişim nehrin akım ve rejimi üzerinde etkili olan bir diğer faktördür. Son yarım asırda, havzanın su miktarı gibi su kalitesinde de önemli bir değişim yaşanmıştır. Asi Nehri, 1975 yılında her türlü sulamaya uygun iken, günümüzde bu durum sadece nehrin Lübnan'daki bölümü için geçerlidir. Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve aşırı miktarda tarımsal ilaç kullanımı gibi sebeplerden dolayı nehir suları orta ve aşağı çığırda aşırı kirlenmeye maruz kalmış ve kullanılamaz hâle gelmiştir. Özellikle yaz aylarında nehrin su miktarının azalmasıyla kirliliğin en üst seviyeye ulaştığı görülür. Asi Nehri'nin Türkiye'ye giriş yaptığı Demirköprü Karakolu yakını ile nehrin denize dökülmeden önceki Samandağ yakınından alınan numune analiz sonuçlarına göre; nehir suları Türkiye'ye amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$), çinko (Zn) ve potasyum (K) parametrelerinde sınır değerlerini aşmış olarak girer. Toplam fosfat ve pH parametrelerinde ise sınır değerlerin aşılmadığı görülür. Aynı zamanda analiz sonuçları, Kışın Havzanın Türkiye bölümünde kirlilik değerlerinde önemli artışın olmadığı, buna karşın yazın su miktarındaki azalma nedeniyle bazı parametrelerde artış olduğunu göstermektedir. Taşdemir ve diğerleri (2001) tarafından yapılan bir çalışmada da, Asi Nehri'nin su kalitesi ile ilgili ölçüm değerleri değerlendirilmiştir: Ölçülen değerlere göre, bir nokta dışında, Asi Nehri'nin çözünmüş oksijen değerleri ile temiz-az kirli su sınıfına (I. ve II. sınıf su) girdiği belirtilmektedir. Çalışmada en düşük çözünmüş oksijen değeri ekim ayında belirlenmiştir. pH değerleri ise büyük farklılık göstermemekte ve Asi Nehir suyu, hafif alkali olarak saptanmıştır.

Çözünmüş olarak bulunan toplam madde konusunda bilgi veren elektriksel iletkenlik, kirlenme için bir göstergedir. Su canlıları açısından kabul edilen değerlere göre Asi Nehri yeterli bulunmuştur. Asi Nehri'nin geçtiği bölgelerde yoğun olarak tarım yapılmakta ve tarımda çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak sulamanın yoğun olduğu dönemlerde, KOİ oranında artışlar görülebilmektedir. Bu artışlar, yaz veya kış olarak ayırt edilememektedir. Çünkü bölgenin iklim özelliklerinden dolayı yaz-kış tarım yapılmaktadır. Genelde saptanan değerlerin tümü, Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğinin vermiş olduğu su kalite sınıflarında IV. sınıf olan çok kirli su sınıfını ifade eden değeri aşmıştır. Amonyak açısından farklılık göstermektedir. Çünkü amonyak değerleri eylül-ekim aylarında düşük, ocak-şubat-mart aylarında ise yüksek ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler kapsamında, Asi Nehri bazı zamanlar I.- II. sınıf su yani temiz ve az kirli su, bazı zamanlar ise III. sınıf su, yani kirli su sınıfına girmektedir. Asi Nehri suları, saptanan nitrit değerleri bakımından genelde az kirli su sınıfına girmektedir. Fakat özellikle bazı noktalarda artışlar dikkate alındığında, nehir sularının bu istasyonlarda kirli olduğu ve bunun nedeninin, bu bölgelerdeki kanalizasyon deşarjı olacağı düşünülmektedir. Nitekim bu noktaların birinde ana kanalizasyon çıkışının bulunması ve kentin (Antakya) çıkış bölgesinde olması bu kanıyı doğrulamaktadır. Araştırmada ölçülen fosfat değerleri de, Asi Nehri sularının genelde II. sınıf yani az kirli su sınıfına girdiğini göstermektedir. Asi Nehri'nin, Çevre Bakanlığının vermiş olduğu ölçütlere göre genelde, II. sınıf az kirli sular sınıfında yer alabileceği, ancak kirlenme olasılığı ile karşı karşıya olduğu görüşü egemendir. Havzada yıl boyunca devam eden tarımsal etkinlikler sonucunda, tarım alanlarından gelen yüzey sularının taşıdığı çeşitli kirlilik yükleri ve özellikle fosforlu bileşikler, en önemli kirlilik kaynağıdır. Ayrıca, Antakya şehrinin atıksuları da ikinci önemli kirlilik kaynağıdır.

10.1.13. Fırat Ve Dicle Havzaları

Fırat ve Dicle Nehirleri'nde henüz nüfus yoğunluğunun düşük olması, sanayileşmenin yaygınlaşmamış olması ve yoğun tarım yapılmaması gibi nedenlerle, şimdilik su kirlenmesi sorunu yoktur. Ancak Güneydoğu Anadolu Projesi'nin gerçekleşmesiyle birlikte ortaya çıkabilecek sorunlar açısından, bu akarsularda su kalitesi gözlemlerinin yoğunlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Bunlardan **Fırat Havzası'nın** su toplama alanı 127,304 km² olup, Türkiye'nin en geniş akarsu havzasıdır. Havza, 74, 09 milyar m³ yıllık yağış potansiyeline ve 31,61 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Havzanın en önemli akarsuyu olan Fırat Nehri, Doğu Anadolu'nun doğusundan kaynaklanan Murat Nehri ile Kuzeydoğu Anadolu'da Dumlupınar Dağları'ndan kaynaklanan Karasu Nehri'nin Keban civarında birleşmesiyle meydana gelir. Fırat Havzası'nın kuzeydoğusundan, Keban barajının yer aldığı doğu bölümüne kadar olan alanda, mevcut debiye göre gelen sediment miktarı daha fazladır. Çünkü Fırat'ın, Doğu Anadolu'nun doğusundan kaynaklanan Murat Kolu'na ait havza ve yakın çevresinin bitki örtüsü önemli ölçüde tahribe uğramış olduğundan, çıplak yüzeye bağlı olarak, sediment konsantrasyonu artmıştır. 1974 yılından beri Keban barajına taşınan sediment miktarının 31,5 milyon ton/yıl olduğu belirtilmektedir (Özbek, 2004). Özellikle Fırat Havzası'nın batı, kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde, meşelerin çoğunlukta olduğu orman ve yüksek dağ stepleri- çayır örtüsü egemendir. Havza'nın diğer kesimlerine nazaran, buralarda bitki topluluklarının daha sık ve gür olması nedeniyle taşınan sediment miktarı daha düşük kalmaktadır. Havzanın su kalitesi sulamaya elverişlidir. Sediment verimine göre ise Fırat Havzası'nın %50'sinden daha fazla bir kısmında sediment konsantrasyonu fazla olup, en önemli su kirliliği kaynağıdır. Fırat Nehri, Malatya Torosları'nı aşarak, Gerger Boğazı güneyinden itibaren Güneydoğu Anadolu düzlüklerine girmektedir. Burada, Güneydoğu Anadolu (GAP) projesinin önemli bir kısmını içine alan havzada, henüz önemli bir su kirlenmesi yoktur.

Fırat Havzası genelinde, mevcut sulama suları, pH, tuzluluk ve diğer anyon ve katyon konsantrasyonları bakımından sulamaya elverişlidir. EC (elektrik iletkenliği) değerleri bakımından en yüksek seviyede olan sular, Fırat Havzası'nın orta, kuzeydoğu ve batı bölümlerinde dağılım göstermektedir. Söz konusu bu alanlarda sulama suyunun kalitesinin periyodik olarak izlenmesi sürdürülebilir çevre açısından zorunludur. Havzanın bu alanlarında kontrollü sulama yapılarak ve yapay gübre kullanımından mümkün olduğunca kaçınılarak organik tarıma yönelik tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi teşvik edilmelidir. Fırat Havzası'ndaki tesislerin aktif hacimlerinin taşınan sedimentle dolmasını önlemek için, teraslama, mera ıslahı, toprak koruma ve amenajman çalışmaları Fırat Havzası sediment verimi haritasına göre yapılmalıdır (Özbek, 2004).

Dicle Havzası'nın su toplama alanı ise 57 614 km² olup, Fırat Havzası'ndan daha küçüktür. Havza, 46,90 milyar m³ yıllık yağış potansiyeline ve 21,33 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Havzanın en önemli akarsuyu olan Dicle Nehri, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Maden Dağları'ndan kaynaklanarak, Güneydoğu Toroslardan Botan Çayı,

Batman Çayı, Garzan Çayı, Ambar Çayı, Zap Suyu, Hezil Suyu gibi önemli kolları almaktadır.

Dicle Nehri'nin Diyarbakır geçiş bölgesinde yüksek düzeyde koliform bakteri varlığı tespit edilmiştir. Bu durumun diğer patojenlerin bulunması ihtimalini arttırdığı düşünülmektedir. Diğer parametreler de dikkate alındığında, Dicle Nehri'nde halk sağlığı açısından, potansiyel riskin aşıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Öncelikle nehre akıtılan kanalizasyon ile diğer evsel ve sanayi atıkların önüne geçilmesi, arıtma sisteminin kontrolü ve işlerliğinin sağlanması, düzenli aralıklarla nehrin kentlerden geçtiği kısımlarda mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal açıdan incelenmesi ön görülmektedir.

Türkiye'nin toplam su potansiyelinin yaklaşık 1/3'ini barındıran, Fırat ve Dicle Havzaları, nüfus yoğunluğu ve sanayi faaliyetlerinin fazla olmaması ve şimdilik sınırlı tarım potansiyeli nedeniyle suları önemli ölçüde kirlenmemiştir. Ayrıca, Fırat ve Dicle Nehirleri'nin debilerinin yüksek olması da kirletici konsantrasyonlarını seyrelten önemli bir etkidir. Ancak, Güneydoğu Anadolu Projesiyle (GAP), birlikte, Bölge'nin zirai ürün deseni ve üretim miktarı da önemli ölçüde değişecektir. Dolayısıyla, diğer çevre sorunları ile birlikte, daha yoğun su sorunu ve kirliliği de yaşanabilecektir.

10.1.14. Konya Kapalı Havzası

Yaklaşık 53 850 km²'lik bir alanın sularını toplayan kapalı havzanın yıllık yağış potansiyeli, 23,519 milyar m³ ve yıllık ortalama toplam debisi 4,52 milyar m³ civarındadır. Konya ve Tuz Gölü Havzası'nda çok sayıda su kaynağı bulunmaktadır. En önemli akarsularını, Çarşamba Suyu, Melendiz Suyu ve Peçeneközü Deresi oluşturmaktadır. Konya Ovası'nın güney suları, Apa tahliye kanalı ile Tuz Gölü'ne verilmektedir. Konya Ovası'nda drenajı sağlamak amacıyla yapılan kanala, daha sonra, Konya'nın evsel ve endüstriyel kökenli atık suları, herhangi bir işlemten geçirilmeden deşarj edilmiştir. Yılda ortalama 3,5 milyon m³ atık su boşaltılmaktadır (Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1999). Böylece, kanaldaki su kalitesi bozulduğu gibi Tuz Gölü'nün de suları kirlenmiştir. Deşarj edilen atık suların içerisinde özellikle sanayiden kaynaklanan ağır metaller, siyanür, fenol gibi toksik maddeler bulunmaktadır. Tarımsal deşarj suları, ana tahliye kanalı, Çarşamba Çayı ve Bazı kuyu suları, koliform bakteri yönünden kirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda, deterjan, azot, yağ ve gres, organik madde, serbest kükürt, nitrat, florür, fosfor ve civa gibi parametrelerin Tuz Gölü'nde kirlenmeye yol açtıkları sonucuna ulaşılmıştır. Kurşun, çinko, demir, kadmiyum, arsenik ve bor gibi parametrelerin de gölün kirletilmesinde önemli bir rol oynadıkları belirlenmiştir (Türkiye Çevre Atlası, 2004). Özdemir (2002) tarafından yapılan bir başka çalışmada; Konya ana tahliye kanalındaki mevcut kirlilik yükünün, evsel, endüstriyel ve yağmur sularından kaynaklandığı ortaya konmuştur. Klorlu kirleticilerin en önemli kaynağı ise içme suyu arıtma tesisinde uygulanan klorların, konutlardaki organik atıklarla tepkime vermesidir. Klorlu bileşikler, deşarj noktalarına kadar taşınabilmektedirler. Ayrıca konutlarda kullanılan klorlu temizleyiciler de buna kaynak oluşturmaktadır.

10.1.15.Doğu Karadeniz Havzası

Havzanın su toplama alanı 24,077 km² olup, 31, 083 milyar m³ yıllık ortalama yağış potansiyeli ve 14,90 milyar m³ yıllık ortalama toplam debiye sahiptir. Bilindiği üzere, Doğu Karadeniz Bölümü, Türkiye'nin en yoğun akarsu ağına sahip köşesidir. Dolayısıyla, havzada genellikle kısa çığırılı birçok akarsu bulunmaktadır. Ancak, Terme Çayı, Melet Suyu, Yağlı Dere, Harşit Çayı, Kara Dere, İkiz Dere, Pazar Dere bunların en önemlileridir. Doğu Karadeniz Kıyı Dağlarının hemen kıyı alanının gerisinden itibaren yükselmesi nedeniyle, akarsulardan birçoğu, bu dağlık alanlardan kaynaklanarak, denize ulaşmaktadır. Bu durum, Doğu Karadeniz Havzası akarsularında düzensiz akışlı bir rejim tipine sebep olmaktadır. Ayrıca, Havzada yağış miktarının fazla ve yıl içerisinde kısmen düzenli olması, akarsuların debilerinin yüksekliğine neden olmaktadır. Bütün bu etkenler, su kirleticilerinin seyrelmesinde rol oynamaktadır. Ancak, nüfusun daha ziyade kıyı kesiminde toplanması ve dağlık alanların tenhaliği ve dağlık alanda tarım arazilerinin olmayışı gibi nedenlerle, akarsular, kaynak kısımlarında kalitelerini korumaktadırlar. Doğu Karadeniz Havzası'nda oluşan endüstriyel atıksu kirlilik yükleri diğer havzalara göre oldukça düşüktür.

10.1.16.Çoruh Havzası

Doğu Karadeniz'in iç kısımlarından kaynaklanan Çoruh Nehri ve önemli kollarından olan, Oltu, Tortum ve Narman Çayları, havzanın en önemli akarsularıdır. Havza, 19 872 km² yağış alanına ve 6,30 milyar m³ yıllık ortalama toplam debiye sahiptir. Karadeniz'de, bakır yükünün en yüksek olduğu havzalardan birisi, atıksuları arıtılmayan, büyük ölçekli bakır işletmelerinin bulunduğu Çoruh Havzasıdır. Çoruh Havzası'nda önemli bir kirlilik kaynağı olan Murgul Bakır İşletmeleri dışında sanayinin gelişmemesinden dolayı, endüstriyel atıksuların yaklaşık %80'nini sadece maden sanayi oluşturmaktadır. Bu nedenle havzada önemli bir bakır kirliliği oluşmaktadır. Ancak, havzada oluşan endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan organik kirlilik yükleri, diğer tüm Karadeniz Havzalarındaki toplam değer ancak %2'si kadardır(Avaz ve diğerleri 2003).

Çoruh Havzasıyla birlikte Yeşilırmak, Batı Karadeniz Havzalarında da endüstriyel kirlilik açısından en yoğun ve öncelikli olarak ele alınması gereken sektörler, metal ve maden sanayileridir. Ağır metal yükleri, özellikle de bakır açısından en önemli kirlilik kaynağı olan bu sektörler için öncelikli olarak kirlilik önleme çalışmaları yapılmalıdır

10.1.17.Yeşilırmak Havzası

Orta Karadeniz Bölümü'nde yaklaşık 36,114 km² drenaj alanı ve 450 km uzunluğa sahip olan Yeşilırmak Havzası, Yeşilırmak ve kollarını kapsamaktadır. 5,80 milyar m³ yıllık ortalama toplama debi ve 20,079 milyar m³ yıllık ortalama yağış potansiyeline sahiptir. Havzanın doğu tarafının sularını Kelkit Çayı, güney ve batı kısımlarının sularını da Bozok Platosu'ndan kaynaklanan Çekerek Suyu ve Alaca Suyu, Mecitözü Deresi, Tersekan Çayı gibi akarsular toplamaktadır. Havza; kuzeyde Karadeniz ile Doğu Karadeniz Havzaları, doğuda Çoruh Havzası, güneyde Fırat ve Kızılırmak Havzaları, batıda ise Kızılırmak Havzası ile

çevrilidir. Havzaya adını veren Yeşilırmak, Köse ve Kızıldağ yamaçlarından doğup, Çekerek, Tersekan ve Kelkit Çayı olmak üzere, üç ana kol almaktadır. Yeşilırmak Havzası'nın evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu sürekli kirliliğe maruz kaldığı çeşitli çalışmalardan anlaşılmaktadır. Samsun ve çevresindeki yerleşim alanlarındaki mevcut kirlilik kaynakları, havzayı da olumsuz yönde etkilemektedir. Havzadaki kirlilik, tarımı, yüzey ve yer altı sularını da kirletmektedir. Ayrıca Yeşilırmak uzun yıllar, birçok kirletici için hiçbir arıtım uygulanmadan alıcı ortam olarak kullanılmıştır. Bunun sonucunda Yeşilırmak'da oluşan kirlilik artan miktarlarda önlenemez hâle gelmiştir. Bu durumun, Yeşilırmak Havzası ve Karadeniz'e olan olumsuz etkileri, birçok çalışmayla ortaya konmuştur (Yücel, 2002). Tarımın önemli bir geçim kaynağı olduğu bu havzada, Yeşilırmak Nehri'nin rejim düzensizliğinden dolayı, zaman zaman taşkınlar meydana gelmekte, erozyon, evsel ve endüstriyel atıklar, önemli sorunlar oluşturmaktadır. Özellikle yaz aylarında, Yeşilırmak ve kollarında, bor, deterjan, arsenik, gres ve kimyasal oksijen isteği değerleri, sık sık izin verilen değerleri aşmaktadır.

Yeşilırmak Havzası, Karadeniz'de, bakır yükünün en yüksek olduğu havzalardan birisi olup büyük ölçekli bakır işletmelerinin bulunduğu atıksuları arıtılmamaktadır. Endüstriyel faaliyetler sonucunda deşarj edilen en yüksek atıksu miktarı ve kimyasal oksijen ihtiyacı yükünün Yeşilırmak Havzası'nda olduğu görülmektedir. Bunun en büyük nedeni, Samsun TÜGSAŞ ve Samsun KBI gibi iki büyük ölçekli işletmenin ve Çorum'da bulunan şeker fabrikasının havzada bulunmasıdır. Endüstriyel faaliyetler sonucunda deşarj edilen en yüksek atıksu miktarı ve kimyasal oksijen ihtiyacı yükünün Yeşilırmak Havzası'nda olduğu görülmüştür. Aynı havzada, kimyasal oksijen ihtiyacı yükünün yaklaşık %30'u Samsun Karadeniz Bakır İşletmelerinden kaynaklanmaktadır (Avaz ve diğerleri, 2003). Havzalar bazında kaynaklarına göre oluşan atıksu miktarları ve kirlilik yükleri incelendiğinde, Yeşilırmak Havzası'nda endüstriyel atıksu miktarının ve kimyasal oksijen ihtiyacı yükünün diğer kirlilik kaynaklarına göre daha yüksek, askıda katı madde yükünün ise eşit olduğu görülmektedir. Yeşilırmak, Batı Karadeniz ve Çoruh havzalarında endüstriyel kirlilik açısından en yoğun ve öncelikli olarak ele alınması gereken sektörler metal ve maden sanayileridir. Ağır metal yükleri özellikle de bakır açısından en önemli kirlilik kaynağı olan bu sektörler için öncelikli olarak kirlilik önleme çalışmaları yapılmalıdır.

10.1.18.Kızılırmak Havzası

Yukarı Kızılırmak Bölümü'nün doğusunda, Bir su bölümü yükselimi olan kızıldağ'dan doğan Kızılırmak, yaklaşık olarak Avanos'a kadar NE-SW yönünde akar. Daha sonra, Orta Kızılırmak Bölümü'nde geniş bir yay çizerek kuzeye doğru yönelip, İskilip yakınlarında Karadeniz Bölgesi'ne ulaşır. Dar ve derin boğazları yararak, Karadeniz'e dökülür. Kızılırmak çığırı boyunca birçok kol almakla birlikte, havzanın doğusunda, Tecer Dağı'ndan kaynaklanan Tecer Irmağı, Orta Bölümde, Bozok Platosu'nun önemli bir kısmını drene eden Delice Çay, Çankırı Yöresi'nin sularını toplayan Acı Çay ve havzanın kuzeybatısının sularını toplayan Devres Çayı önemli kollarıdır. Kızılırmak Havzası'nın su toplama alanı, 78,180 km² olup, Fırat Havzası'ndan sonra, Türkiye'nin ikinci büyük su toplama havzasıdır. 35,885 milyar m³ yıllık ortalama yağış potansiyeline ve 6,48 milyar m³

yıllık ortalama toplama debiye sahiptir. Kızılırmak Havzası içerisinde bulunan yerleşmelere ait atık sular ve tarımsal kökenli atık sular, su kalitesinin bozulmasında etkili gözükmetedirler. Su kalitesi üzerinde Kızılırmak Havzası'nda, doğal su ortamlarının kalitesini olumsuz yönde etkileyen besi maddelerinin miktarı, yoğun tarımsal faaliyetlerden ve geniş ormanlık araziden dolayı oldukça yüksektir. Havzada gübre kullanımından kaynaklanan toplam azot ve fosfor yükü bir hayli yüksektir. Örneğin; Ankara Üniversitesi'nce (1993) yapılan bir çalışmada, 102,000 ton/yıl toplam azot yükü ve 34,000 ton/yıl toplam fosfor yükü belirlenmiştir. Kızılırmak Havzası, tarım faaliyetlerinin, özellikle Sivas Kenti batısından itibaren, önem kazandığı ve Orta Kızılırmak Bölümü'nde yoğunlaştığı önemli bir tarım havzasıdır. Havzada yürütülen tarım faaliyetleri alıcı ortam için bir tehdit oluşturmaktadır. Kızılırmak Havzası'nda bu nedenle, bilinçli ve kontrollü gübre kullanımı için havzaya özel yönetim programları oluşturulmalı, havzadaki toprak erozyonunu minimuma indirecek önlemler alınmalıdır. Kızılırmak Havzası başta olmak üzere özellikle Yeşilirmak ve Sakarya Havzalarında, alıcı ortama taşınan yüksek miktarlarda toplam azot ve toplam fosfor yüküne neden olan tarım faaliyetleri ve evsel atıksular için kirlilik önleme çalışmalarının yasal ve uygulama düzeyinde ele alınması gerektiği çalışmalarla ortaya konmuştur. Burada, tarım faaliyetleri açısından, kontrollü ve bilinçli gübre ve ilaçlama uygulamaları yapılmalı, havzalar bazında yönetim programları oluşturulmalı ve toprak erozyonu önlenmelidir.

10.1.19.Batı Karadeniz Havzası

Batı Karadeniz Kıyı Dağları'ndan (Küre Dağları) kaynaklanan birçok kısa çığırılı akarsu ile Filyos Çayı ve kollarıyla, Bartın Çayı'nı içine almaktadır. Havzanın yıllık toplam yağış alanı 29,598 km² olup, 9,93 milyar m³ yıllık ortalama toplama debiye sahiptir. Karadeniz Havzaları içerisinde, Batı Karadeniz Havzası, kurşun ve çinko yükleri açısından en yoğun kirlilik yüküne sahiptir. Bunun en büyük nedeni, her ne kadar atıksular arıtılsa da, yüksek atıksu miktarı nedeni ile yüksek ağır metal yük değerlerine sahip olan ERDEMİR A.Ş. ve kömür ocaklarıdır. Aynı zamanda öncelikle Bolu'da bulunan 120 adet deri işleme tesisinin ve diğer metal sanayi işletmelerinin faaliyetleri sonucunda, Batı Karadeniz, Karadeniz Havzalarında oluşan toplam kromun yaklaşık %30'unu karşılamaktadır. (Avaz ve diğerleri, 2003). ERDEMİR A.Ş'nin ve kömür ocaklarının faaliyetlerine bağlı olarak, atıksu ve kimyasal oksijen ihtiyacı yükü fazladır. Aynı nedenle, Batı Karadeniz Havzası, ağır metal yükü açısından da en yüksek değerlere sahiptir. Karadeniz Havzaları bazında kaynaklarına göre oluşan atıksu miktarları ve kirlilik yükleri incelendiğinde, Batı Karadeniz Havzası'nda, endüstriyel kimyasal oksijen ihtiyacı yükü diğerlerine göre daha yüksektir. Bunun dışındaki havzalarda kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı ve askıda katı madde yükleri, ağırlıklı olarak yerleşim bölgelerinden gelmektedir. Toplam azot ve toplam fosforun en önemli kaynakları ise tüm havzalar için yerleşim alanları ve tarımdır. Yeşilirmak ve Çoruh havzalarında olduğu gibi Batı Karadeniz Havzası'nda da endüstriyel kirlilik açısından en yoğun ve öncelikli olarak ele alınması gereken sektörler metal ve maden sanayileridir. Ağır metal yükleri, özellikle de bakır açısından en önemli kirlilik kaynağı olan bu sektörler için öncelikli olarak kirlilik önleme çalışmaları yapılmalıdır (TÜBİTAK MAM KÇE, Karadeniz Havzaları Kara Kökenli Kirleticiler Ulusal Eylem Planı).

10.1.20.Sakarya Havzası

Sakarya Havzası, 58,160 km²'lik bir alanın sularını toplamakta olup, Yıllık ortalama 6,40 milyar m³ debi ve 31,057 milyar m³ yıllık yağış potansiyeline sahip gözükmektedir. Havzanın önemli su kaynağı Sakarya Nehridir. Sakarya Havzası üç bölüme ayrılmaktadır. Havzanın ilk bölümünü Yukarı Sakarya Havzası oluşturmaktadır. Bu bölümde Sakarya Nehri, Çifteler Sakaryabaşı kaynaklarından doğup sırası ile Seydi Suyu, Bardakçı Suyu, Sarı Su, Çardaközü Deresi, Gökpınar Kaynakları Deresi ve Ilıcaözü Deresi'ni almaktadır. Havzanın ikinci bölümünü oluşturan Orta Sakarya, Porsuk Havzası'nın bittiği yerden başlayarak, Sakarya'nın Geyve ilçesinde son bulur. Bu bölümde Sakarya Nehri'ne sırasıyla Porsuk Çayı, Ankara Çayı, Çatak Çayı, Göksu Deresi, Papaz Deresi, Aksu Nehri ve Karaçay Deresi katılır. Havzanın üçüncü bölümü ise Aşağı Sakarya olarak bilinmektedir. Orta Sakarya Havzası'nın bitiminden başlar ve Karadeniz'de son bulur. Bu bölümde Sakarya Nehri sırasıyla Kayalar Çayı, Kanlı Çay, Dinsiz Suyu, Mudurnu Çayı, Çark Suyu, Darıçayır Deresi'ni alır. Sakarya Nehri ve Porsuk Çayı, Göksu Çayı Ankara Çayı, Kirmir Çayı, Aladağ Çayı, Çark Suyu, Sarısu ve Çandırız Suyu gibi önemli kolları Havzanın başlıca akarsularıdır. Bunlar arasında, Seydi Suyu, Ankara Çayı, Porsuk Çayı ve Sapanca Gölü'nün ayağı olan Çark Suyu, Sakarya Nehri'nde en fazla kirliliğe neden olan kollarıdır.

Orta ve Yukarı Sakarya Havzası'nda bulunan yerleşim alanlarından gelen kirlilik yükleri ile Sakarya Nehri'ni besleyen yan kolları ve nehrin üzerinde bulunan yerleşim bölgelerinden gelen evsel atıklar ile tarım arazilerinden karışan gübre ve zirai mücadele ilaçları ve ayrıca, Sakarya ve kolları üzerinde bulunan işletmeler, en önemli kirliletiçi kaynaklardır.

Erozyon faaliyetleri nedeni ile Sakarya Nehri'nin suları bulanık ve askıda katı madde miktarı yüksektir. Askıda katı madde ve bulanıklık, yağışlı dönemlerde artış gösterir. Ayrıca, çok sayıda kum ocağı, nehir yatağını tahrip ederek, biyolojik ortamı olumsuz etkilemektedir. Sakarya'nın suyu, fiziksel parametreleri yanında kimyasal parametreleri bakımından da yoğun kirlilik etkisi altındadır.

Sakarya Havzası, toplam Karadeniz Havzalarında bulunan işletme sayısının, %42'sini oluşturmaktadır. Ancak bu işletmelerin yaklaşık olarak %50'sinin küçük ve orta ölçekli gıda sanayi işletmeleri olması ve %75'inin atıksularının arıtılmasından dolayı organik kirlilik ve askıda katı madde yükleri bu havzada diğer havzalara oranla oldukça düşüktür. Havzada oluşan toplam krom ve çinko yüklerinin büyük bir kısmı tekstil sanayiden, Eskişehir organize sanayi bölgesinden ve metal sanayiden kaynaklanmaktadır (Avaz ve diğerleri. 2003). Sakarya Havzası'nda, nüfusun yoğun olmasından dolayı, evsel atıksu miktarının diğer havzalara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Fakat organik yüklerin %90'nının arıtılmasından dolayı organik kirlilik yüklerinde değerler diğer havzalardan daha azdır. Sakarya Nehri'ni oluşturan ilk kaynaklardan olan Seydi Suyu'nun, bor yataklarının bulunduğu ve bor işletmeciliğinin yapıldığı Kırka Yöresi'nde bulunması nedeniyle suyun bor konsantrasyonu yüksek olup, sulama suyu olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Porsuk Çayı ise İçbatı Anadolu Platosu'nda Tokul Köyü yakınlarından kaynaklanarak, yaklaşık 436 km bir

mesafeden sonra, Sakarya Nehri'ne ulaşmaktadır. Porsuk Çayı, evsel, endüstriyel ve tarımsal alanda su sağlanması amacı ile kullanıldığı gibi aynı alanların atık suları için de ayrıca alıcı bir ortamdır. Havza'da en önemli kirletici kaynaklar; Kütahya ve Eskişehir'in evsel ve mezbahalara ait atık suları ile ayrıca, Kütahya'da, azot, şeker, magnezit fabrikaları, Seyitömer Termik Santrali, Eskişehir'deki Sümerbank tekstil ve şeker fabrikaları, lokomotif sanayi ve organize sanayi bölgesine ait endüstriyel atık sularla tarım alanlarıdır. Sadece Seyitömer Termik Santrali, günde 6,5 ton partikül yükünü Porsuk Çayı'na vermektedir. Bu rakam kirliliğin ne boyutlarda olduğunu göstermektedir. Ankara Çayı ise Ankara nüfusunun ortalama %90'ının evsel atıksularını Sakarya Nehri'ne taşımaktadır. Ankara Çayı, yüksek kirliliğine rağmen, sulamada kullanılmaktadır. Bu durum toprak kalitesini de bozmaktadır. Ankara Çayı, Sakarya'ya karışma noktasından önce de kendini yeterince temizleyememekte olup, IV. sınıf çok kirli sular kategorisine girmektedir.

Sapanca Gölü'nün ayağı olan Çark Suyu, Adapazarı Kenti'nin su ihtiyacını karşılayan önemli bir kaynak olmakla birlikte, son yıllarda Adapazarı'nın kentsel ve endüstriyel atıksularıyla kirlenmiştir. Çark Suyu, Sapanca Gölü çıkışında kaliteli olup, kısa bir süre sonra kirlenmeye başlamaktadır. Bilindiği üzere, Adapazarı Ovası, Marmara Bölgesi kuzey sanayi kuşağının doğu ucunda bulunmaktadır. Dolayısıyla, çok sayıda gıda sanayi ile birlikte, çeşitli kimya, lastik, yem ve vagon sanayi, tabakhaneler ve mezbahaların atık suları ile ve kanalizasyonlarla kirlenmektedir. Bu duruma göre, Adapazarı Ovası'ndan aldığı çok sayıdaki sanayi kuruluşunun atık sularını Sakarya Nehri'ne taşıyan ve IV. sınıf çok kirli su kategorisinde bulunan Çark Suyu da kirliliği yüksek düzeyde olan akarsular arasındadır. Ayrıca Adapazarı'nda kanalizasyon şebekesinin olmayışı ve foseptik çukurlara verilen atıksuların taşması ve sızması ile sağlıksız bir ortam oluşmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsünün yaptığı çalışmaya göre, 1992 yılında sanayiden kaynaklanan ve arıtlmaksızın deşarj edilen atıksuyun %18,2'si akarsulara verilmiştir.

10.1.21. Van Gölü Kapalı Havzası

Türkiye'nin önemli kapalı havzalarından olup 19,405 km² yağış alanına ve 2,39 milyar m³ yıllık ortalama debiye sahiptir. Havzanın en önemli yerleşim merkezinin Van olması nedeniyle, kentin yakınından geçen bazı akarsulara katı atıkların atılması sonucunda kirlilik oluşmaktadır. Kirliliği oluşturan iri taneli atıkların Van Gölü'ne taşınmaması için dere ağzlarına ızgaralar yerleştirilerek, bir ölçüde gölün kirlenmesi engellenmektedir. Van Gölü Havzası akarsuları, genelde Van Gölü'ne dökülmektedir. Havza'nın en önemli akarsularını, Bendimahı Çayı, Hoşap Çayı, Karasu Çayı, Zilan Deresi, Deliçay, Memedik Çayı, Kotur Çayı, Çatak Deresi gibi akarsular oluşturmaktadır. Bunlardan **Bendimahı Çayı**; Van Gölü Havzası'nın en önemli akarsularındandır. Volkanik kökenli Aladağ ve Tendürek Dağı arasından kaynaklanarak, Van Gölü'ne dökülür. Çok sayıda kolu olan akarsu, Çaldıran ve Muradiye Ovaları'nı sular. Söz konusu ovaların küçük çaplı yerleşmelerine ait atık sularla ziraat kaynaklı bazı kirleticileri almış olsa da, önemli bir yerleşme ve zirai yoğunluk olmaması nedeniyle, su kalitesi bozulmamıştır. **Hoşap Çayı**; Başkale civarındaki İspiriz Dağlarıyla, Norduz Yaylasından kaynaklanır. Doğu-batı uzanımlı olan bu cay, Zernekaraj sahasını geçerek, Havasor Ovasına girer. Gevaş İlçesi'nin kuzeyinden Van Gölü'ne ulaşır.

Hoşap Çayı, temiz su sınıfındadır. **Karasu Çayı**; Pirresit, Ahta Dağlarının sularını toplayarak doğan akarsu. Erçek Gölü yakınından geçerek Van Gölü'ne dökülür. Su kalitesi iyidir. **Zilan Deresi**; Aladağlardan doğan akarsu, kuzey-güney yönlü bir akışa sahiptir. Erciş Ovası'ndan geçen akarsu, Van Gölü'ne dökülür. Her ne kadar, Erciş kentinin evsel atık sularını ve Erciş Ovası'nın tarımsal atık sularını almış olsa da, su kalitesi iyidir. **Delice Çayı**; Erciş'in doğusundan kaynaklanan akarsu, kuzeyden Van Gölü'ne dökülür. Kirletici kaynakların etkisinde kalmadığından, su kalitesi iyidir. **Memedik Çayı**; Saray doğusunda, İran sınırından başlayarak, batıya doğru, doğu-batı yönlü akar. Özalp'tan geçtikten sonra, Memedik Vadisi'ni aşarak, Erçek Gölü'ne ulaşır. Temizsular sınıfına girmektedir(Van İli Çevre Durum Raporu, 2007).

10.1.22.Aras Havzası

27,548 km² yağış alanına sahip olup, yıllık ortalama debisi 4,63 milyar m³ civarındadır. Bingöl Dağları'nın kuzey-kuzeybatı yamaçlarından kaynaklanan Aras Nehri, Havzanın en önemli akarsuyu olup, Kuzeyden Arpaçay ve Kars Çayı gibi kolları almaktadır. Havzada, yoğun bir yerleşme alanı olmadığı gibi endüstriyel faaliyetler de önemli değildir. Dolayısıyla, şimdilik evsel ve endüstriyel atık sularla kirlenme riski bulunmamaktadır. Ancak, havza içerisinde yer yer genişleyen tarım alanlarından kaynaklanan atıklar, su kalitesini önemli ölçüler de olmasa da etkilemektedir.

10.1.23.Burdur Kapalı Havzası

6,374 km² yağış alanına sahip olup, yıllık ortalama debisi 0,50 milyar m³ civarındadır. Burdur Gölü, Acı Göl, Salda Gölü gibi göller ve Burdur Gölü'nü besleyen Bozçay, Suludere, Keçiborlu akarsuları, havzanın en önemli su kaynaklarıdır. Havzanın suları, önemli konsantrasyonlar da olmasa da evsel, endüstriyel ve tarımsal atık sulara maruz kalmaktadır.

10.1.24. Akarçay Havzası

Havza, 7,605 km² yağış alanına sahip olup, yıllık ortalama debisi 0,49 milyar m³ civarındadır. Havzanın en önemli akarsuyu Akarçaydır. Ayrıca, Adıyan Suyu, Nacak Deresi, Kali Çayı, Engilli Deresi, Araplı Deresi, Çay Deresi, Değirmen Deresi gibi akarsularla Akşehir, Eber ve Karamuk Gölleri yer almaktadır. Yapılan araştırmalara göre, NO₂ ve NH₃ gibi kirleticiler, havza bazında yüksek olup, bu kriterler bakımından su kalitesi 3 ve 4. Sınıf olarak belirlenmiştir. Akarçay üzerinde şeker ve alkol fabrikaları bulunmaktadır.

Havzada yer alan yerleşim alanlarına ait kanalizasyon şebekeleri ve atıksu arıtma tesisleri, katı atıklar ve küçük ve orta ölçekli sanayi işletmeleri, tarımsal kirlilik ve jeotermal kirlilik (jeotermal suların Akarçay'a deşarj edilmesi) kirlilik kaynaklarını oluşturmaktadır. Eber Gölü'nün en belirgin kirleticileri; Afyon kanalizasyonu, Organize Sanayisi ve diğer sanayiler, yerleşim merkezlerinin atıkları, Afyon Şeker Fabrikası, Afyon Alkol Fabrikası, Avşar Emaye Fabrikası, tarım alanlarının kirleticileri ve düzensiz kamış hasatıdır. Afyon Seka Selüloz Fabrikası'nın kapatılmasından sonra Karamuk Gölü'nün kirlenmesinde, tarım alanları, küçük yerleşim merkezlerinin atıkları ve düzensiz kamış hasatı etkili olmaya başlamıştır.

Havza’da 1960’lı yıllardan itibaren verimi artırmak için zirai faaliyetlerde pestisit ve kimyevi gübre kullanımında büyük artışlar olmuştur. Değişik amaçlarla ormanlık alanların ve yeşil alanların tahrip edilmesi sonucu, erozyonla biyolojik zenginliklerin yok olması, orman ve mera alanları bakımından oldukça fakir durumda olan havza için erozyon büyük zararlara yol açmaktadır. Afyonkarahisar Belediyesi Atık su arıtma tesisi çıkışında, atık su değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında çözünmüş oksijen (ÇO), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) bakımından 4. Sınıf kalite kriterlerinin üzerinde değerler göstermektedir (Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı, 2008).

10.1.25. Doğu Akdeniz Havzası

Havza, 22,048 km² yağış alanına sahip olup, yıllık ortalama debisi 11,07 milyar m³ civarındadır. En önemli akarsuyu, Göksu Nehri ve kollarından olan Ermenek Çayıdır. Ayrıca, Katadran Dere, Bozyazı Çayı, Lamas Çayı, Alara Çayı, Tarsus Çayı gibi akarsulara sahiptir. Havzanın en önemli akarsuyu olan Göksu Nehri, Taşeli Platosu’ndan doğarak, uzunca bir süre derin kanyon içerisinden akıp, Göksu Deltası’nı oluşturduktan sonra Akdeniz’e dökülür. Havzanın yağış alanının yarısı yaklaşık Göksu Nehri’ne aittir (10,000 km²) Hadım Göksuyu ve Ermenek Göksuyu adıyla bilinen kollar Mut yakınlarında birleşirler. Göksu Nehri Silifke Kenti’nden geçerken, yerleşmenin arıtılmamış kanalizasyon sularını almaktadır. Ayrıca, çok sayıda büyük-küçük imalat sanayiye ait atık sularla da kirlenmektedir. Bunların dışında, tarımsal kökenli ilaç ve gübreler de önemli kirletici kaynaklar arasındadır.

Uygulamalar

- 1) Türkiye'nin havzaları ve su kaynaklarının tuzluluğu incelemelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Türkiye su kaynaklarını tuzluluk oranlarına göre değerlendiriniz.
- 2) Su kalitesi açısından türkiyenin hangi havzaları fazla sorun taşımaz? Araştırınız

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Su kirliliği, insan etkileri sonucunda, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, bir yanda suyun kalitesi, diğer yanda ise bu kaliteye bağlı olarak çeşitli kullanımlara yönlendirilecek su potansiyeli büyük önem taşımaktadır. Türkiye su kalitesinde birçok faktör gibi tuz konsantrasyonu da belirleyici olmakla birlikte, önemli bir sorun oluşturmamaktadır.

Türkiye su kaynaklarının tuzluluk incelemeleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Çalışmalardan, yaklaşık 69 adet nehirle ilgili sonuç elde edilmiştir. Sulama suyu tuzluluk değerlerine göre, nehirlerin %85,5'i 0,7 ds/m'den düşük tuzluluğa, %13'ü 0,7-2,0 ds/m arasında ve %15'i de 2,0 ds/m'den yüksek tuzluluğa sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Ancak, genel olarak, Kızılırmak Havzası'nda yer alan Kızılırmak Nehri ve Karanlık Dere dışında, Türkiye akarsularında önemli bir tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Bunların büyük bir çoğunluğunda gerek yıllık, gerekse mevsimlik bazda ortalama tuzluluklar 0,7 dS/m'in altındadır. Bu kalitedeki suların ise sulamada genelde sorunsuz olarak kullanılması olasıdır. Türkiye'de nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, tarımsal ilaçlar ve gübrelere bağlı olarak akarsu, göl ve denizlerde su kirliliği hızla artmaktadır.

Bu bölümde Türkiye akarsu havzaları, coğrafi potansiyelleri ve sorunları açısından değerlendirilmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki bilgilerin doğru olup olmadığını irdleyiniz.

Ergene Nehri, Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi'nin tekstil, makina ve sanayi tesislerinin arıtılmadan deşarj edilen atık suları, bunun yanında Çorlu'da faaliyet gösteren çeşitli fabrikaların atıkları ve Çerkezköy, Uzunköprü ve Kırklareli gibi yerleşim yerlerinin evsel atık suları tarafından kirletilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdleyiniz.

Gediz Havzası, bulunduğu konum gereği, hızla sanayileşen bir bölgedir. Kimya, deri, tarımsal endüstri, konfeksiyon, metal sanayi gibi yörede hızla gelişen sanayi sektörleri, yeterli önlem alınmadığından, yoğun kirliliğe neden olmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdleyiniz.

Antalya Havzası içerisinde, Manavgat Nehri Havzası'nda gerek yüzey gerekse yer altı sularında yoğun bir kirlenme gözlenmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdleyiniz.

Türkiye'nin toplam su potansiyelinin yaklaşık 1/3'ini barındıran, Fırat ve Dicle Havzaları, nüfus yoğunluğu ve sanayi faaliyetlerinin fazla olmaması ve şimdilik sınırlı tarım potansiyeli nedeniyle suları önemli ölçüde kirlenmemiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdleyiniz.

Yeşilirmak ve Çoruh havzalarında olduğu gibi Batı Karadeniz Havzası'nda da endüstriyel kirlilik açısından en yoğun ve öncelikli olarak ele alınması gereken sektörler Petro-kimya ve deri sanayileridir.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz

Türkiye’de su kirliliği konusu Haliç, İzmir ve İzmit Körfezleri’nin kirlenmesi ile gündeme gelmiş, bunu diğer akarsular, göller ve denizlerdeki kirlilik sorunları izlemiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Kuzey Ege Havzası’nda yer alan Kocabaş Çayı, Biga İlçesi’nin evsel ve deri, mandıra gibi sanayi kuruluşlarının atık sularını almaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Asi Havzası’nın Türkiye ve Suriye’deki bölümlerinde gerçekleştirilen arazi kullanımı ve ürün desenindeki değişim nehrin akım ve rejimi üzerinde etkili olan faktörler arasındadır.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Fırat Havzası’nın su toplama alanı dikkate alındığında, Türkiye’nin üçüncü büyük akarsu havzası olduğu anlaşılır.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Yeşilirmak Havzası, Karadeniz’de, Bakır yükünün en yüksek olduğu havzalardan birisi olup, büyük ölçekli bakır işletmelerinin bulunduğu atıksuları arıtılmamaktadır.

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)a, 5)b, 6)a, 7)b, 8)a, 9)b, 10)a

11.TÜRKİYE GÖLLERİNİN-SULAK ALANLARININ SORUNLARI VE YÖNETİMİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

11.1. Türkiye Göllerinin Sorunları

11.1.1. Sapanca Gölü

11.1.2. İznik Gölü

11.1.3. Ulubat Gölü

11.1.4. Manyas Gölü

11.1.5. Büyük ve Küçük Çekmece Gölleri

11.1.6. Beyşehir ve Suğla Gölleri

11.1.7. Eğirdir ve Kovada Gölleri

11.1.8. Burdur Gölü

11.1.9. Acı Göl

11.1.10. Salda Gölü

11.1.11. Kestel Gölü

11.1.12. Köyceğiz Gölü

11.1.13. Amik Gölü

11.1.14. Akyayan ve Akyatan Gölleri

11.1.15. Tuz Gölü

11.1.16. Eber, Akşehir, Çavuşçu Gölleri

11.1.17. Seyfe ve Tuzla Gölleri

11.1.18. Acı Göl

11.1.19. Mogan ve Emir Gölleri

11.1.20. Van Gölü

11.1.21. Sultansazlığı

11.1.22. Göksu Deltası

11.1.23. Kızılırmak Deltası

11.1.24. Gediz Deltası

11.1.25. Yumurtalık Lagünü

11.1.26. Meke Maarı (Tuzla Gölü)

11.1.27. Kızören Obruğu

11.2. Türkiye’de Deniz ve Kıyı Alanlarında Kirlilik

11.2.1. Karadeniz

11.2.2. Marmara Denizi

11.2.3. Ege Denizi

11.2.4. Akdeniz

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye göllerinin kirletici kaynakları nelerdir?
- 2) Sulak alan nedir? Çevrenizde hangi sulak alanlar vardır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye Göllerinin Sorunları ve Yönetimi	Türkiye göllerinin sorunlarını belirleyerek yönetim ve planlama eksikliklerini değerlendirmek	Türkiye göllerinin sorunlarını belirleyerek yönetim ve planlamasını genel olarak değerlendirmek
Türkiye Sulak Alanlarının Sorunları ve Yönetimi	Sulak alan kavramının kapsamını algılayarak, Türkiye sulak alanlarının sorunları ve yönetimi hakkında fikir oluşturmak	Sulak alan kavramını öğrenmek ve Türkiye sulak alanlarının sorunlarını irdelemek
Türkiye Denizleri ve Kıyı Alanlarının Sorunları	Türkiye kıyı alanları ve denizlerin su kalitesinde etkili olan faktörler ve sorunları kavramak	Türkiye kıyı alanları ve denizlerin su kalitesini değerlendirmek

Anahtar Kavramlar

- Sulak alanlar
- Kıyı alanlar
- Göller
- Su ekosistemi

Giriş

Türkiye’de, zamanla göllerin de akarsular gibi hızla kirlendikleri görülmektedir. Örneğin; Sapanca Gölü çevresindeki yerleşim, sanayi ve tarımsal faaliyetler, göl sularının kalitesini değiştirmektedir. Manyas Gölü çevresindeki 34 yerleşim ve 40 kadar da sanayi tesisinin atıksuları ile tarım alanlarından gelen gübreler, ötrofik karakterdeki gölün azot-fosfor dengesini olumsuz yönde etkilemekte, burada konaklayan ve kuluçkaya yatan kuşlar başta olmak üzere, tüm su canlılarını tehdit etmektedir. İznik Gölü, Orhangazi Sanayi Sitesi’nin atıksuları ile İznik ilçesinin mezbaha atıkları tarafından kirlenmektedir. Tuz Gölü, DSİ tarafından Konya Ovası’nın yüzey sularını tahliye etmek amacıyla açılan Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı’na verilen evsel ve endüstriyel sularla kirlenmekte, Türkiye’nin tuz üretiminin %55. ini karşılayan gölün tuz üretimi düşmekte ve tuz kalitesi bozulmaktadır. Keban Baraj Gölü, kanalizasyon atıksuları, sanayi tesislerinin atıkları, tarımsal amaçlı gübre ve tarım ilaçları tarafından kirlenmekte, bunun yanında yağışlarla taşınan yılda 31,5 milyon ton sedimentle dolmaktadır. Gölde 1974 yılından bu yana toplanan sediment miktarı, Türkiye’nin erozyonla bir yılda kaybettiği toprak miktarına eşittir ve erozyon etkisindeki alan

%91 gibi yüksek bir orandadır. Son 40-50 yılda 1 milyon 250 bin hektarlık sulak alanın yok olduğu Türkiye’de, çok sayıda canlı türü de, yok olmuştur. Sulakalanlar ve bunların sahip olduğu yüksek ekosistem zenginliği ve biyoçeşitliliği yanlış ve verimsiz tarım politikalarıyla yok olmaya başlamıştır.

Sulak alanlar dünya yüzeyinin yaklaşık %6’sını kaplar. 2 Şubat 1971 yılında İran’ın Ramsar kentinde imzalanan ve sulak alanların korunmasını ve akılcı kullanımını hedefleyen, kısaca **Ramsar Sözleşmesi** (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Önele Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi) olarak bilinen sözleşmeye göre, sulak alan tanımı oldukça farklı alanları kapsar. Bataklıklar, turbalıklar, taşkın düzlükleri, nehirler, göller, tuzlalar, mangrovlar, deniz çayırı yatakları, mercanlar, gelgit anında altı metreden derin olmayan deniz kıyısı alanları gibi kıyı sulak alanları, atık su arıtım gölcükleri ve rezervuarlar gibi insan yapımı sulak alanlar da sulak alan tanımına dahildir.

Türkiye su ekosisteminin çok önemli bir kısmını oluşturan deniz ve kıyı alanları, diğer ekosistemler gibi kirlilik sorunu ile karşı karşıyadır. Hatta diğer ekosistemlere ait (atmosferik, karasal, gölssel vs.) kirleticiler de deniz ve kıyı ortamlarında toplanmaktadır.

Bu bölümde Türkiye gölleri ve sulak alanları, mevcut koşulları ve sorunları açısından tanıtılarak, bu alandaki planlama ve yönetim eksiklikleri değerlendirilecektir.

Türkiye’de, zamanla göllerin de akarsular gibi hızla kirlendikleri görülmektedir. Örneğin; Sapanca Gölü çevresindeki yerleşim, sanayi ve tarımsal faaliyetler, göl sularının kalitesini değiştirmektedir. Manyas Gölü çevresindeki 34 yerleşim ve 40 kadar da sanayi tesisinin atıksuları ile tarım alanlarından gelen gübreler, ötrofik karakterdeki gölün azot-fosfor dengesini olumsuz yönde etkilemekte, burada konaklayan ve kuluçkaya yatan kuşlar başta olmak üzere, tüm su canlılarını tehdit etmektedir. İznik Gölü, Orhangazi Sanayi Sitesi’nin atıksuları ile İznik ilçesinin mezbaha atıkları tarafından kirlenmektedir. Tuz Gölü, DSİ

tarafından Konya Ovası'nın yüzey sularını tahliye etmek amacıyla açılan Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı'na verilen evsel ve endüstriyel sularla kirletilmekte, Türkiye'nin tuz üretiminin %55. ini karşılayan gölün tuz üretimi düşmekte ve tuz kalitesi bozulmaktadır. Keban Baraj Gölü, kanalizasyon atıksuları, sanayi tesislerinin atıkları, tarımsal amaçlı gübre ve tarım ilaçları tarafından kirletilmekte, bunun yanında yağışlarla taşınan yılda 31,5 milyon ton sedimentle dolmaktadır. Gölde 1974 yılından bu yana toplanan sediment miktarı, Türkiye'nin erozyonla bir yılda kaybettiği toprak miktarına eşittir ve erozyon etkisindeki alan

%91 gibi yüksek bir orandadır. (Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu 49) Son 40 yılda 1 milyon 250 bin hektarlık sulak alanın yok olduğu Türkiye'de, çok sayıda canlı türü de, yok olmuştur. Sulakalanlar ve bunların sahip olduğu yüksek ekosistem zenginliği ve biyoçeşitliliği yanlış ve verimsiz tarım politikalarıyla yok olmaya başlamıştır.

Sulak alanlar dünya yüzeyinin yaklaşık %6'sını kaplar. 2 Şubat 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzalanan ve sulak alanların korunmasını ve akılcı kullanımını hedefleyen, kısaca **Ramsar Sözleşmesi** (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi) olarak bilinen sözleşmeye göre, sulak alan tanımı oldukça farklı alanları kapsar. Bataklıklar, turbalıklar, taşkın düzlükleri, nehirler, göller, tuzlalar, mangrovlar, deniz çayırı yatakları, mercanlar, gelgit anında altı metreden derin olmayan deniz kıyısı alanları gibi kıyı sulak alanları, atık su arıtım gölcükleri ve rezervuarlar gibi insan yapımı sulak alanlar da sulak alan tanımına dahildir.

Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların arıtılmadan sulak alanlara verilmesi, su kaynaklarının kalitesini olumsuz etkilemekte, mevcut kullanılabilir su kaynaklarına büyük ölçüde kısıtlama getirmektedir. Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinin %25'inde atıksular arıtılmadan doğal ortama verilmektedir. Diğer taraftan, Türkiye'deki 3,215 belediyenin sadece %8'inde arıtma tesisi vardır. Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre, Türkiye'de 1327 sulak alanın 135 adedi uluslararası öneme sahip sulak alan olarak belirlenmiştir. 76 alandan 56'sı su kuşları, 4'ü balık, 16'sı ise hem su kuşları, hem de balık kriterleri bakımından uluslararası öneme sahiptir. Türkiye 13 Kasım 1994 tarihinde Ramsar sulak alanlar Sözleşmesi'ne taraf olmuştur. 2008 yılına gelindiğinde, Türkiye'de 12 sulak alan Ramsar alanı olarak ilan edilmiş olup, 198 alan uluslararası öneme sahip sulak alan olarak tespit edilmiştir (Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Türkiye Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu, 2008).

11.1.Türkiye Göllerinin Sorunları

11.1.1.Sapanca Gölü

Güney Marmara Bölümü'nde yer alan dört tektonik gölden birisidir. Tektonik bir depresyon (İzmit Körfezi- Sapanca Oluğu) içerisine yerleşmiş olan Sapanca Gölü, yaklaşık 42 km² bir alan kaplamakta olup, 311 km²'lik drenaj alanına sahiptir. Gölün en derin yeri 61 metre civarındadır. Gölü, kuzey ve güneyindeki yüksek sahalardan kaynaklanan Karaçay, Yanık Dere, Kuruçay, Mahmudiye Deresi, Keçi Dere, Sarp Dere, Koca Dere, Arifiye Deresi, Liman Dere, Eşme Dere, Tuzla Dere, Balıkhanne deresi ve daha birçok küçük akarsu beslemektedir. Sapanca Gölü, özellikle Adapazarı Kenti'nin içme suyu ihtiyacının karşılanmasında önemli bir yere sahip olduğu gibi birçok endüstri kuruluşuna ve tarım alanlarına da su sağlamaktadır. Sapanca Gölü'nün fazla suları, ayağı olan Çark Suyu aracılığı ile Sakarya Nehri'ne akmaktadır. Göl çevresinde konumlanmış olan birçok sanayi kuruluşu, atık sularını göle boşaltmaktadırlar. Ayrıca, göle dökülen dereler aracılığı ile evsel atık sular da taşınmaktadır. Sapanca Gölü çevresi, yoğun bir yerleşim ve endüstri alanı olduğu gibi zirai potansiyeli de yüksektir. Dolayısıyla, tarım alanlarında kullanılan özellikle tarımsal ilaçlar ve suni gübreler, sulama suyu ve yağışlarla birlikte göle taşınarak, su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. DSİ tarafından yapılan ölçümlere göre, göl suyunun kalitesinin, özellikle çinko ve bakır başta olmak üzere, ağır metallerle bozulduğu anlaşılmaktadır. Marmara Kuzey Sanayi Kuşağının doğu ucundan etkilenen Sapanca Gölü'nün su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması için özellikle sanayi tesislerine ve yerleşim alanlarına ait atık suların arıtılması gerekmektedir. Ayrıca, yeni sanayi tesislerinin kurulmasına izin verilmemelidir.

11.1.2.İznik Gölü

Marmara Bölgesi'nin tektonik çukurluklarından birine (Gemlik Körfezi-İznik-Pamukova Oluğu) yerleşmiş olan İznik Gölü de tektonik asıllıdır. Yaklaşık 310 km²'lik yüz ölçümüne sahip olan gölün 1246 km² yağış alanı vardır. Elips şeklinde olan İznik Gölü'nde en fazla derinlik 65 metre civarında olup, göl bütünüyle derindir. Göle, Karadere ve Kocadere sürekli olarak su taşımaktadırlar. Göle dökülen derelerin akımları zayıf olmakla birlikte, çevresindeki yüksek alanlar yağışlı dönemlerde önemli miktarda yağış alarak, göle iyi bir kaynak oluşturmaktadırlar. Gölün fazla suları, doğrudan bir ayakla Gemlik Körfezi'ne ulaşmaz. Gölün gidegeni olan Garsak Deresi, batı kıyısında bulunan bir kum-çakıl deposundan sızarak, çıkmakta ve Gemlik Körfezi'ne ulaşmaktadır. Gölün doğusunda yer alan İznik Ovası'nda, tarım faaliyetleri yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Batı tarafında yer alan Orhangazi'de ise sanayi faaliyetleri önem taşımaktadır. Dolayısıyla, Göl suları tarımsal ve endüstriyel kökenli atıksulara maruz kalmaktadır. Özellikle, Orhangazi'de yer alan tekstil, metal, kimya sanayi gibi endüstriyel kuruluşlar, atık sularını, Orhangazi'nin kanalizasyon sularını, Gölayağı Deresiyle birleşen Nadir Kanalı'na deşarj etmektedirler. Ayrıca, İznik'in mezbaha atıkları da gölün önemli kirletici kaynaklarından.

11.1.3.Ulubat Gölü

Güney Marmara Bölümü'nün, güneye doğru, en son tektonik oluşu olan, Manyas-Karacabey-Ulubat-Bursa-Yenişehir-İnegöl Çukurluğu'nun en derin kısmına yerleşmiş göl çiftinden birisini oluşturur. Karacabey Ovası'nın doğusundaki çukurluğu kaplayan Ulubat Gölü, geniş, fakat az derindir. Göl, yaklaşık olarak, 156 km²'lik bir alan kaplamakta olup, en fazla derinlik, 4-5- metre ve ortalama derinlik 2 metre civarındadır. 10 413 km²'lik bir alanın sularını drene etmektedir. Kendisini besleyen akarsuların taşıdığı alüvyonlarla önemli ölçüde alan kaybetmiştir. Ulubat Gölü'nün en güçlü beslenme kaynağını Kirmasti Çayı (Mustafa Kemal Paşa Çayı) oluşturmaktadır. Gölün fazla suları, kuzeybatıda Ulubat Dersi adı ile bilinen kısa bir gidegenle Kocadere'ye boşalmaktadır. Göl suları, Mustafa Kemal Paşa Çayı ile birlikte önemli bir alanın sulanmasında kullanılmaktadır. Uluabat Gölü 2001 yılında Ramsar Statüsü kazanmıştır. Ayrıca, 2001 yılında 'Yaşayan Göller Ağı' na (Living Lakes Network) dahil edilmiştir. Günümüzde Uluabat Gölü bu ağa dahil olan 55 gölün 24 ortak kuruluşundan bir tanesidir. Ulubat Gölü'nün yakın çevresinde büyük kentler yer almamakla birlikte, özellikle Mustafa Kemalpaşa'nın evsel ve sanayi atık suları, aynı adı taşıyan akarsuya karışarak, Ulubat Gölü'ne boşalmaktadır. Bor Madenleri İşletmeleri Mustafakemalpaşa Çayı vasıtasıyla göle atık veren en önemli tesislerden biridir. Diğer endüstri tesislerinden de göle fosfor yüklü atık sular gelmektedir. Bu da göldeki besin yükünün artmasını ve dolayısıyla gölün berraklığını sağlayan su içi bitkilerini azaltarak, doğal dengeyi bozmaktadır. Bu durumdaki göl ötrofik hâle gelmekte ve zaman zaman alg patlamaları yaşamaktadır. Alg patlamasını takiben azalan oksijen miktarından dolayı, toplu balık ölümleri yaşanmaktadır. Ayrıca Akçalar Yerleşmesi'nin evsel atıkları ile birlikte küçük bazı sanayi tesislerinin ve mezbananın atıkları, göle deşarj edilmektedir. Gölün kirlenmesinde Susurluk Çayı'nın da etkisi vardır (ters akım). DSİ tarafından yapılan gözlemlere göre; göl ötrofik bir durum kazanmıştır. Bu durum, özellikle tarım arazilerinden kaynaklanan gübre ve evsel atıklarla gelen deterjan birikiminin bir sonucudur. Böylece, zamanla gölde fosfat ve azot birikerek, ötrofikasyona yol açmıştır. Özellikle Mustafa Kemal Paşa Çayı'nın taşıdığı yüke bağlı olarak meydana gelen alüvyonlaşma, göl derinliğini azaltmaktadır. Kirlenme sonucunda, göl suyu doğrudan içme suyu olma özelliğini kaybetmiştir. Göl suları, özellikle askıda katı madde, arsenik, biyolojik oksijen ihtiyacı, fosfat, demir gibi maddelerce kirletilmiştir.

Uluabat Gölü' nün doğu kısmında yapılan bir çalışmaya göre (Alkan ve diğerleri, 1999); Göl'ün birkaç noktasının IV. sınıf (çok kirlenmiş su) olmasına karşın diğer noktaların III. sınıf (kirli su) olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre; Gölün içme suyu temini, rekreasyon, balık üretimi, sulama suyu gibi amaçlar için kullanımı sakıncalıdır. Göl'ün III. Sınıf konumundaki noktaları; gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç diğer endüstrilerde uygun bir arıtmadan sonra kullanılabilir. Ancak IV. Sınıf konumundaki sular daha düşük kalitede yüzeysel suları ifade ettiğinden, bu amaçlardan hiçbirini için kullanılamaz. Ayrıca, sedimentte yapılan analiz sonuçlarına göre, bazı noktalarda gram başına çok fazla fekal ve toplam koliform vardır. Gölde, türbülans olması durumunda, sedimentte bulunan bu bakterilerin suya karışma ihtimali çok yüksektir. Bunun sonucunda da, gölün batı kısmının su kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Uluabat Gölü'nün, Bursa Kenti'nin 2010 yılı sonrası, içme-kullanma suyu olarak kullanılması düşünülmüş, ancak mevcut kirlilik dolayısıyla bunun

uygulanabilirliği zayıflamıştır. Belirtilen olaylar sonucunda, günümüzde, gölün hem rekreasyon hem de balıkçılık amacıyla kullanımı büyük ölçüde tehlikeye girmiştir.

11.1.4.Manyas Gölü

Manyas Gölü (Kuş Gölü) de tektonik asıllı olup, Karacabey tektonik çukurluğunun batı tarafına yerleşmiştir. Yaklaşık olarak yüz ölçümü 178 km² olan gölün maksimum derinliği 5 metre olmakla birlikte, önemli bir kısım, 1-2 metre derinliktedir. Dolayısıyla sığ bir tatlısu gölüdür. Göl Türkiye’de, A sınıfı, tek kuş cenneti millî parkıdır. Manyas Gölü’nü, güneyden giren Kocaçay beslemektedir. Ayrıca kuzeyden de Sığircı Deresi dökülmektedir. Gölün gidegeni ise güneydoğu uçtan çıkan Karaderedir. Susurluk Çayı ile birleşerek, Kocadere adını alır. DSİ’nin Karadere üzerinde yaptığı ölçümlere göre; göle doğrudan verilen yada gölü besleyen derelerle göl suyu kirlenmektedir. Özellikle, sanayi kuruluşlarından kaynaklanan atık sular, çinko, kurşun, arsenik, antimon, bor gibi ağır metaller ve zehirli maddeler içermektedir. Bilindiği gibi Manyas Gölü’nün yakın çevresinde birçok gıda, yem, çelik, makine gibi çeşitli alanlara ait sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Ayrıca, gölün de içerisinde yer aldığı Karacabey Depresyonu’nun aynı adı taşıyan ovasının, zirai potansiyeli çok yüksektir. Dolayısıyla, tarım alanlarından kaynaklanan klorlu, fosfatlı, karbonatlı pestisitler ve suni gübreler göle taşınarak, suyun kalitesini etkilemekte ve ötrofik karakterde olan gölün azot- fosfat dengesini bozmaktadır. Göl çevresinin yoğun bir yerleşmeye sahne olması nedeniyle, göle önemli miktarda evsel atık karışmasına neden olmakta ve özellikle deterjan kirliliği öne çıkmaktadır. Ayrıca, erozyonal faaliyetlerin bir sonucu olarak, Ulubat Gölü’nde olduğu gibi Manyas Gölü de bir taraftan alan kaybederken, diğer taraftan derinliği azalmaktadır.

Sığircı Deresi’nin oluşturduğu 64 hektarlık delta,1959 da Millî Park ilan edilmiştir. Manyas Gölü ve yakın çevresini içine alan 25,000 hektarlık alan ise 1996 yılında Yaban Hayatı Koruma Sahası ilan edilmiştir. Göl ve yakın çevresi 1981 yılında I. derece doğal sit alanı statüsüne kavuşturulmuştur. Son zamanlarda havzada gelişen sanayi ve tavukçuluk gölü besleyen suların kalitesinin bozulmasına neden olmuştur. Göldeki su kalitesinin ve doğal su rejiminin bozulması, ekolojik döngü üzerinde etkili olmuş ve bazı türlerin alandan uzaklaşmasına neden olmuştur (Çevre ve Orman Bakanlığı, Sulak Alanlar Dairesi,1998).

Yöredeki sanayi daha çok tarıma dayalı küçük işletmeleri kapsamaktadır. Bunlar, konserve, gübre, salça, un ve bitkisel yağ fabrikaları ile tavukçuluk işletmeleridir. Bunun yanı sıra Bandırma’da, boraks, asitborik ve sülfürik asit fabrikaları mevcuttur. Göl çevresinde tarım alanı açmak için saz alanları yakılmaktadır. Saz yangınlarına geçmişte daha sık rastlanırken, günümüzde azaltılmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, Manyas Gölü Sulak Alan Yönetim Planı, 2007).

11.1.5.Büyük ve Küçük Çekmece Gölleri

Marmara Denizi’nin kuzey kıyılarında yer alan Çekmece gölleri, deniz basmasına uğrayarak, önce koy hâline geçmiş, daha sonra lagün karakteri kazanmış eski vadi ağızlarıdır. Bunlardan Küçük Çekmece Gölü’nde eski koyu, denizden ayıran kıyı kordonu, koyun hemen

ağız kısmında yer almaktadır. Büyük çekmece Gölü'nde ise kordon koyun ortasındadır. Küçük Çekmece Gölü 14 km², Büyük Çekmece Gölü 10 km² alan kaplamaktadır. Ancak, Büyük Çekmece Gölü'nün önünde kendisinden daha geniş olan bir koy vardır. Göllerin denizle olan bağlantıları kesilmemiş ve kendilerini besleyen derelerin güçlü akım özelliği taşımamaları nedeniyle, göl suları tuzluluklarını kısmen korumuşlardır. Küçük Çekmece Gölü'nde en fazla derinlik 20 metreyi bulurken, Büyük Çekmece Gölü'nün enderin yeri 3,5 metre olup, genellikle sığdır. Ancak, koya geçildiğinde derinlik artarak, koy ağzında 35 metreyi bulmaktadır.

Büyük ve Küçük Çekmece Gölleri arasındaki sahanın arazi kullanımındaki değişimi araştıran Karakuyu ve diğerleri (2008), 1987 ve 2004 yılları arasında, 17 yıllık zaman diliminde endüstri ve sanayi için kullanılan arazi oranının 6 kat arttığını bildirmektedirler. Araştırmacılar, 1963'ten 2004'e kadar geçen süreç içinde konut ve sanayi alanlarının genişlemesinin söz konusu sahadaki tarım alanlarını doğrudan etkilediğini ve % 48 oranında azalma olduğunu bildirmektedirler. Günümüzde, Küçükçekmece ve Büyükçekmece su havzaları sınırları içerisinde kalan sahada yoğun tarım alanları bulunması ve Havzaların imara kapalı olmasının, bu alanların korunmasında oldukça etkili bir rol oynadıklarına dikkat çekilmektedir. 1980'lerden itibaren şehrin batı yakasına doğru gerçekleşen nüfus hareketinden, önce Küçükçekmece İlçesi ardından da belli bir zaman periyodunda yazlık ve mesire alanları olarak değerlendirilen Avcılar ve Büyükçekmece ilçeleri etkilenmiştir. Alanın büyük bir bölümünde hızlı büyümenin en büyük dezavantajı olan plansız yerleşmenin, bütünüyle çevre ve özellikle de ilgili göllerin su kalitesi üzerinde önemli derecede olumsuz etkisi görülmektedir.

Hadımköy'de, Sazlıdere ve Büyükçekmece Gölü su toplama havzaları içerisinde hızla büyümekte olan sanayi alanları ve depolama tesisleri ve bunların çevresinde düzensiz ve kontrol edilemez bir şekilde gelişmekte olan yerleşim alanları, havzalar için çok etkili tehditler oluşturmaktadır. Bu durum, İstanbul'un doğal ve ekolojik yapısını tehdit etmekte ve temel yaşam kaynaklarının yok olması tehlikesini ortaya çıkarmaktadır.

Çatalca Yarımadasının iç kesimlerinden kaynaklanan Eşkinöz Deresi, Sazlı Dere ve Nakkaşdere tarafından beslenen Küçük Çekmece Gölü'nün geçmişte balık türleri açısından zengin olduğu bilinmektedir. Günümüzde bu özelliğini kaybetmiş olan göl suyunun, çeşitli araştırmalarda yapılmış olan analiz sonuçlarına göre, suni ve doğal yollardan kirlendiği ve özellikle ağır metal birikiminin olduğu belirtilmektedir. Küçük Çekmece Gölü'nün sularının kirlenmesinde; göl çevresinde görülen hızlı yapılaşma ve buna bağlı olan alt yapı sorunları ve sanayi kuruluşlarının atık sularını göle deşarj etmesi, göl havzasının koruma planı dışında tutulması, yakınındaki Halkalı çöplüğünün önemli bir kirletici kaynak olması, Sazlı Dere üzerinde yapılan barajla gölü besleyen su miktarının önemli ölçüde azalması ve göl kıyılarının çeşitli amaçlarla doldurulması gibi faktörlerin etkili oldukları söylenebilir (Orhon ve diğerleri, 1988). Küçük Çekmece Havzası, içme ve kullanma suyu sağlayan yüzeysel su kaynağı özelliği taşımaktadır. Dolayısıyla, İstanbul'un Avrupa yakasının su ihtiyacının karşılanmasında, büyük role sahiptir. 1990'lı yılların başlarında göl çevresinde, 160 civarında

sanayi tesisinin bulunduğu ve bunların önemli bir kısmının metal ve plastik işleme tesislerinden meydana geldiği bilinmektedir (Orhon ve diğerleri, 1988).

11.1.6.Beyşehir ve Suğla Gölleri

Batı Toroslar'ın doğusunda yer alan bu göller, tektonik asıllıdır. Bunlardan Beyşehir Gölü, yaklaşık 651 km² yüzölçümü ile Batı Toros Gölleri'nin en büyüğüdür. Ancak, göl alanı yağışlı yıllarda 750 km²'ye çıkabilmektedir. Son zamanlarda ise 550 km²'ye kadar düşmüştür. Yağış alanı, 1246 km² olan göl, 1121 metre yükseltide bulunmaktadır. Derinlik, en fazla batı tarafta olup, 70 metreyi geçmez. Diğer alanlarda ise 20 metrenin altında kalmaktadır. Gölde farklı büyüklükte 22 civarında ada vardır. Göl genellikle yağışlarla yaz döneminde kuruyan derelerle beslenmekte olup, fazla sularını kısmen Suğla Gölü'ne boşaltan güneydoğu tarafta bir gidegeni bulunmaktadır. Ayrıca, Suğla Gölü'nden çıkan bir gidegen Çumra çevresine ulaşmaktadır. Göl güneybatı tarafta, birçok düden aracılığı ile de su kaybettiğinden, suları tatlıdır. Türkiye'nin en büyük tatlısu gölü olan Beyşehir'den, birinci derecede balıkçılık, içme ve sulama suyu, sazlık, kum sahası ve turizm amaçlı olarak yararlanılmaktadır. Daha önceki yıllarda, Günay (1985) ve Merter (1986) tarafından, Beyşehir Gölü su kalitesi gözlem sonuçlarının değerlendirilmesine göre, göl suyu temiz ve içilebilir niteliktedir. İçme suyu ve su ürünleri yetiştirme amaçlı kullanıma son derece uygun bir göldür. Ayrıca göl sularının büyük bir kısmı, çevresindeki tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Ancak, daha sonraki yıllarda yapılmış olan ölçümler, göl suyunun kirlendiğini ortaya koymaktadır. Örneğin; Ayhan ve Ark (1996) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; göl suyu, koliform bakteri açısından oldukça kirli durumdadır. Ancak, tarım, sanayi ve diğer alanlardaki kullanımlar için uygunluğu belirtilmektedir. Çalışmada, gölün, kendisini besleyen derelerle, çevresindeki yerleşim alanları ve sanayi tesislerinin (Yeşildağ krom işletmesi ve Huğlu, Üzümlü silah sanayi) atık suları ile kirlendiğine de dikkat çekilmektedir. Özellikle, göl çevresindeki yerleşim alanlarından kaynaklanan fosseptik ve akarsularla önemli miktarda deterjan taşındığı belirlenmiştir. Göl içerisinde artan fosfor miktarı, göl alanının zamanla daralmasına ve giderek artan fosforlu gübre kullanımına bağlanmaktadır. Ancak 1996'lı yıllarda göldeki fosfor miktarı önemli sorun oluşturmamakla birlikte, Üstünler Deresi, Bademler Deresi ve Deliçay kanalının göle karıştıkları alanlarda fosfor ve azota bağlı ötrofikasyon süreci başlamıştır. Daha sonraki yıllarda, Şanda ve Özbek'in (2006) yaptıkları çalışmada ise gölde çinko ve demir gibi ağır metal konsantrasyonlarının yüksekliğine dikkat çekilmiştir. Kadmium, bakır ve mangan ise bazı noktalarda yüksek bulunmuştur. Kirleticilerin yüksek olduğu alanların kanalizasyon, sanayi atıklarının yakın çevresi veya tarımsal alanlardan göle ulaşan dereler oldukları belirtilmiştir. Bilindiği üzere, Beyşehir Gölü çevresindeki ofiyolitli serilere bağlı olarak krom, manganez ve demirli boksit yatakları bulunmaktadır. Bu durum Beyşehir Gölü'nde doğal demir birikimine yol açmaktadır.

Beyşehir Gölü, ağır metal analiz sonuçları; suda ağır metal kirliliği olmadığını, ancak, gölün bazı yerlerinde sediment ve bitkilerde ağır metal içeriğinin yüksek olması, gelecekte, kirlilik boyutuna ulaşabileceğine işaret etmektedir. Nas ve Ark'ın (2007) çalışmalarına göre, göl havzasında, atıksularını kanalizasyon yoluyla uzaklaştıran belediyelerin büyük kısmının atıksuları derelerle göle boşaltılmaktadır. Evsel atıksuların arıtılmadan göle verilmesiyle azot,

fosfor ve organik madde miktarı artarak, sucul bitkilerin çoğalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bu konuda, göle karışan gübre ve sediment taşınımının da rolü vardır. Kıyı florasının zamanla gölün iç kısımlarına doğru ilerlemesi sonucunda ise göl ekosisteminin önce değişeceği, daha sonra bataklık durumu kazanacağı ve en sonunda da karasal bir ekosisteme dönüşmesi beklenmektedir. Günümüzde, gölün temel sorunları arasında, yağış yetersizliği, göl suyunun fazla kullanılması, sediment taşınımı ve biyolojik çeşitliliğin tehdit altında olması gösterilmektedir.

Suğla Gölü ise Beyşehir Gölü'nün güneydoğusunda, yaklaşık 40 km kadar uzaklıkta yer alan, büyük bir kısmında derinliği 7 metrenin altında olan bir göldür. Beyşehir ve Suğla gölleri arasında hidrolojik bir bağlantı mevcuttu. Beyşehir Gölü'nden çıkan bir ayak, Seydişehir Depresyonu üzerinden Suğla Gölü'ne akmakta idi. Ancak, günümüzde, Suğla Gölü tarımsal amaçlı olarak kurutulmuştur. Seydişehir İlçesi'nde inşa edilen Suğla Barajı ile Konya Ovası sulandığı gibi göl çevresinde 14 600 ha arazi tarıma açılarak, Suğla Gölü, birçok göl gibi sulak alan olma vasfını yitirmiştir.

11.1.7.Eğirdir ve Kovada Gölleri

Batı Toroslar'ın orta kısmına yerleşmiş olan Eğirdir Gölü, yaklaşık 517 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Gölün en derin yeri 13,5 metre olsa da ortalama derinlik 8-9 metre civarındadır. Eğirdir Gölü'nün iyice daraldığı yerin kuzeyinde kalan kısmına Hoyran Gölü adı verilmektedir. Eğirdir Gölü güneyde aynı adı taşıyan yerleşme yakınlarında daralarak, biraz güneyde son bulmaktadır. Daha sonra, dar ve uzun bir olukla, güneyde Kovada Gölü'ne bağlanmaktadır. Eğirdir ve Kovada Gölleri'nin bulunduğu depresyonlar, tektonik kökenli polye özelliği taşırlar (İnandık,1965). Geniş kalker formasyona bağlı olarak, karstik olaylarla birer polye durumu kazanmışlardır. Ponorların sonradan tıkanması ile de su ile dolarak göl hâline geçmişlerdir. Eğirdir Gölü'ne en çok suyu Sultan Dağları'ndan kaynaklananlar taşımaktadırlar. Batı kesimde ise göl daha ziyade karstik kaynaklarla beslenmektedir. Bunun dışında, bir kısmı yazın kuruyan Hoyran Deresi, Gelendost Deresi ve Çay Deresi gibi akarsular ve yağış suları da kaynak sağlamaktadır. Göl suları, başta Kovada kanalı olmak üzere, birçok düden ve sulamaya verilen sularla boşaltılmaktadır.

Eğirdir Gölü'nden içme suyu kaynağı, balıkçılık, sulama ve turizm amaçlı olarak yararlanılmaktadır. Eğirdir Gölü'nün başlıca kirletici kaynakları arsında, daha önceki yıllarda Eğirdir Kenti kanalizasyonu ile tıbbi atıklar gösterilirken, günümüzde bu kaynaklar artmıştır. Bilindiği gibi Eğirdir gölü çevresinde, başta elma olmak üzere, oldukça fazla miktarda meyve bahçesi bulunmaktadır. Bilinçsiz ve aşırı ilaçlama sonucunda, göl suyuna önemli miktarda tarımsal ilaç karışmaktadır. Ayrıca, tarım aletlerinin ilaçlama için göl kıyısında hazırlanması, ilaç partiküllerinin rüzgârla savrulması göl suyuna ulaşması, Püskürtme sonucu bitki ve toprak yüzeyinde kalan ilaçların yağmur ve sulama suları ile yer altı sularına iletilmesi ve göle ulaşması, İlaçlama sonrası göl kenarında alet ve ekipmanların temizlenmesi sonucu ortaya çıkan ilaçlı suların göle bulaştırılması, boşalmış ilaç kutularının bilinçsizce göle atılması gibi etkenler de rol almaktadır (Çevre Bakanlığı, 1999). Göl suyunda amonyak ve nitrat gibi kirleticilerin bulunması, evsel atıksulara bağlı gözükmektedir. Eğirdir Gölü su kalitesi analiz

sonuçları, gölün, Beyşehir, Eber ve Akşehir Gölleri'nden daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Su ürünleri açısından önemli bir potansiyele sahiptir.

Havzadaki en önemli akiferler batıda Uluborlu-Senirkent Ovası, kuzeydoğuda ise Hoyran, Gelendost ve Yalvaç ovalarında alüvyoner akiferler şeklinde bulunmaktadır. Havzadaki kireç taşları da çatlak ve erime boşluklarında yer altı suyu bulundurmaktadır. Tarhan'a (1998) göre, Eğirdir Gölü'nün kirleticileri olmasına karşın, yapılan gözlemlerde sayılan akiferlerin de kirleticilerinden etkilendiği ve hemen hepsindeki yer altı suyu akım yönünün Eğirdir Gölü'ne doğru olmasından, bu kirliliği dolaylı olarak Eğirdir Gölü'ne taşıyabileceği düşünülmektedir. Yapılan bilanço hesaplarına göre, Eğirdir Gölü'nün rezervinin her yıl %30'unun değiştiği, bu değişimin Göl'ün suyunun sürekli yenilediği ve buna bağlı olarak Göl'de kirliliğin çok yavaş bir hızla artmasının gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Eğirdir Gölü, ulusal ve uluslar arası seviyede kendisine özgü bir biyotop olup, endemik türler açısından da özel bir yeri vardır. Eğirdir Gölü çevresinde fazla sanayi tesisi olmamakla birlikte, özellikle son yıllarda yerleşim yerleri ve tarımsal faaliyetlerden gelen kirleticiler gölü tehdit etmektedir. Bundan dolayı; özellikle son yıllarda su kalitesi ve buna bağlı olarak da gölün biyolojik yaşam ve çeşitliliğindeki değişim dikkat çekmektedir.(Bulut ve diğerleri, 2009).

11.1.8.Burdur Gölü

Suludere-Yayladağ ve Söğüt Dağları arasında yer alan bir tektonik havzanın en çukur yerini kaplamaktadır. 184 km² yer kaplayan gölün deniz seviyesinden yüksekliği 845 metredir. Oluşumu, bir hayli eski bir kapalı havza gölü olması nedeniyle zamanla tuz biriktiğinden, göl suları tuzludur. Gölün toplam drenaj alanı ise 3,225 km² dir. Gölü besleyen önemli bir akarsu olmamakla birlikte, Bozçay Ulupınar, Bayındır, Büğdüz, Karna, Keçiborlu gibi derelerle birkaç kaynak gölü beslemektedir. Göl suyunun tuzlu olması çevresindeki tarım ve yerleşim alanları açısından problem oluşturmaktadır. Göl seviyesindeki değişimler de önemli sorunlara neden olmaktadır. Burdur Kenti'nin kanalizasyon suları artırılmadan göle verilmektedir. Ayrıca, göl yakınındaki süt ve şeker endüstrisine ait atıksular, Civlos Deresi aracılığı ile göle gönderilmektedir. Kapatılmadan önce, Kükürt İşletmesinin atıklarını tutan bir kül barajı olsa da buradan sızan ve taşan atıksular, Keçiborlu Deresi aracılığı ile göle boşaltılmıştır (Türkiye Çevre Sorunları, 1999). Burdur Gölü Suyu analiz sonuçlarına göre, magnezyum miktarı fazla olup, bu durum sertliğe ve yüksek oranda tuzluluğa neden olmaktadır. Göl suyunun sülfat ve klorür konsantrasyonları da çok yüksektir. Burdur Gölü'nde su seviyesindeki düşme, kirlilik, trofik düzey artışı ve habitat kaybı ana sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Burdur il Çevre Ve Orman Müdürlüğü (2008) tarafından yapılan araştırmaya göre; gölün kirletici kaynaklarının başında olan şeker fabrikası atıklarında yüksek oranda nitrat ve fosfat bulunmaktadır. Gölü kirleten diğer kaynaklar ise tarım arazilerinden dönen sular ve Burdur kentinin atıklarıdır. Burdur Gölü kirlilik göstergelerinde önemli oranlarda artış gözlenmektedir; bölgesel araştırmalar ise gölün özellikle Burdur merkez ve organize sanayiye yakın kısmında kirliliğin daha yoğun olduğunu göstermektedir. Burdur kent merkezinin evsel

atıklarının arıtılarak doğal ortama deşarjını sağlayacak olan Burdur Belediyesi'nce yapımı tamamlanan atıksu arıtma tesisi tamamlanmış olup su tutmaya başlamıştır. Havza içindeki doğal erozyon göle sediment taşınması ve bulanıklığının artmasına neden olmaktadır. Kuraklık göldeki su seviyesinin düşmesinde önemli bir etken olarak değerlendirilmektedir.

Burdur Gölü'nü besleyen dere ve çayların sularının barajlarda tutulması sonucu göl su seviyesi önemli ölçüde düşmüştür. Burdur Gölü'ne yılda ortalama 125 hm³ su getiren Bozçay'a yapılan müdahalelerin etkisi, bu dönemde hissedilmeye başlanmıştır. Bozçay'ın akışı, Karamanlı, Tefenni ve Belenli Barajlarının kurulması ve Karataş Gölü'nün bir rezervuara çevrilmesi sonucu önemli ölçüde azalmıştır. Son yıllarda, su tutma projeleri, tarımsal amaçlı sulama ve iklime bağlı yağış azalması nedeniyle Bozçay yoluyla Burdur Gölü'ne giren su miktarında azalma meydana gelmektedir. Burdur kent merkezinde ve çevre köylerde çok sayıda kuyu suyu kullanılmakta ve bu durum gölün su seviyesinin düşmesine etki etmektedir. Göldeki su seviyesinin düşmesi sonucu ortaya çıkan alanlarda tarımsal baskı oluşmakta ve habitat kayıpları yaşanmaktadır. Kapalı olan Keçiborlu Kükürt Fabrikası gibi göle kirletici etkisi yüksek olan fabrikaların atıklarının yıllarca göle verilmiş olması ve şehir kanalizasyonu ile Organize Sanayi Bölgesi'nin arıtma tesislerinin bulunmayışı, Burdur Gölü'nün kirlenmesinin ana kaynaklarıdır. Organik kirlilik yükü ve askıda katı madde miktarı ile ilgili değerler kanalizasyon ağzındaki kirliliğin çok yüksek boyutlarda olduğunu göstermektedir. Gölün ortalama Kimyasal Oksijen İhtiyacı değerine göre, gölün organik madde yönünden önemli oranda kirlendiği görülmektedir. Çalışmada, organik kirlilik yükünü gösteren kimyasal oksijen ihtiyacının özellikle Burdur şehir merkezine ve fabrikalara daha yakın olan alanda daha yüksek çıkması, bu bölgedeki organik kirlilik yükünü göstermesi bakımından önemlidir. Askıda Katı Madde (AKM) miktarı Kasım 2006 itibarıyla belirlenmiş olup, gölün önceki değerlerinden çok daha yüksek bulunmuştur. Kent merkezine hitap edecek olan Atıksu Arıtma Tesisinin yapımının gecikmesi, ayrıca ilde fosseptik çukurlarının sağlıklı şekilde inşa edilmemesi, sıvı atıkların vidanjörlerle çekildikten sonra gelişigüzel yerlere boşaltılması, zirai mücadele ilaçlarının bilinçsiz kullanımı, kimyasal gübre kullanımı gibi nedenler, yine kirliliğe etki eden faktörlerdir.

Burdur Gölü, Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme (RAMSAR) çerçevesinde uluslararası koruma altına alınmıştır. Ayrıca Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu tarafından da doğal sit alanı ilan edilmiştir. Burdur Gölü ve çevresinde 38 125 ha'lık alan ise 1993 yılında, Orman Bakanlığı, Millî Parklar ve Av Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü'nce "Yaban Hayatı Koruma Sahası" olarak ilan edilmiştir (Burdur Gölü Yönetim Planı, 2008).

Burdur Gölünün çözünmüş maddeler açısından oldukça zengin olduğu ve bunun bölgenin jeolojik yapısından kaynaklandığı bilinmektedir. Göl suları tuzlu ve arseniklidir. Burdur Gölü kapalı havzasında dışarıya su çıkışı olmadığı için göl çevresindeki çeşitli endüstriyel faaliyetler sonucunda göldeki ağır metal konsantrasyonu artmaktadır. Burdur Gölünde yapılan çalışmalar göl suyunun sulama suyu olarak kullanılamayacak özellikte olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca göl suyunun yüksek konsantrasyonda sülfat, klorür, sodyum ve magnezyum iyonları içermesi sebebiyle gölde herhangi bir canlının yaşayabilmesi

de imkânsızdır. Göl su seviyesindeki azalmanın da su miktarındaki azalma ile beraber bu iyon konsantrasyonlarını zaman içinde yükseltmesi beklenmektedir (Arcak, 2000).

11.1.9.Acı Göl

Burdur tektonik depresyonunun 25 km kadar batısında yer alan Acı Göl, tektonik oluşun ortasında bulunmaktadır. Göl alanı 156 km² civarında olsa da yıllık önemli seviye değişimlerinin etkisi altında farklılık gösterebilmektedir. Tuz oranı yüksek, sığ bir göldür. Klorür oranının yüksekliği ise göldeki tuzlanma olayının uzun bir süre içerisinde gerçekleştiğine ve yaşının eskiliğine işaret etmektedir. Canlı yaşamayan göl suyundan sanayi tuzları (sodyum sülfat) üretilmektedir. Sığ bir göl olduğundan, yaz mevsiminde suyu azalmakta ve yer yer kurumaktadır. Göl suyu, çevresindeki dağların küçük derelerinden ve Gemiş su kaynağından beslenmektedir. Aynı zamanda B Sınıfı Sulak Alan'dır. Yaz aylarında su seviyesi düştüğü için göl alanı %50 civarında daralmaktadır. Acı Göl, Türkiye'nin tek, dünyanın ise ikinci büyük ve temiz, doğal sodyum potansiyeline sahip kapalı havzasıdır. Türkiye'deki sodyum sülfatın %98'i doğal kaynaklardan ve bunun da %90'ı Acı Göl'den sağlanmaktadır. Mevsimlere göre çok az değişikliklerle beraber, genelde 1,5-2,0 metre derinliğinde çok sığ bir göl olması ve yaz aylarında göl su seviyesinin düşmesi neticesinde kendi hâlinde kuruması, gölün su dengesinin önemini gündeme getirmektedir. Sodyum sülfat oluşumunda, üretiminde su dengesi ve çizgisi büyük önem taşımaktadır. Bunların değişmesi hâlinde, doğal olarak sodyum sülfat çökelememektedir. Aynı şekilde kapalı havzadan yer altı suyu çekilmesi veya göl alanına herhangi bir yerden su gönderilmesi, gölün hassas doğal yapısını bozduğundan, sodyum sülfat oluşamama tehlikesini doğurmaktadır. DSİ tarafından gerçekleştirilen sulama, göle gelen doğal su miktarında azalmaya ve sulı bölgenin daralmasına neden olmaktadır. Suyu çekilen alanların daha sonra kurumasıyla çöken (Na₂SO₄) sodyum sülfat pudra hâlinde rüzgârla uçabilmektedir. Acıgöl tamamen kapalı bir havza olması nedeniyle su sirkülasyonu yok denecek kadar azdır. Bu durum, göle verilen kirleticilerin birikimine neden olacağından, göl, kısa bir sürede özelliğini kaybetme tehlikesi altındadır. Acıgöl'ün batı kenarında ve Çardak yakınında kurulmakta olan Denizli II. Organize Sanayi Bölgesi, gölün ekosistemi açısından tehlikelidir (Denizli İl Çevre Durum Raporu, 2009).

11.1.10.Salda Gölü

Göller Yöresi'nde, Burdur ve Acı Göl Havzaları'nın güneyinde göllerle kaplanmış birçok küçük depresyon bulunmaktadır. Bunların en büyüğü ise Salda Gölü oluşturmaktadır. Tektonik kökenli olan göl yaklaşık 37 km² alan kaplamaktadır. Göl suları genel olarak tuzlu olmakla birlikte, güney kıyıda dar bir alanda, kaynak sularının karışması nedeniyle su tatlıdır. Türkiye'nin en derin, en temiz ve en berrak özelliklere sahip gölü olarak tanınmaktadır. Ancak, Son 20 yıl içerisinde, göl seviyesinde 3-4 metreyi bulan ve devam eden bir çekilme vardır.

11.1.11.Kestel Gölü

Batı Toroslar'da, Burdur-Antalya arasında ve Teke Yöresi'nde birçok polyenin olduğu bilinmektedir. Kestel Polyesi bunların en büyüğüdür. Ovaya yayılan sular bazen bir göl görüntüsü oluşturmuş, bazen de kuru polye tabanı olarak kalmıştır. Kestel Gölü, yan yana dizilmiş polyeler topluluğuna bağlı olan geçici bir göl çukurluğu olarak nitelenmektedir. Tarım alanı kazanmak amacıyla kurutulan göller arasındadır. 1965'de DSİ tarafından kurutulmuştur. Gölü besleyen Çeltikçi Çayı'nın suyunun tamamı tarım alanlarında sulama amaçlı kullanılmaktadır.

11.1.12.Köyceğiz Gölü

Fethiye Körfezi'nin batısında yer almakta olup, köken bakımından set gölü niteliği taşımaktadır. Önceleri daha geniş yer kaplayan göl zamanla alüvyonlarla dolarak, alanı daralmıştır. 52 km²'lik alan kaplayan gölün içinde bulunduğu depresyon, İnandık(1965)'a göre, eski bir körfeze tekabül etmektedir. Bu depresyon, Dalaman Çayı taban seviyesi ovasına bağlı gözükmemektedir. 10 m yükseklikte olan gölün en derin yeri 25 m civarındadır. Gölün tabanı, deniz seviyesinin altında kalmasına rağmen, körfez kalıntısı olduğu için kriptodepresyon karakteri taşımaz. Gölün fazla suları, güneyinden çıkan bir ayakla bataklıklar arasından denize ulaşır. Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi, oldukça dinamik bir sistem olup, son derece karmaşık hidrodinamik ve ekolojik özellikler göstermekte ve konuma-zamana göre önemli değişiklikler gözlenebilmektedir. Sistemin özellikle güney kesiminde (Dalyan Lagünü) zamana ve konuma göre tatlı su ve tuzlu su etkisinin değişkenliği belirlenmiştir. Köyceğiz Gölü'nden Akdeniz'e ve Akdeniz'den Köyceğiz Gölü'ne doğru birbirlerine zıt yönde iki tabakalı akım koşulları, kesinlik kazanmıştır. Dalyan Lagün sisteminde çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının hem yüzey hem de dip suları için, doygunluk değerleri civarında olduğu bulunmuştur. Sistemin çözünmüş oksijen açısından dengede olduğu söylenebilmektedir. Bu değerlendirmeler dikkate alınarak lagünde henüz ötrofikasyonun başlamadığı da söylenebilmektedir (Gürel, 2000). Dalyan Lagünü'nün diğer lagünlerden çok farklı olan hidrodinamik yapısının, ekosistemi etkilediği ve diğer lagünlerden farklı sonuçlar yarattığı söylenebilir.

Buhan ve diğerlerinin (1998) belirttiği gibi Köyceğiz Lagün sistemi, kompleks bir sucul ekosistem olup, ekolojik ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Köyceğiz ekosisteminin sürdürülebilir kalkınma ilkeleri gereğince, korunması ve ekonomik olarak işletilmesi zorunluluktur. Lagünde, başta sazan ve kefal olmak üzere, balık stokları; yoğun avcılık nedeniyle çok gerilemiştir. Burada, dalyan sistemlerinin sayısının azaltılarak, ekosistem dengelerini minimum ölçekte etkileyecek ve sürdürülebilir yüksek verim alınacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

11.1.13.Amik Gölü

Amanus Dağları'nın doğusunda, Maraş-Amik tektonik çukurluğunun güneyinde Amik Ovası'nda (bu çukurluğun en derin yerinde) bulunmaktadır. Göl, kurutulmadan önce,

yaklaşık 100 km² lik bir alan kaplamakta idi. Etrafını ise saz-kamış ve bataklıklar çevrelemekte idi. Amik Gölü'nün beslenme alanı ise 6 600 km² civarında idi. Gölün fazla suları 12 km uzunluğa sahip Küçük Asi Çayı aracılığıyla Asi Nehri'ne drene ediliyordu.

Amik Gölü'nün suyu, 1968'de açılan 4 drenaj kanalı ile Asi Nehri'ne verilmiştir. Yaklaşık 6 yıl kadar süren ıslah çalışmaları sonucunda göl kurutulmuş, göl tabanı tarıma açılmıştır. Ancak, göl tabanının çevresine göre daha alçakta kalması ve drenaj kanallarının tıkanması ile yağışlı dönemlerde göl çukurluğu su ile dolmaktadır. Bunun sonucunda ekili alanlar su altında kalmaktadır.

Korkmaz'ın (2008) yaptığı çalışmaya göre, Amik Gölü sığ bir göl olduğu için alanı beslenme rejimine bağlı çok hızlı bir değişim göstermekteydi. Gölün su seviyesi genel olarak 80-81 m arasında değişmekteydi. Amik Gölü ve çevresindeki bataklık alanları, beslenmenin fazla olduğu kış aylarında tek bir göl izlenimi verirdi. Beslenmenin en az olduğu yaz aylarında ise üç ayrı göl görüntüsü ortaya çıkardı. Bunlardan biri daimi göl, diğer ikisi ise daha çok bataklık özelliği gösterirdi. Daimi göl, değerlerine göre daha derin ve büyük bir su yüzeyine sahipti. Aynı zamanda içinde saz ve kamışlar yetişmezdi. Bundan dolayı halk tarafından deniz olarak isimlendirilmiştir. Daimi göl alanı, kuzeydoğu ve güneydoğudaki bataklık alanlarından kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanış gösteren bir kum seti ile ayrılmaktaydı. Beslenmenin fazla olduğu dönemlerde gölün suları bu kum setini aşarak diğer göller (bataklıklar) ile birleşirdi. Kum setinin güneydoğusundaki bataklık alan, halk tarafından "Karagöl" olarak isimlendirilmiştir. Daimi gölün kuzeydoğusunda ise Sarısu Gölü (bataklığı) yer almaktaydı. Gölü besleyen akarsuların ova tabanında oluşturduğu bataklıklar kurutulduktan sonra bu alanlarda sulu pamuk tarımı yapılmaya başlanmıştır. Bu durum, sulama sezonunda göle ulaşan su miktarının her geçen yıl azalmasına neden olmuştur. Hatta bazı kanallar tamamen kuruyarak Amik Gölü'ne su ulaştıramaz hâle gelmiştir. Böylece 1958 yılı sonrasında gölün su seviyesi düşmeye ve alanı küçülmeye başlamıştır. 1960 yılına gelindiğinde, göl ve çevresindeki bataklıkların toplam alanı 70 km²'ye düşmüştür. Daha sonra, gölü besleyen akarsuların ova tabanındaki yatakları kanallara alınarak doğrudan Küçük Asi Çayı'na bağlanmıştır. Kurutma çalışmaları 1975 yılında tamamlanarak göl tamamen haritadan silinmiştir.

11.1.14. Akyayan ve Akyatan Gölleri

Bunlardan Akyayan Gölü, Adana Ovası'nın güneyinde, Ceyhan Nehri ağzında yer almaktadır. 31 km²'lik alanı olan, yer altı suları ve yağışlı dönemde nehir suları ile beslenen tipik bir lagündür. Lagünü denizden ayıran kıyı kordonu incedir. En fazla 3 m derinliğe ulaşan göl ile deniz arasında bağlantıyı Hurma Boğazı adında dar bir boğaz sağlar. Kuzeyinde geniş ıslak çayırliklar ve kıyılarda tatlı suyun ağır bastığı yerlerde küçük bataklık alanlar bulunur. Göldeki su seviyesinin, Çukurova'daki diğer sulak alanlara oranla daha az farklılık göstermesi, çevresinde çamur düzlüğü ve tuzcul bataklıkların oluşumunu sınırlamıştır.

Adana ili, Karataş Tepeleri'nin batısında yer alan **Akyatan Gölü** ise İnandık (1965)'a göre, 39 km² yüzölçümünde bir lagündür. Lagün'ün yüzölçümü, Dural ve diğerleri (2001) tarafından ise 5,000 ha olarak gösterilmektedir. Seyhan Nehri'nin eski bir azmağı olan

Akyatan Gölü, Çukurova'daki en büyük lagün olup birkaç dere ve drenaj sularıyla beslenir. Lagün denizden kalın bir kordon ile ayrılmıştır. Kapladığı en geniş alan 7,500 ha, en derin yeri 4 metredir. Yaz boyunca alanı önemli ölçüde küçülür ve özellikle batı ucunda geniş çamur düzlükleri ortaya çıkar. Aslında tuzlu bir göl olmakla birlikte, tuzluluk derecesi, yağış miktarına ve sulama dönemindeki drenaj suyu girişine bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir. 1968 de yapılan büyük bir tahliye kanalı ile tarım alanlarından dönen sular doğrudan göle taşınmaktadır. Göl kıyılarında, genişliği tatlı su sızıntılarına bağlı olarak farklılıklar gösteren dar bir bataklık ve sazlık şeridi bulunmaktadır. Akyatan Lagünü, yaşama ortamlarının çeşitliliği, barındırdığı hayvan ve bitki türleri ile önemli bir sulak alandır. Kışın İç Anadolu'daki sulak alanların donması sonucu pek çok su kuşu güneydeki sulak alanlarda Kışı geçirmektedir. Ayrıca, göç yolu üzerinde bulunmasından dolayı, göç sırasında değişik türden çok kalabalık kuş gruplarına beslenme ve konaklama imkânı sağlamaktadır. Bu durum Akyatan lagününün önemini daha da artırmaktadır.

Dural ve diğerleri (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, yaşam ortamının çeşitliliği ve barındırdığı canlı türleriyle uluslararası öneme sahip, bir sulakalan ekosistemi olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde, Akyatan Gölü, endüstriyel, tarımsal ve evsel atık sularla kirlenmektedir. Özellikle, Adana-Yakapınar, Adana-Karataş yolu çevresindeki endüstri kuruluşları (çimento, Efespilsen, Bossa2, Pilsa, Fruko-Tamek, Kimya, tıbbi gaz endüstrisi, vs.), atıksularını, drenaj kanalı vasıtasıyla göle göndermektedirler. Ayrıca, drenaj kanalı, tarım alanlarına ait (yaklaşık 60,000 ha) gübre ve pestisit atıklarını da göle taşımaktadır. Gölün yakın çevresindeki evsel atıklarla birlikte, önemli miktarda sediment de gölü tehdit etmektedir.

Akyatan Yaban Hayatı Koruma Sahası; Millî Parklar Genel Müdürlüğü'nce 1987 yılında, Yaban Hayatı Koruma ve Üretme sahası olarak ilan edilmiştir. Kumullarla sınır oluşturan Akyatan Ormanı (2,018 ha.), 1972- 1987 yılları arasında kumul ağaçlandırma projesi sonucu oluşturulmuştur. Deniz kaplumbağası yuvalama alanı, Adana Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından alınan 1997'de birinci derecede doğal sit alanı ilan edilmiştir. Akyatan Gölü 2005 yılında ise Lagün Yaban Hayatı Geliştirme Sahası kapsamına alınmıştır.

Göl, güneybatıdan çıkan 2 km'lik dar bir kanalla denize bağlanmaktadır. Göl sularının yüksek olduğu dönemlerde kanal vasıtasıyla gölden denize, düşük olduğu dönemlerde ise denizden göle doğru su akışı olmaktadır. Bu nedenle göl suyundaki tuzluluk mevsimlere göre değişmektedir. Göle deşarj olan 2 adet drenaj kanalı vardır. Kışın ve ilkbaharda, drenaj kanalları ile taşınan sular ve yağışların etkisi ile göl suyu tatlılaşmakta, yazın ise yüksek buharlaşma ve denizden göle olan su girişi nedeniyle tuzluluk artmaktadır. Ayrıca, tuzlulukdenize bağlantının olduğu kesimde daha yüksek, sızıntı ve drenaj sularının etkili olduğu kuzeykesimlerde ise daha düşüktür. Akyatan lagününün tarım alanlarından gelen drenaj suyundaki gübre, pestisitler ve organik maddelerle büyük oranda kirletildiği tespit edilmiştir (Erbatur ve Diğerleri, 1997).

11.1.15.Tuz Gölü

Tuz Gölü çukurluğu, kenarlarında bükülme ve kırılma izleri olan tektonik kökenli bir depresyondur. Yakınında yer alan Koçhisar yerleşmesinin adından esinlenerek, Koçhisar Gölü de denmektedir. Tuz Gölü Havzası içerisinde yaklaşık 1620 km²'lik yer kaplamaktadır. Göl güney tarafında genişlerken, kuzeyde daralarak bir körfezle sonlanmaktadır. Tuz Gölü depresyonunun, Kuaterner'de daha geniş bir gölle kaplı olduğu bilinmektedir. Yaklaşık 11 900 km² yağış alanına sahip olan Tuz Gölü, dışarıya akışsız kapalı bir havzadır. Geniş yağış alanı olmakla birlikte, beslenme kaynakları zayıftır. Gölü besleyen akarsular, yaz döneminde zayıflar ya da tamamen kururlar. Tuz Gölü'ne Dökülen Beçeneközü Deresi ile gölün yakınlarındaki bataklıklarda kaybolan Melendiz Suyu, bunların en önemlilerindendir. Günümüzde Tuz Gölü Havzası'nın su akışı yönünden dışarı ile bağlantısı, Peçenek özü Deresi, Ulurmak ve Konya Ovası drenaj kanalı tarafından sağlanmakta olup, havzadan dışarıya su çıkışı bulunmamaktadır. Havzanın su toplama potansiyeli, bu kaynaklarla birlikte bölgenin aldığı yağışlara bağlıdır. Diğer taraftan bölgenin su kaybı, buharlaşma ve havza içi veya havzaya dışarıdan giren kaynakların sulamada kullanımı yoluyla gerçekleşmektedir. (DPT, 1997).Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü, yaz döneminde şiddetli buharlaşma ve beslenme yetersizliği nedeniyle fazlasıyla alan kaybına uğrar. Sığ bir göl olup, en derin yerinde dahi derinlik, 2 metreye ulaşmamaktadır. Sığ ve tuz oranının yüksek olması nedeniyle ve ayrıca buharlaşmanın etkisiyle, kurak ve sıcak dönemde, önemli bir tuz tabakası ile kaplanır. Dolayısıyla önemli bir tuz üretim sahası olup, tuz üretimi, göldeki yağış-buharlaşma dengesinin bozulması ve göle boşalan suların önemli miktarda kirletici taşıması gibi faktörlerden olumsuz etkilenmektedir.

Konya Ovası -Tuz Gölü arasında açılan kanalla ovanın fazla suları drene edilerek, Tuz Gölü'nün Güneybatısından kanal göle bağlanmıştır. Ancak, tarımsal amaçlı yapılan bu kanala daha sonra, 1976 yılında, Konya'nın atık suları verilmiştir Bu bağlantı ile birlikte, kanal atıkların deşarj alanı durumunu kazanmıştır. Özellikle birçok yerleşmenin evsel atıkları ile sanayi atıkları, arıtılmaksızın kanala verilmeye başlanmıştır. Ayrıca bölgedeki tarımsal ilaçlar ve gübreler de diğer kirletici kaynaklardır. Ana Tahliye Kanalı, Çarşamba Çayı ve bazı kuyu sularının koliform bakteri açısından kirli oldukları, araştırmalarla tespit edilmiştir. Deterjan, azot, yağ -gres, organik madde, serbest kükürt, nitrat, florür, fosfor ve cıva gibi parametrelerin Tuz Gölü'nde kirlenme yaratıkları, çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca, kurşun, çinko, demir, kadmiyum, arsenik ve bor gibi ağır metallerin de gölün kirlenmesinde önemli rollerinin olduğu bilinmektedir.

Kılıç ve Uyanık (2001)'ın yaptığı değerlendirmeye göre, Türkiye tuz ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılayan Tuz Gölü, günümüzde kirlilik açısından çeşitli tehditlerle karşılaşmaya bulunmaktadır. Gölde kirlilik, henüz tehlikeli boyutta olmamakla birlikte, nüfusun artışı ve sanayinin gelişimi, kirliliği arttıracaktır. Ayrıca dışarıya akıntısı olmadığından, kirleticilerin konsantrasyonunun da sürekli artış olacağı ve zaman içerisinde gölden tuz üretiminin zorlaşacağı tahmin edilmektedir. Üretilen tuzun, insan sağlığı açısından şimdilik herhangi bir sakıncası bulunmamakla birlikte, tuz kalitesi açısından önlem alınması

kaçınılmazdır. Özellikle, drenaj kanalı vasıtası ile göle sodyum sülfat taşınması söz konusudur.

11.1.16.Eber, Akşehir, Çavuşçu Gölleri

Sultan dağları- Emirdağ arasında yer alan Eber ve Akşehir Göllerinin bulunduğu depresyon da, kapalı bir havzadır. Eber Gölü'nden çıkan bir ayak, Akşehir Gölü'ne dökülmektedir. Bunlardan Eber Gölü, bataklıklarla birlikte yaklaşık 104 km² alan kaplamaktadır. Akşehir Gölü'nün alanı ise 110 km² civarındadır. Sığ olan bu göller, yaz sonuna doğru fazlasıyla küçülürler. Yağış havzaları geniş olmadığı gibi yeterince de beslenememektedirler. Eber Gölü'nü besleyen en önemli akarsu, Akarçaydır. Bunlardan Akşehir Gölü'nün suyu tuzlu, Eber Gölünün, gidegeni olması nedeniyle tatlıdır. Göllerin bulundukları depresyonun Kuaterner'de daha geniş bir gölle kaplı olduğu bilinmektedir. Çavuşçu Gölü ise küçük bir tektonik depresyona yerleşmiş olup, 51 km² yüzölçümüne sahiptir. Güneyindeki yerleşmenin adından kaynaklanarak, Ilgın Gölü olarak da bilinmektedir. Sığ, yaz döneminde fazlasıyla kuruyan göl, tabanındaki karstik kaynaklarla da su kaybetmektedir.

Eber Gölü'nü besleyen ana kaynak olan Akarçay, Afyon yerleşim bölgesi içerisindeki her türlü sanayi tesislerinin ve evsel kanalizasyonların atık sularını taşımaktadır. Diğer yandan Çay, Bolvadin, Eber belediyeleri ve göl çevresindeki köylerin, kanalizasyon atıkları da Eber gölüne deşarj edilmektedir. Eber ve Karamık göllerinde koliform gurubu bakterilerin yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Ancak, Eber gölündeki kirlilikte evsel atıkların, Karamık Gölü'ndeki kirlilikte ise Seka kâğıt fabrikası atıkları ve hayvansal kaynaklı atıkların organik kirlilikte birincil rol oynadığı, insan kaynaklı fekal koliform oranlarından anlaşılmaktadır. Eber Gölü'nün en belirgin kirleticileri; Afyon kanalizasyonu, Afyon Organize Sanayi ve diğer sanayiler, yerleşim merkezlerinin atıkları, Afyon Şeker Fabrikası, Afyon Alkol Fabrikası, Emaye Fabrikası, tarım alanlarının kirleticileri ve düzensiz kamış hasatıdır. Eber ve Karamık gölleri su ürünleri üretimi, yaban hayatı ve kamış üretimi bakımından büyük tehdit altındadır. Bu iki gölün kirlilik dereceleri ötrofik seviyededir. Bu nedenle göllerde fotosentezle aşırı alg üremesi ve organik madde miktarının normalin çok üzerine çıkması sonucu, doğal yaşamı tehdit eden kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir (Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı, 2008)

Akşehir Gölü'nün su girdisini, Eber Gölü ile bağlantısı olan Taşköprü çayı, Akşehir çayı, Adıyan çayı, Kapı deresi, Nazilli deresi ile Sultan Dağarı'ndan inen çoğu yazın kuruyan akarsular sağlamaktadır. Ancak, son yıllarda kuraklık nedeniyle Taşköprü Çayı'ndan gelen su kesilmiştir. Göl suyu az tuzlu ve hafif alkali özelliktedir. Akarçay Havzası'nın topoğrafik olarak en düşük kotlu bölgesi Akşehir Gölü olup, havza boyunca tüm akımlar Akşehir Gölü'ne doğrudur. Derinliği 4,5 metre civarında olan Akşehir Gölü'nün denizden yüksekliği 956,19 metredir. Göl içinde turna ve sazan balığı yetişmekte olup, yaban ördeği, yaban kazı, karabatak ve karamake gibi göçmen kuşlar bulunmaktadır. Gölde kara ve su ürünleri avcılığı fazla miktarda yapılmaktadır. Diğer göller gibi burada da güney bölümde ötrifikasyon tehlikesi oluşmaktadır. Bunun temel nedenleri olarak; NO₂, doğal ve insan kökenli kirlilik

kaynaklarının göle deşarj edilmesi; NO₃, sucul bitkilerin nitrati kullanması ve nitrat-azotu konsantrasyonlarını azaltması; KOİ, kirlilik yükü yüksek atıksuların göle deşarj edilmesi; ağustos ayı itibarıyla su sıcaklığının artması ve aynı zamanda su seviyesinin azalmasıyla göl içerisinde bulunan sucul bitkilerin faaliyetlerinin artması (Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı, 2008) gibi faktörler gösterilmektedir.

11.1.17. Seyfe ve Tuzla Gölleri

Bunlardan Seyfe Gölü, kapalı bir havzanın batı kısmını kaplamakta olup, tektonik kökenlidir. Alanı, 34 km² civarında olan göl, ancak yağışlı devrelerde beslenebilmektedir. Gölün büyük bir kısmı sığ olup, kurak dönemde tuzlu bir bataklık oluşturur. Tuzla Gölü de tektonik kökenli ve dışarıya akışsız bir göldür. Yazın alanı çok daralan gölün tuzluluk oranı yüksektir.

Seyfe Kapalı Havzası'nın 23,585 ha'lık bir kesimi 1989 yılında birinci derece doğal sit alanı 10,700 ha'lık alanı ise 1990 yılında tabiatı koruma alanı statüsü kazanmıştır. Göl suları tuzlu ve sodyumludur. Bu nedenle, tarım amaçlı kullanılamamaktadır. Diğer yandan, sulak alanı besleyen yer altı suları, evsel ve tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Su kirliliğinin başlıca unsuru, civar köylerin atık sularıdır. DSİ'nin çalışmalarına göre günümüzde gölde kirlilik tehlikesi yaratacak herhangi bir kaynak bulunmamaktadır. Fakat çevredeki tarım alanlarında kullanılan ve göle giriş yapması muhtemel olan kimyasal kirleticileri tespit etmek üzere yapılan bir çalışma bulunmamaktadır.

11.1.18. Acı Göl

Bir volkanik maar gölü olan Acı Göl, Nevşehir'in 20 km kadar güneybatısında yer almaktadır. Çapı 500 m kadar olan çukurluğun, tabanı su ile kaplanmıştır.

Acıgöl Maarı, yaklaşık 1000 metre çap ve 50 metre derinliğinde, asitik özellikte, dairesel görünümlü, kuvaterner yaşında bir maardır. Acı Göl'ün suyu, tarımsal sulama amacıyla çekildiğinden, göl kurumuştur. Ancak, Acı Göl ve Kalecitepe maarına yer altı suyundan veya Kızılırmak'tan su kaynağı sağlanarak, yapay göl oluşumu gerçekleştirilebilir.

11.1.19. Mogan ve Emir Gölleri

Mogan ve Emir Gölleri Havzası, İç Anadolu'da, Ankara'nın güneyinde yer almakta olup, içerisinde alüvyal set göllerini barındırmaktadır.. Tektonik olaylarla meydana gelen çökme sonucu oluşmuş olan ve Mogan-Emir-İncesu deresini izleyen çukurluk, başlangıçta bir akarsu vadisi iken, sonradan derelerin getirdiği materyallerin Mogan çukurluğunun önünü doldurmasıyla Mogan Gölü; Eymir çukurluğunun önünü doldurması sonucunda ise Emir Gölü oluşmuştur. Mogan Gölü'nden çıkan akımlar iki göl arasındaki beton kaplamalı bir kanaldan akarak, Emir Gölü'ne girer. Bu nedenle Mogan Gölü, Emir Gölü'nün ana su kaynağını oluşturur. Emir Gölü'nün suları da, gölün ayağını teşkil eden İmrahor deresine boşalır. Ankara'nın önemli sulak alanlarından olan bu iki göl, diğer sulak alanlar gibi biyolojik

çeşitliliğin yüksek olduğu ekosistemlerdir. Pek çok tür ve çeşitteki canlılar için uygun beslenme, üreme ve barınma ortamlarıdır.

Gölbaşı'nın plansız yapılaşmasından dolayı bu bölgenin atık suları Mogan Gölü'ne deşarj edilmekte ve sular iki göl arasındaki Gölbaşı yerleşimi içinden geçen bir kanal nedeniyle Emir Gölü güneyindeki sulak alana akıtılmıştır. Bu suların yer altından ve yer üstünden Emir Gölü'ne ulaşması nedeniyle, Mogan Gölü'ne Gölbaşı Havzası'ndan derelerle taşınan azot, fosfor, toplam katı madde gibi yüksek kirlilik yükleri Emir Gölü'nü de etkilemiştir. Göller günümüzde ötrofik durumda olup, dipleri organik yükten dolayı çamur hâline geldiğinden, su derinlikleri çok azalmış ve ekolojik dengeleri bozulmuştur (www.akdeniz.edu.tr, 25.05.2009).

11.1.20. Van Gölü

Van Gölü, 3713 km²'lik alanı ile Türkiye'nin en büyük gölüdür. Van Gölü, aynı zamanda yeryüzündeki en büyük soda gölü olup, kapalı göller arasında, hacim bakımından dördüncü sırayı alır. Su seviyesi deniz seviyesine göre 1 646 m yüksekliğindedir. Gölün etrafı dağlarla çevrilidir. Gölün kenarındaki en alçak yer Reşadiye doğusunda olup 1.800 m yüksekliğindedir. Doğu kesimi batı kesimine göre daha sığ olan gölün en sığ kesimi Van koyu ile Erciş körfezidir. Derinlik bu kesimlerde 50 metre civarındadır. Ahlât ile Adilcevaz arasında ise 450 metre derinlik ölçülmüştür. Göl suyu acı, tuzlu ve sodalıdır. Bunun başlıca sebebi, akarsuların taşıdığı tuzlu suların gölde birikmesi ve buharlaşma nedeniyle yoğunlaşmasıdır. Tuz oranının yüksekliği, bor ve sodyum karbonatın varlığı, volkanik kayaların etkisine bağlıdır. Tuzluluk oranı %0,224'dür. Sudaki kimyasal bileşimlerin kendi aralarındaki oranları ise %42 NaCl, % 34 NaCO₃, %16 Na₂SO₄, %3 KSO₄ ve %2,5 MgCO₃. Bu özelliği nedeniyle göl, soda üretim kaynağı olarak büyük bir rezerve sahiptir(Van İli Çevre Durum Raporu, 2007). Gölün doğu bölümünde dört küçük ada vardır: Bunlar, Akdamar, Çarpanak, Adır (Yaka) ve Kuş adalarıdır. Van Gölü seviyesinde yaz ayları ile kış ayları arasında 50-60 cm'lik seviye oynamaları görülmektedir. Ancak son yıllarda bu oynamalar metrelerle ifade edilmektedir.

Ayrıca, Van Gölü Kapalı Havzası'nda, Erçek Gölü, Akgöl, Sultan (Süphan) Gölü, Kazlı Göl, Değirmi Göl, Hasantimur Gölü gibi başka göller de bulunmaktadır. Bunlardan **Erçek Gölü**, Van Gölü'nün 30 km doğusunda yer alır ve bir çöküntü havzası içerisindedir. Göl yüzeyinin yükseltisi 1803 metre, Yüzölçümü 99 km'dir. Lavların yığılmasıyla oluşmuştur. Erçek Gölü, doğudan Erçek ovası, kuzeyden Şeyh Zengi ovası, güneyden Irgat dağlarıyla çevrilidir. En derin yeri 15 metredir. Kapalı bir göl görünümünde olan Erçek Gölü'nün suyu tuzlu ve sodalıdır. Van Gölü Havzası genelinde mevcut su kalitesi ölçüm, gözlem ve değerlendirmeleri yetkili kurumlarca (DSİ, Tarım İl Müdürlüğü, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü) yapılmaktadır. Göl seviyesinde yapılan ölçümler bir yandan göle dökülen akarsuların taşıdığı erozyon materyali, diğer taraftan kıyıların büyük bir kısmını oluşturan aşınmaya karşı dirençsiz eski göl depolarının dalga erozyonuyla aşındırılarak gölü doldurması sonucu, sürekli olarak yükselmekte olduğunu göstermektedir. Van Gölü'nde kirliliğin oluşmasında 3 büyük merkezde (Van, Erciş ve Tatvan) yapılan faaliyetlerin etkisi önemlidir.

Bu faaliyetler arasında en önemlileri: Yerleşim merkezlerine ait evsel atık suların kontrolsüz bir şekilde Van Gölü'ne deşarj edilmesi. Sanayi tesislerine ait atık suların Çevre yönetmeliklerine uygun koşullarda deşarj edilememesi. Katı atıkların yer üstü su kaynaklarına oldukça yakın yerlerde depolanması. Tatvan-Van arasında işleyen feribotlardan oluşan yağ ve benzeri maddelerin kontrolsüz bir şekilde Van Gölü'ne boşaltılmasıdır. Öncelikli olarak Van Merkez ve Erciş'deki sanayi tesislerinde oluşan soğutma sularının kontrolsüz bir şekilde deşarjı yer almaktadır. Havza sınırları içerisindeki tarımsal faaliyetlerde azotlu gübrelerin yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Azotlu gübrelerin suda oldukça hareketli olmaları nedeniyle tarımsal faaliyetler sonucunda oluşabilecek kirlilik yükü de artmaktadır (Van Gölü Havzası Koruma Eylem Planı 2008).

11.1.21. Sultansazlığı

Sultansazlığı'nı batıdan ve güneyden önemli akarsular, doğu ve kuzeyden ise kaynaklar, ayrıca kar, yağmur şeklindeki yağışlar beslemektedir. 1971 yılında 45,000 hektarlık alan, Sultansazlığı Yaban Hayatı Koruma Sahası olarak korumaya alınmıştır. 1984 yılında Bern Sözleşmesi uyarınca Sultansazlığı Yaban Hayatı Koruma Sahası, doğal yaşam ortamı olmuştur. 1988 yılında 17,200 hektarlık alan tabiatı koruma alanı ilan edilmiştir. 1990 yılında Sultansazlığı'nın dâhil olduğu 39.000 hektarlık alan önemli kuş alanı olarak belirlenmiştir. 1993 yılında 17,200 hektarlık tabiatı koruma alanı sınırları temel alınarak 1. derece doğal sit alanı ilan edilmiştir. 2003 yılında tabiatı koruma alanının sınırları yeniden düzenlenmiş ve 24,523 hektara çıkarılmıştır. 2006 yılında ise 24,523 hektarlık tabiatı koruma alanı statüsü millî park olarak değiştirilmiş ve Sultansazlığı Millî Parkı olarak ilan edilmiştir. Sultansazlığı barındırdığı kuş varlığı ile Avrupa ve Ortadoğu'nun en önemli sulak alanlarından birisidir. Yoğun saz ve bitki örtüsüyle kaplı, besin maddesi bakımından oldukça zengin tatlı su ekosistemi; tatlı su ekosistemi ile ekolojik olarak ilişkili tuzlu su ekosistemi farklı ekolojik istekleri olan değişik türde, çok sayıda kuşun beslenmesi, barınması, konaklanması ve kuluçkaya yatması yönünden olağanüstü değerlere sahip ideal ortamlar oluşturmuştur ([Türkiye](#), Ramsar Alanları [Değerlendirme Raporu](#), 2008).

Suyun aşırı ve plansız kullanımı nedeniyle alanın kuruması, nüfus artışı, tarım alanlarının olabildiğince genişletilmesi, tarla tarımında sulu tarım ürünlerine de yer verilmesi gibi faaliyetler, ekosistemi önemli ölçüde bozmaya başlamıştır. Sultansazlığı'nı besleyen kaynaklar üzerinde barajlar bulunmaktadır. Bu barajlardan gelen suyun bir kısmı sulamada kullanılmakta, bir kısmı da drenaj kanallarıyla göllere yeniden kazandırılmaktadır. Özellikle sazlığın kurumasına engel olmak amacıyla göllere su gönderilmeye çalışılmaktadır. Göllere yeterince su gönderilemediğinden, Sultansazlığı kurumaktadır. Alan neredeyse %90 oranında küçülmüş durumdadır. Son yıllarda 9000 hektardan 1000 hektara kadar düşmüştür. Nüfus artışı doğal olarak ovoidan ve sazlıktan daha fazla yararlanmayı gerektirmiştir. Ancak, bölgenin koruma alanı olarak ilan edilmesinden sonra saz kesimi yapılabilecek alan kısıtlanmıştır. Tarım alanlarından geçerek, drenaj kanalları vasıtasıyla Sultansazlığı'na ulaşan tatlı su ile önemli miktarda pestisit ve kimyasal gübre sulak alana taşınmaktadır. Bu tür kimyasallar ve göllere taşınan ekstra organik malzeme nedeniyle hem kirlilik yaşanmakta, hem de göller ötrofik hâle gelmektedir. 2007 itibarıyla bu kirliliğin, göllerin biyoçeşitliliğini

tehdit ettiği millî parklar tarafından belirtilmiştir (Gürer, 2003) Ayrıca, havzada halı, deri, un, tuğla ve keçe gibi fabrikalardan gelen sanayi atıkları arıtılmadan sulak alan sistemine boşaltılmaktadır. Buna ek olarak, Yahyalı, Yeşilhisar ve Develi gibi büyük yerleşim alanlarının kanalizasyonu ve çevredeki tarım alanlarından gelen kirli sular da tahliye kanallarıyla sulak alanlara akıtılmaktadır. Yörede göllerin etrafındaki çayırliklar uzun yıllar boyunca mera olarak kullanılmıştır (Çelikkol, 2002). Bölgedeki hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olması sebebiyle çayırlar yoğun baskı altında kalmıştır. Alanda yaşanan susuzluğun etkisiyle de çayırlardaki tahribat çok büyük boyutlara ulaşmıştır. Kuraklığa ve sazların tahribine bağlı olarak, üzeri açılan topraklarda rüzgâr erozyonu başlamıştır.

11.1.22. Göksu Deltası

Göksu Deltası, sahip olduğu doğal, tarihi ve kültürel değerlerinin korunması ve güvence altına alınması amacıyla, 1990 da 236 km²'lik bir bölümü, özel çevre koruma bölgesi olarak tespit ve ilan edilmiştir. Deltada yer alan Akgöl ve Paradeniz lagünlerini için alan 4 350 hektarlık saha, Orman Bakanlığı, Millî Parklar ve Av-Yaban Hayatı Genel Müdürlüğünce yaban hayatı koruma sahası ilan edilerek kaçak ve usulsüz avcılık kontrol altına alınmıştır. Alanın 6,850 hektarlık bölümü 1994'de yürürlüğe giren Ramsar (Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanların Korunması) Sözleşmesi listesine dâhil edilmiştir. Bölge ayrıca 1996 da 1. derece doğal sit alanı olarak ilan edilmiştir ([Türkiye, Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu](#), 2008).

Gel-git olayına bağlı olarak tuzluluk oranları değişen bu göllerde, ortalama olarak tuzluluk Paradeniz'de %19, Akgöl'de %1-2 civarındadır. Paradeniz'in suları acı olup, ortalama derinliği 1,5 m'dir (Göksu Deltası ÖÇKB Su Kalitesi İzleme Projesi Sonuç Raporu, 2004). Akgöl'de uzun dönem için sedimantasyonun neden olduğu ötrofikasyon tehlikesi vardır. Göksu Nehri'nin su kalitesi Silifke ilçe merkezinden geçerken ilçenin kanalizasyonunun arıtma yapılmadan nehre deşarjı ile doğrudan, ilçede mevcut 189 küçük ve büyük imalat sanayinin sıvı atıklarıyla da dolaylı olarak olumsuz şekilde etkilenmektedir. Ayrıca Taşucu Kum Mahallesi'nde bulunan yazlık sitelerinin kanalizasyon suyu, zaman zaman Akgöl'e veya onu besleyen drenaj kanallarına verilmektedir. Göllerdeki kirlilik etkenlerinden biri de tarımsal aktivitelerdir. Pestisit ve gübreler tarım alanlarından gelen fazla suyu taşıyan drenaj kanalları yoluyla göllere taşınmaktadır (ÖÇKKB, 2006. Göksu Deltası 2006 Yılı Durum Raporu) Kirlenmelerin etkileri Akgöl, Paradeniz ve drenaj kanallarında ötrifikasyon ve balık üretimlerinin azalması şeklinde kendisini göstermektedir. Ayrıca göle, tarım alanlarından suyla alüvyonlar da taşınmaktadır. Alüvyonlaşma, gölün sığlaşmasına yol açarak, biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Paradeniz'e doğru yönlendirilmiş olan Cırba Deresi çevresinde yoğun bir kıyı erozyonu gözlenmeye başlamıştır.

11.1.23. Kızılırmak Deltası

Deltada yedi büyük göl bulunmaktadır. Bunlar: Balık Gölü (1389 ha), Cernek gölü (589 ha), Liman Gölü (272 ha), Gıcı Gölü (125 ha), tatlı Gölü (52 ha), Uzun Göl (293 ha) ve Karaboğaz Gölü (170 ha). Karaboğaz Gölü Kızılırmak'ın batı kıyısında, diğer göller doğu

kıyısındadır. Deltada yer alan Cernek Gölü ve çevresini kapsayan 4000 hektarlık alan, 1979 yılında Orman Bakanlığınca yaban hayatı koruma sahası ilan edilmiştir. Ayrıca, 1994 yılında deltanın doğu bölümünde yer alan sulak alanların tamamı Kültür Bakanlığı tarafından 1. derece doğal sit alanı ilan edilerek koruma altına alınmıştır ([Türkiye, Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu](#), 2008).

Çok geniş bir alanı geçerek deltaya ulaşan Kızılırmak, geçtiği alanların, endüstriyel faaliyetleriyle, tarım alanlarıyla ve evsel atıklarıyla kirlenmektedir. Kirlenmiş olan sular, deltadaki faaliyetlerle daha da kirlenerek göllere boşalmaktadır. Çeltik tarımında kullanılan su, drenaj kanalları vasıtasıyla göle gönderilmektedir. Aslında bu durum, gölün su miktarının azalmaması için önemli bir uygulamayken, tarlalardan göle tarım ilaçlarının taşınmasını sağladığından dolayı da zararlı bir uygulama hâlini almaktadır.

11.1.24. Gediz Deltası

Gediz Deltası, İzmir Körfezi'nin kuzeybatı kesiminde, Gediz Nehri'nin birçok defa yatak değiştirmesiyle şekillenmiştir. Delta, 20 400 hektarı sulak alan olmak üzere 40,000 hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Boyutları bakımından Batı Anadolu'nun en büyük, Türkiye'nin 4. büyük deltasıdır ([Türkiye, Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu, 2008](#)) Gediz Deltası'nda değişik özellikte dört ekosistem; tuzlu su ekosistemi (tuzlalar), tatlı su ekosistemleri (sazlıklar), otlak sahaları ve tepelik alanlar vardır. Delta, dalyanlar, sazlıklar, azmaklar, tuzlalar, tatlı su bataklıkları, tuzcul bataklıklar, tuzcul çayırılar, geçici sulak çayırılar, alüvyon adacıkları, tarım alanları ve Akdeniz tipi çalılıklar gibi çok farklı habitatları içerir. Gediz Deltası sulak alan ekosistemi, temel olarak kuzeyden güneye doğru Kırdenez Lagünü, Homa Lagünü, Çamaltı Tuzlası, Çilazmak Lagünü, Ragıppaşa Dalyanı ve Kuzey Gediz Deltası'nı meydana getiren tatlı su-tuzlu su çayırılıklarından oluşmaktadır. Ayrıca tatlı suyun hayat verdiği kuzeydeki sazlıklar da biyolojik çeşitlilik açısından son derece önemlidir. Alanın 8,000 hektarlık bölümü 1982 yılında yaban hayatı koruma sahası ilan edilmiş olup, kuş sayısının çokluğu ve çeşitliliği nedeni ile 1991 yılından itibaren İzmir Kuş Cenneti olarak anılmaya başlanmıştır. Bu statü 2007'de kaldırılmış ve yerine Sulak Alan statüsü getirilmiştir. Yaban Hayatı Koruma Sahası statüsü yeniden kazandırılmak istenmektedir. Alanın tamamı Kültür Bakanlığı'na 1999 yılında 1. derece doğal sit alanı ilan edilmiş, 2002 yılında ise 1. Derece Doğal Sit alanının deniz sınırları belirlenmiştir. Alandaki Üçtepeler mevki ise 2400 yıl önce kurulmuş Leukai antik kenti nedeni ile arkeolojik sit alanıdır.

Delta çevresinde yer alan tarım arazileri nedeni ile delta içerisinde Gediz Nehri ile bağlantılı pek çok su kanalı vardır. Bu kanallarla nehirdeki kirlilik yükü Gediz Deltasına taşınmaktadır. Gediz Nehrinde yapılan ölçümlerde de, arıtma tesisi olmayan yerleşim birimlerinden deşarj edilen evsel atık suları ile havzada faaliyet gösteren sanayi tesislerinin atık suları ve tarımsal kaynaklı kimyasal artıklar, kirlilik değerlerini yükseltmektedir. Gediz Nehri'ndeki kirlenmenin boyutları, 1980'li yıllardan sonra giderek artmıştır. 1980-1984 yıllarında alınan numune sonuçlarında, kısmen temiz kaliteye sahip olan nehir suyu, 1991 yılındaki verilerde kirliliğe ulaşmıştır. Kirlilik ölçüm sonuçlarına göre, pH ortalama 8,5, elektriksel iletkenlik bakımından orta tuzlu su sınıfına girmektedir. Ayrıca biyokimyasal

oksijen ihtiyacı (BOI) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) sonuçlarına göre nehir suyunun çok düşük kalitede olduğu tespit edilmiştir. Su kalitesi, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre IV. Sınıf kriterlerini sağlamıştır. Sonuç olarak her geçen gün artan atık deşarjları ile Gediz Nehrinin su kalitesi bozulmaktadır (Gündoğdu ve diğerleri, 2005).

Deltada yer altı suları, içme ve kullanma suyu kaynaklarını oluşturmaktadır. Günümüzde artan nüfus miktarı, yer altı sularının daha fazla talep eder duruma gelmiştir. Bütün bunlar beraberinde bazı problemlerin yaşanmasına neden olmuştur. Bunların en önemlisi, ova alanında açılan kuyulardan aşırı su çekimleriyle suların tuzlulaşma sorunudur. Bu aşırı su çekimleri tatlı su alanlarına deniz ortamından tuzlu suyun girmesine neden olmakta ve böylece içme-kullanma sularında tuzlanma sorunu yaşanmaktadır.

11.1.25. Yumurtalık Lagünü

Seyhan, Ceyhan ve Tarsus'un birlikte taşımış oldukları alüvyonlaşmaya bağlı olan Çukurova Deltası üzerindedir. Yumurtalık Lagünleri Adana Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulunun 1993 de 1. derece doğa sit alanı ilan edilmiştir. 1994 de ise alanın 16,430 hektarlık bir bölümü bakanlar kurulu kararı ile tabiatı koruma alanı statüsünü kazanmıştır. Yumurtalık Lagünleri'nin millî parka dönüştürülmesi için çalışmalar başlatılmış olup, süreç devam etmektedir. Esasında, iki ana lagün sistemi bulunmaktadır. Birincisi, aslında tek bir göl olmasına rağmen, Avcıali dili ile birbirinden kısmen ayrıldığı için ayrı göller olarak nitelendirilen, Avcıali ve Esemen Göllerinin oluşturduğu Yelkoma Lagünü Sistemidir (1150 ha) (Yelkoma Dalyanı). Avcıali ve Esemen göllerinin derinlikleri 0- 1,5 m arasında değişir. İkinci lagün ise birbirine küçük doğal kanallarla bağlanan Yapı Gölü (300 ha), Ömerli Gölü (350 ha), Darboğaz Gölü (380 ha) ve Çamlık Körfezi'nden meydana gelir. Kış aylarında su seviyeleri yükseldiğinde, tek ve büyük bir göle dönüşürler (2007, Yumurtalık (Adana) Lagünleri Alan Tanımı (Taslak).

Yumurtalık Lagünlerinin esas su kaynağı olan Ceyhan Nehri üzerinde, 1971 yılından itibaren kurulan barajlar nedeniyle, lagünleri besleyen su miktarında azalmalar olmuş ve suyun tuzluluk oranı artmıştır. Ayrıca, Bakü-Ceyhan-Tiflis Boru Hattı Termik Santrali deniz suyunun ısınmasına neden olmaktadır. Bölgedeki bazı kuyularla tarım amaçlı su çekimi yapıldığından, ortamdaki tatlı su azalmaktadır. Lagünlerin gerisinde Çukurova gibi tarım potansiyeli yüksek bir ovanın bulunması ise tarım alanlarında kullanılan pestisit ve gübrelerin lagünlere taşınmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, barajlar deltadaki alüvyonlaşmayı olumsuz etkileyerek, kumulların tahrip olmasına yol açmaktadır. Kumullar, yoğun otlatma nedeniyle de zarar görmekte ve bu durumdan kumcul bitkiler olumsuz etkilenmektedir.

11.1.26. Meke Maarı (Tuzla Gölü)

Karapınar Ovası ile Ereğli Depresyonu'nun kuzey kısmı arasında, Karacadağ volkan kütleline bağlı olan plato üzerindeki göl çiftinden birisidir. Küçük bir volkan konisiyle etrafı çevrilmiş olup, halka şeklinde bir göldür. Volkanik bir patlama çukurunda suların birikmesiyle oluşmuştur. 1. derece doğal sit alanıdır. 260 hektarlık kısmı tabiat anıtı statüsündedir. 2005 yılında 202 hektarlık kısmı Ramsar alanı ilan edilmiştir (2006. Konya İl

Çevre Durum Raporu). Bölgede step vejetasyonu yaygın olup, göl kıyılarında seyrek sazlar ve tuzcul su bitkileri yer almaktadır. Meke Maarı'nın derinliği 1-2 metre arasındadır ve 0,5 km² alanı vardır. Volkanik faaliyetlerle oluştuğundan, suları acı olup, magnezyum ve sodyum sülfat mineralleri içerir. Bu durumdan biyoçeşitlilik olumsuz etkilenir. Yüksek tuz ve sülfat konsantrasyonu nedeniyle suları kullanılmamaktadır. Meke Gölü çevresindeki piroklastik malzemenin briket yapımında kullanılmak üzere uzun süre alınmış olmasından dolayı, etrafındaki tepeler büyük ölçüde tahrip olduğundan, erozyon gölü tehdit etmektedir. Maara su girişi güneyden olduğundan, çevredeki kuyulardan, sadece maarın güneyinde bulunanları Meke'nin su seviyesini etkilemektedir (Türkiye Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu, 2008).

11.1.27. Kızören Obruğu

Kızören Obruğu, Obruk Platosu'nda yer alan obrukların en önemlisidir. Obruk ve etrafındaki 127 hektarlık bölge, 2005 yılında Ramsar alanı olarak sözleşme listesine dâhil edilmiştir. Ramsar alanı dışında başka bir koruma statüsü yoktur. Sayıları yirmiden fazla olan obrukların en büyüğü Kızören Obruğudur. Konya'nın kuzeydoğusunda yer alan bu obruk, kireç taşlarının çözülmesi ile oluşmuş, yaklaşık 170 m çapında, 145 m derinliğindedir. Obruktaki suyun düzeyi yüzeyden 20 m aşağıdadır (2007. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı Batı Anadolu Bölgesi Tarım Master Planı). Obruk suyunun seviyesi önceleri pompayla çekilebilecek seviyede iken, Konya Kapalı Havzası'nda gerçekleştirilen yoğun tarım faaliyetlerine bağlı olarak azalan yer altı suyu, obruk suyunun da seviyesinin düşürmüştür.

11.2. Türkiye'de Deniz ve Kıyı Alanlarında Kirlilik

Türkiye su ekosisteminin çok önemli bir kısmını oluşturan deniz ve kıyı alanları, diğer ekosistemler gibi kirlilik sorunu ile karşı karşıyadır. Hatta diğer ekosistemlere ait (atmosferik, karasal, gölssel vs.) kirleticiler de deniz ve kıyı ortamlarında toplanmaktadır. Türkiye denizlerinde ve özellikle körfezlerde, çarpık kentleşme, sanayi, deniz ulaşımı, yanlış kıyı kullanımı gibi birçok beşerî faaliyet, diğer sorunlarla birlikte aşırı kirlenmeye yol açmıştır.

11.2.1. Karadeniz

Yarı kapalı bir deniz özelliği taşıyan Karadeniz'in toplam hacmi, 543,000 km³ civarında olup, %87'si derin, oksijensiz sularla kaplıdır. Karadeniz'in su toplama havzası 2,2 milyon km² ve yüzölçümü 423,000 km² dir. Günümüzden yaklaşık 7000 yıl önce H₂S gazı içeren zonun birkaç yüz metre daha derinde olduğu bilinmektedir. Değişen ortam şartlarında, tatlı su flora ve faunasının yerini tuzlu su canlıları almaya başlamıştır. Havzanın merkezi kısımlarındaki çökeltme miktarında da düşüşler olmuştur. Karadeniz yaklaşık, zamanımızdan 3000 yıl kadar önce günümüzdeki şeklini almıştır (Atalay, 1982). Yüksek yağış ve düşük buharlaşma değerleri ile fazla karasal tatlı su girdilerinin birleşmesi sonucunda, Karadeniz'in yüzey sularında su bütçesi daima fazlalıkla kapanmaktadır. Bu durum, yüzey sularının, İstanbul Boğazı vasıtasıyla Marmara Denizi'ne doğru akmasını sağlamaktadır. Ters akıntı

sistemi ile de Akdeniz'in tuzlu suları, Karadeniz'in dip sularına taşınmaktadır. Karadeniz'e boşalan en büyük akarsu, Tuna Nehridir (yıllık ortalama debisi 4000-9000 m³/s arasındadır). Tuna'nın ardından, Dinyeper ve Dinyester Nehirleri gelmektedir (debileri yaklaşık Tuna'nın 1/3'ü kadardır). Türkiye'den Karadeniz'e deşarj olan akarsuların yıllık ortalama debileri ise 700-750 m³/s civarındadır.

Karasal kaynaklı yüksek miktardaki kimyasal girdiler nedeniyle, Karadeniz besin tuzları bakımından zenginleşmiştir. Fotosenteze dayalı tüketim nedeniyle genellikle düşük olan besin tuzları konsantrasyonları, oksijenin azalmaya başladığı tabakanın içinde organik maddelerin parçalanarak, tekrar inorganik besin tuzlarına dönüşmesi nedeniyle giderek artmaktadır. Son 20-30 yılda Karadeniz ekosisteminde çarpıcı değişikliklerin olduğu bilinmektedir. Özellikle bölgenin kuzey batısında yer alan geniş kıta sahanlığına büyük nehirler yoluyla ulaşan karasal kaynaklı besin tuzları (Fosfor ve Azot bileşikleri), bölgenin yüzey sularında aşırı plankton çoğalmalarına, tabandaki aşırı organik madde birikimi de sığ sularda dahi oksijensiz koşullara ve buradaki yaşamın sona ermesine neden olmaktadır. Karadeniz genelinde de ekonomik değerlere sahip balık türleri ve avlanabilir miktarları azalmıştır. Ekolojik değişimlere bağlı olarak, ekosistemde yeni canlı türleri baskın hâle gelirken, bazı türler kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır.

Bilindiği üzere, Türkiye akarsularından, Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya, Doğu Karadeniz'deki nehirler ve Filyos Karadeniz'e en çok su taşıyan akarsulardır. Çoruh Havzası daha küçük olduğundan, katkısı azdır. Bu havzaların toplam alanı 255,000 km² olup, Türkiye'nin %32'lik alanını kaplamaktadır. Türkiye'nin Karadeniz kıyıları, yoğun bir yerleşmenin etkisinde olup, yollarla boylanmaktadır. Atıksu miktarlarının, Karadeniz'e boşalan akarsu havzalarına göre dağılımında; en fazla evsel atıksu, yoğun nüfus nedeniyle Sakarya Havzası'na aittir (%45). Kızılırmak Havzası %21'lik oranıyla ikinci sıradadır. Çoruh Havzası'ndan gelen atıksu miktarı ise %1 civarında kalmaktadır. Havzalara göre kirlilik yükleri ise daha farklıdır. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve askıda katı madde (AKM) yükleri açısından en büyük yük, Kızılırmak Havzası'ndan kaynaklanmaktadır. Atıksu miktarınca, %15'lik oran gösteren Yeşilirmak Havzası, ikinci sırada bulunmaktadır. En fazla atıksu miktarına sahip Sakarya Havzası ise üçüncü en büyük yük kaynağını oluşturmaktadır.

Nüfusun en yoğun olduğu Sakarya Havzası'nda, toplam azot ve fosfor yükleri de en yüksek orana sahiptir. Geleneksel arıtım metotlarıyla %80 arıtımı sağlanan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve askıda katı madde (AKM) yüklerinin yarısına yakını Kızılırmak ve Yeşilirmak Havzaları'ndan kaynaklanmaktadır. Geleneksel evsel atıksu arıtımıyla %30 giderilebilen toplam azot ve fosfor yükünün %40'ı, Sakarya Havzası'ndan gelmektedir. Yoğun nüfuslu Sakarya Havzası'nda biyolojik arıtımla, organik kirleticilerin ve askıda katı maddenin büyük bir kısmı arıtılırken, ileri arıtım uygulanmamasından dolayı, nütrient yüklerinde önemli bir değişim olmamaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde bulunan katı atık depolama alanlarının sağlıklı olması nedeniyle çöp sızıntı suları Karadeniz'in kirlenmesinde önemli bir tehlike oluşturmaktadır. Endüstriyel en yüksek atıksu miktarı ve KOİ yükü Yeşilirmak Havzası'nda görülmektedir. Bu durum, Samsun

TÜGSAŞ ve Samsun KBİ gibi iki büyük ölçekli işletmenin bu havza sınırlarının içerisinde yer almasıyla ilgilidir. İkinci sırada, ERDEMİR A.Ş'nin ve kömür ocaklarının faaliyet gösterdiği Batı Karadeniz Havzası bulunmaktadır. Aynı nedenle, ağır metal yükü açısından en yüksek değerlere sahip havza yine Batı Karadeniz Havzası'dır. Bakır yükünün en yüksek olduğu havzalar ise atıksuları arıtılmayan, büyük ölçekli bakır işletmelerinin bulunduğu Çoruh ve Yeşilırmak Havzalarıdır. Havzalarda oluşan toplam endüstriyel atıksuyun %40'ı metal sanayiden, %27'si gıda sanayiden, %9'u maden sanayiden %6'sı ise organize sanayi bölgelerinden kaynaklanmaktadır. En yoğun KOİ yükünün kaynaklandığı sektör ise gıda sanayidir. Türkiye'nin Karadeniz kıyıları yoğun bir erozyon tehdidi altındadır. Yetersiz arazi kullanımı ile mineral ve organik gübrenin çok fazla kullanılması, akarsulara ve Karadeniz'e yüksek miktarda besin girdisi sağlamaktadır. Geçiş ekonomisi yaşayan Karadeniz ülkelerinde inorganik gübre kullanımı, fiyatların yüksekliği nedeniyle önemli miktarda azalmıştır. Türkiye'de Karadeniz kıyılarında, kıyından 1000 metreye kadar olan kuşakta tarım yapılan kırsal yerleşmeler bulunmaktadır. Özellikle Doğu ve Orta Karadeniz'de tarım çok gelişmiştir. Tarımın yoğun olduğu bu bölümlerden Karadeniz'e, suni gübre ve tarım ilaçlarına ait birçok kimyasal taşınmaktadır (Karadeniz Havzaları Kara Kökenli Kirleticiler Ulusal Eylem Planı).

Bütünüyle Karadeniz Havzası esas alındığında; Karadeniz'e boşalan en önemli akarsu olan Tuna, aynı zamanda en yüksek kirlilik yüküne sahip akarsudur. Tuna'nın özellikle organik madde yükü, 1950'lerden bu yana 10 misli artmıştır. Türkiye'den de karasal kirleticilerin akarsular aracılığı ile Karadeniz'e ulaştıkları bilinmektedir. Karadeniz'e deşarj olan birçok akarsu tarafından organik madde, askıda katı madde, azot ve fosfor başta olmak üzere, önemli miktarda kirlletici taşınmaktadır. Karadeniz'in yüzey suları İstanbul Boğazı'na girdikten sonra, İstanbul Şehri'nin katı atıklarıyla birlikte, atık sularını da almaktadır. Ayrıca Boğaz'ın yoğun deniz trafiği nedeniyle suya önemli miktarda petrol de karışarak, Marmara Denizi'ne taşınmaktadır. Dolayısıyla, Boğaz ve yakın çevresinde yüksek konsantrasyonlarda petrol hidrokarbonları tespit edilmiştir (Türkiye Çevre Vakfı, 1999). Yağış suları ve nehirlerle özellikle tarım alanlarından taşınan cıva, Karadeniz yüzey sularını kirlletmektedir. Kıyı yakınlarındaki cıva konsantrasyonu, açık alanlara nazaran daha yüksek seyretmektedir. İstanbul Boğazı'nda, İstanbul Kenti'nin atıklarından kaynaklanan organik kirlenme önemli gözükmemektedir. Ancak yüzeysel akıntı yönünün Marmara Denizine doğru olması nedeniyle bu kirlilikten Karadeniz etkilenmemektedir. Başta sanayi atıkları olmak üzere, Karadeniz'e ulaşan büyük akarsular, çeşitli kaynaklara ait kirlletici yükleri ile sadece Karadeniz'i kirlletmemekte, Marmara ve Ege Denizi de bu durumdan etkilenmektedir. Karadeniz'in genel kirlilik değerlerinin yansırı, gerek Türkiye Kıyılarında ve gerekse Tuna ağzında daha yüksek konsantrasyonlarda lokal kirlenmiş alanlara da rastlanmaktadır. Zonguldak ve Trabzon Limanı çevresiyle Tuna ağızları bu durumun tipik örnekleridir.

11.2.2. Marmara Denizi

Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ve bir iç deniz özelliği gösteren Marmara Denizi'nin topografik ve hidrografik özellikleri, su dinamiği ve sağlığı üzerinde önemli rol oynamaktadır. Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı vasıtasıyla Ege Denizi'ne, İstanbul Boğazı

vasıtasıyla da Karadeniz' e bağlanmaktadır. Toplam 11 350 km²'lik bir alana ve 3 378 km³'lük bir hacme sahiptir. Karadeniz ve Ege kökenli sular, Boğazlarda olduğu gibi Marmara'da da belirgin iki tabaka meydana getirirler. Marmara Denizi, çevresindeki nüfus artışı ile buna bağlı olarak gelişen hızlı kentleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak, özellikle 1960'lardan itibaren hızlı bir kirlenme dönemine girmiştir. Marmara Bölgesi, Türkiye nüfusunun yaklaşık %30'unu ve sanayinin %60'ını üzerinde toplamaktadır. Yüksek nüfus ve sanayi potansiyeli ile birlikte, özellikle İstanbul gibi bir mega-kenti barındırmış olması, Marmara Denizi'nin kirlenmesinde en belirleyici faktör olsa gerekir.

Marmara Denizi, atıklarda seyrelmeyi ve doğal arıtmayı sağlayacak ölçüde su alış-verişine sahip değildir. Dolayısıyla, Marmara Denizi'nin biyolojik alanı daraldığı gibi deniz ekolojisi de olumsuz etkilenmektedir. Marmara Denizi'nde mevsimlik bir sıcaklık tabakalaşması (termoklin) gözlenmektedir. Bunun yansıya, Karadeniz kökenli az tuzlu yüzey sularının ve Ege kökenli tuzlu alt tabaka sularının meydana getirdiği sürekli yoğunluk tabakalaşmasının varlığı, kirleticilerin besin maddelerinin ve buna bağlı olarak birincil üretimin değişiminde ve doğal çevrimlerinde önemli rol oynamaktadır. Marmara Denizi'nde gözlenen önemli özellik, alt tabaka sularında sürekli ve belirgin bir oksijen eksikliğinin varlığıdır. Akdeniz ve Ege Denizi bağlantısı bulunan Marmara Denizi'nde, alt tabaka sularının içerdiği oksijen miktarı, bu iki deniz arasında bir geçiş özelliği taşımaktadır. Oksijen girdisi sadece Çanakkale Boğazı dip akıntısı yoluyla sağlanmaktadır. Alt tabaka sularında, özellikle 1970'li yıllardan itibaren çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında azalma gözlenmektedir. Bu durum, Marmara Denizi'ne organik madde girdisinin oldukça yüksek olmasına bağlıdır. İstanbul Boğazı içindeki petrol hidrokarbonlarının dağılımları, Boğaz yüzey suyunun hareket yönüne ve yüzey suyu sıcaklığına bağlı olarak mevsimlik farklılıklar göstermektedir. Deniz trafiğinin çok yoğun olması nedeniyle, gemilerin sintine sularından çok fazla etkilenmektedir. Yoğun demirleme, yükleme ve boşaltma gibi liman faaliyetleri önemli petrol kirliliğine neden olmaktadır. Marmara Denizi'nde son zamanlarda, önemli boyutlara ulaşan bir ötrofikasyon olayı yaşanmaktadır. Marmara sularına bırakılan organik kökenli atıklar bazı balık türlerinin bu su kütlesinden uzaklaşmasına veya kaybolmasına yol açmış, buna karşın organik atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen, başta bazı algler olmak üzere, belirli türlerde kütleli çoğalmalar olmuştur. Özellikle İzmit Körfezi'nde kütleli üreme gösteren algler ve aynı yoğunlukta olmamakla birlikte, Marmara'nın diğer bölgelerinde de bazı alglerde benzer kütleli üremeler, denizden rekreasyon amacı ile yararlanmayı olumsuz etkilemektedir. Marmara Denizi'nin özellikle 1960'lardan beri, gerek endüstriyel ve gerekse evsel atıklarla kirlenmesi sonucunda, balık türlerinde de sayısal bir gerileme gözlenmiştir. Önceleri, 125 tür balık avlanırken, günümüzde tür sayısı azalmış olup, bozulmaya direnç gösterebilen birkaç tür kitlesel artış göstermiştir (TÜBİTAK-MAM-KÇE Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı Hazırlanması Projesi).

Bilindiği üzere, Marmara ve Susurluk Havzaları Marmara Denizi'nin drenaj alanı içerisinde yer almaktadır. Marmara Havzası, evsel atık su miktarının en yüksek olduğu havzadır (%82) ve atıksularının %84'ü arıtılmaktadır. Susurluk Havzası'ndan gelen atıksu miktarı %10 civarındadır ve arıtılma durumu %55'dir. Havzalara göre kirlilik yüklerinde; KOİ, BOİ₅ ve AKM açısından en büyük yük (yaklaşık %75-80'i) Marmara Havzası'ndan

kaynaklanmaktadır. Toplam azot ve toplam fosfor da; en büyük yük, nüfusun en yoğun olduğu Marmara Havzası'na aittir.

Marmara Denizi Havzaları'ndan kaynaklanan toplam endüstriyel atıksu miktarı 126 milyon m³/yıldır. Endüstriyel atıksuların deşarjıyla yıllık yaklaşık olarak 120,000 ton KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) yükünün oluştuğu tespit edilmiştir. Çalışmalar, endüstriyel faaliyetlerden deşarj edilen en yüksek atıksu miktarı ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) yükünün Marmara Havzası'na ait olduğunu göstermektedir. İstanbul ve Kocaeli gibi yoğun endüstri merkezlerinin yer alması, bu olayda önem taşımaktadır. Susurluk Havzası'nda, nispeten endüstrinin daha az yoğun olması nedeniyle, atıksu miktarı ve KOİ yükü daha düşüktür. Toplam krom yükü açısından en yüksek değere, yoğun deri ve metal sanayi nedeniyle Marmara Havzası sahiptir. Ağır metal kirletici (kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko) yüklerine göre, en yoğun kurşun, kadmiyum ve çinko deşarjları da yine Marmara Havzası'ndan kaynaklanmaktadır. Havzalarda oluşan toplam endüstriyel atıksuyun, %27'si tekstil endüstrisine, %19'u karışık endüstri alanlarına, %13'ü kâğıt endüstrisine, %8'i gıda ve %8'i deri endüstrisine aittir. Ağır metaller açısından en yoğun kirliliğe neden olan sektörlerin, deri, karışık endüstri sanayileri, tekstil ve metal sanayileri olduğu görülmektedir.

Marmara Denizi kıyı havzalarında toplam yılda 5 431 035 ton katı atık oluşmaktadır. Marmara Bölgesi'nde bulunan katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının bir kısmı, belediyelere ait evsel atıksu arıtma tesislerine gönderilmekte, bir kısmı ise arıtılmadan deşarj edilmektedir. Sızıntı suyu, yer altı suyuna karışarak içme sularının kalitesini bozduğu gibi akarsular, göller gibi yüzeysel kaynaklara ve oradan da deniz ortamına ulaşmaktadır. Marmara Denizi Havzalarında en yoğun atıksu girdisi yerleşim alanlarından kaynaklanmaktadır. Bu değer endüstriyel atıksuyun 5 katı kadardır. Tüm havzalar değerlendirildiğinde; KOİ yükünün %40'ı, AKM yükünün %30'u endüstriyel kaynaklara aittir. Marmara Denizi'nde Ötrofikasyon da önemli bir sorundur. Su ortamında, bulanıklığa, kokuya ve çözünmüş oksijen eksikliğine neden olduğu gibi flora-fauna da olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle su ortamlarının kalitelerinin korunması açısından, toplam azot ve fosfor yükleri çok büyük önem taşımaktadır. Alıcı ortama en yoğun azot ve fosfor yüklerinin evsel atıksulardan verildiği bilinmektedir. Ayrıca, tarım, orman, çayır-otlak alanlarından da önemli miktarda azot ve fosfor taşınmaktadır. Havzalar bazında kaynaklarına göre oluşan atıksu miktarları ve kirlilik yükleri incelendiğinde; toplam atıksu miktarı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve askıda katı madde (AKM) yükü itibarıyla Marmara Havzası en yüksek değere sahiptir. (TÜBİTAK-MAM-KÇE Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı Hazırlanması Projesi).

Marmara Denizi'nde, Bandırma ve Erdek Körfezleri'nde tabana doğru oksijen eksikliği gözlenmektedir. Marmara Denizi'nin doğu kısmında ve güneydeki bazı körfezlerde oksijenin derinlerde dahi tükenmiş durumda olduğu görülmektedir. Marmara Denizi ölçüm istasyonlarında amonyak konsantrasyonu oldukça düşük seviyede ölçülmüştür. Marmara Denizi'nde pH değeri uygun seviyede olup, 8 civarındadır. İzmit Körfezi'nde diğer bölgelere göre daha yüksektir. İstanbul Boğazı, Marmara Denizi açıklarında İzmit Körfezi ve Gemlik-Bandırma Körfezlerinde biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri yüksek olarak belirlenmiştir.

Marmara Denizi'nin orta ve batı bölgelerinde ve Gelibolu Çanakkale Boğazı'nda ise düşük kalmaktadır. Marmara Denizi'nin doğu bölümü ve İzmit Körfezi'nin, kimyasal oksijen ihtiyacı yüksektir. Batı Marmara'da ise konsantrasyon düşük seviyededir. Ayrıca, Büyükçekmece açıklarında yağ ve gres konsantrasyonları da yüksek seviyelerde olup kıyıdaki petrol dolum tesislerinden olan kaçaqlara bağlı gözükmektedir (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

Özellikle İstanbul Boğazı ile İzmit Körfezi en yoğun kirletilen bölgelerdir. Gemlik ve Bandırma Körfezleri ise hızla kirlenmektedir. İzmit Kenti'nin evsel atıksuları ile sayıları 120'nin üzerinde olan sanayi kuruluşlarının atıksuları, doğrudan veya akarsular vasıtasıyla İzmit Körfezi'ne taşınmaktadır. Bunun sonucunda şehirde, özellikle yaz aylarında koku problemi yaşanmaktadır. Marmara Denizi'nin genel olarak kirlenme nedeni endüstriyel atıksular olup, yaklaşık yılda $8 \times 10^8 \text{ m}^3$ atıksu denize deşarj edilmektedir. Marmara Denizi'ne atıksulardan yılda yaklaşık kirlilik yükü olarak 158,000 ton BOİ, 370,000 ton KOİ, 40,050 ton azot ve 7,760 ton fosfor gelmektedir (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

11.2.3. Ege Denizi

Ege Denizi, Akdeniz'den, Mora Yarımadası ve Marmaris kıyıları arasında içbükey bir eğri ile ayrılmaktadır. Türkiye ve Yunanistan taraflarında kıyıları fazlasıyla girintili-çıkıntılı olan Ege Denizi, 214,000 km² alan kaplamakta olup, ortalama derinliği 100-150 metre civarındadır. Genel anlamda Ege'de su hareketini, Karadeniz Suyu, Atlantik Suyu, Doğu Akdeniz Orta Derinlik Suyu ve Dip Suyu gibi dört büyük su kütlesi sağlamaktadır. Ege Denizi kıyısı boyunca da birçok noktadan evsel ve endüstriyel atık su deşarjı yapılmaktadır. Ege Denizi'nin Türkiye'deki en önemli kirletici kaynaklarını Kuzey ve Orta Ege'de Çanakkale boğazı, İzmir kenti, Meriç, Gediz, Büyük ve Küçük Menderes Nehirleri oluşturur. Ayrıca, Aliğa'daki endüstri kuruluşları ve limanların da petrol kirliliğinde önemli rolleri vardır. Ege Denizi güneyinde bu kirlilik kaynakları, kıyıların çok girinti-çıkıntılı olması, deniz hareketlerinin engellenmesi, büyük turistik kompleksler ve yat limanları gibi etkenlerden olumsuz etkilenmektedir (UNEP, 1984).

Besin tuzları daha ziyade Kuzey Ege'de yoğunlaşmaktadır. Burası, Karadeniz ve Marmara Denizi'nden gelen zengin besin tuzlu suların etkisi altında kalmaktadır. Toplam organik karbon konsantrasyonları en yüksek değerine İzmir Körfezi başta olmak üzere, Çanakkale Boğazı'nın güney ağzıyla büyük akarsuların ağız kısımlarında ulaşmaktadır. Ege Denizi'nde cıva konsantrasyonunun yüksekliği, özellikle çevresindeki tarım potansiyelinin fazlalığına ve önemli miktarda pestisit kullanımına bağlı gözükmektedir. Ege Bölgesi'ndeki cıva yatakları da bu konsantrasyonda etkili olmaktadır. İzmir Körfezi civarı ve Büyük Menderes, Küçük Menderes Nehirlerinin ağız kısımlarında cıva konsantrasyonu yüksektir. Yüzey sularındaki petrol hidrokarbonlarının konsantrasyonu, İzmir Körfezi çevresinde artmaktadır. Bu durum, her şeyden önce, İzmir Limanı gibi büyük bir limanın bulunmasına ve petrol rafinerisine bağlı gözükmektedir. Ege Denizi'nde toplam askıda katı madde yükü, genelde homojen bir dağılım göstermekle birlikte, İzmir Körfezi çevresinde ve akarsu ağızlarında daha yüksek tespit edilmiştir.

Ege Denizi su toplama havzalarından kaynaklanan toplam evsel atık su miktarı yaklaşık 500 milyon m³/yıldır. Bilindiği üzere, havzalar bazında oluşan evsel atık su miktarı, nüfusla orantılı olarak farklılık göstermektedir. Buna göre, yoğun nüfuslu olan Küçük Menderes Havzası'nın taşıdığı evsel atık su miktarı daha fazladır. Küçük Menderes Havzası, Ege Denizi'ne boşalan yıllık evsel atık suyun yaklaşık %36'sını karşılamaktadır. Diğer havzalardan, Büyük Menderes Havzası %21, Gediz %19, Meriç-Ergene %15, Kuzey Ege %9 gibi oranlara sahiptir. Evsel atık su kirlilik yükleri itibarıyla Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzaları önde gelmektedir. Özellikle organik madde ve askıda katı madde yükleri yüksektir. Yağ -gres, toplam azot gibi kirleticileri toplam fosfat miktarı izlemektedir. Ege Denizi su toplama havzalarından kaynaklanan toplam endüstriyel atık su miktarı 152 milyon m³/yıldır. Endüstriyel atık suların deşarjıyla yıllık yaklaşık olarak 201,000 ton toplam krom, 78,000 ton çinko, 47,000 ton kurşun, 1000 ton kadmiyum ve 770 ton cıva yükünün oluştuğu tespit edilmiştir. Bunlardan ağır metal kirleticilerden, kurşun cıva ve kadmiyumun Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında daha yüksek oldukları gözlenmektedir. Büyük Menderes Havzası, barındırdığı yoğun deri sanayi nedeniyle, toplam krom yükü bakımından en yüksek miktara sahiptir. Diğer havzaların krom yükleri ise daha önemsiz kalmaktadır. Ege Denizi kıyı havzalarında toplam yılda 11 750 748 ton katı atık oluşmaktadır. Bunun %82'sini tek başına Küçük Menderes Havzası'na aittir. Küçük Menderes Havzası'nı %7 ile Büyük Menderes, %5 ile Meriç-Ergene, %4'le Gediz, %2 ile Kuzey Ege Havzaları izlemektedir. Ege Denizi kıyı havzalarında bulunan katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının bir kısmı, belediyelere ait evsel atık su arıtma tesislerine gönderilmekte, bir kısmı ise arıtılmadan deşarj edilmektedir. Katı atıklar, düzenli, düzensiz ve gömme yöntemleri ile depolanmaktadır.

İzmir Körfezi giderek artan bir şekilde kirlenmiştir. Körfezin kirliliği, 50 yıldan beri Türkiye'nin gündemindedir. İzmir Kent nüfusunun hızlı bir şekilde artması, çeşitli sanayi kollarının yoğun faaliyetleri ve kapasitesi giderek artan bir ihracat limanının olması gibi nedenlerle kimyasal atıklar arıtmaksızın ve kontrolsüz bir şekilde deşarj edilmiştir. Son yıllarda çeşitli araştırma kurumları, İzmir Körfezi'ndeki ekosistem bozukluğunu gerek tür çeşitliliğinin azalması gibi biyolojik açılardan, gerekse deniz suyunda, sedimentte ve çeşitli deniz canlılarının dokularında bulunan ağır metal ve pestisit gibi kirleticilerin içeriğindeki değişim ve nutrient dengesindeki bozukluklar gibi kimyasal açılardan ele almışlardır (Boyacıoğlu, 2004).

İzmir Körfezi; bir taraftan evsel ve endüstriyel atıksularla diğer taraftan körfezin su toplama havzasından taşınan kirleticilerle ve Gediz Nehri vasıtasıyla yoğun bir şekilde kirlenmektedir. Gediz Havzası, her ne kadar tarım ve yerleşim alanlarını içermesinden dolayı dağınık bir kaynak olarak görülse de, nehrin getirdiği yüklerin körfeze tek bir noktadan girmesi nedeniyle körfez açısından noktasal bir kaynak olarak yorumlanabilmektedir. İzmir Körfezi'ne çeşitli kaynaklardan gelen kirletici yükleri sonucunda; iç körfezde ve kıyı kesimlerinde oksijen eksikliği, yüksek organik madde, nutrient (azot, fosfor), patojen mikroorganizma konsantrasyonu ve yüksek ötrofikasyon meydana gelmektedir.

İzmir Körfezi'nde kirliliği en çok etkileyen değişken 0,5metrelik derinliktir. Bunun nedeni ise deniz yüzeyinin sıcaklık ve ışık ile daha çok etkilenmesi sonucunda planktonun

üremesidir. Bu canlılar sayesinde fotosentez olayı gerçekleşmekte ve çözünmüş oksijen miktarı yükselmektedir. Ayrıca bir başka neden de, körfezde rüzgâr, güneş ve gel- git enerjilerinin neden olduğu yoğun ve etkin su sirkülasyonları ile sağlanan düşey ve yatay yönlerdeki karışımlardır (Başkan-Saygı, 2002). Bunun yanında, 5,0 m derinlik ölçümleri sonucunda en düşük çözünmüş oksijen miktarına sahip olmasının nedeni ise dibe çöken partiküllerin bakteriler tarafından dekompoze edilerek, oksijenin tüketilmesidir. Derinlik faktöründen sonra kirliliği etkileyen en önemli değişken ise fosfattır. Fosfat değişkeni ile çözünmüş oksijen değişkeni ters orantılı bir ilişki göstermektedir. Fosfat değerinin büyüklüğü evsel ve sanayi atıklarının artışından kaynaklanan bir sonuçtur, fosfat çok olduğunda çözünmüş oksijen miktarı da azalacak ve kirlilik ortaya çıkmış olacaktır (Ertuğrul, 1988, Yaramaz, 1992). Kirliliği etkileyen üçüncü önemli değişken ise azot toplamı olarak ifade edilen değişkendir. Bu değişkenin çözünmüş oksijen ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. İç körfezde, evsel ve sanayi atıklarıyla ortaya çıkan bu sonuç çözünmüş oksijen miktarını artıran bir etkiye sahiptir.

11.2.4. Akdeniz

Akdeniz, Afrika-Asya-Avrupa Kıtaları arasında uzanan bir iç denizdir. Batı tarafta Cebelitarık Boğazı aracılığı ile Atlantik Okyanusu'na açılmaktadır. Akdeniz, Balerik Denizi Havzası, Tiren Denizi Havzası ve Doğu Akdeniz Havzası olmak üzere, üç farklı Havzadan oluşmaktadır. Bilindiği üzere, Türkiye, coğrafi konumu gereği, Doğu Akdeniz Havzası içerisinde kalmaktadır. Akdeniz, yarı kapalı bir deniz özelliğinde olması ve kıyılarındaki nüfus yoğunluğu nedeniyle kirlenmeye açıktır. Özellikle kuzeydoğu Akdeniz'de kirliliğin ana nedeni olan karasal kaynaklı kirleticilerin tamamına yakını Türkiye akarsuları tarafından taşınmaktadır. Türkiye'nin Akdeniz kıyıları genelde tarım ve turizm faaliyetleri açısından önem taşımasına rağmen, özellikle Taşucu-İskenderun arası bölgede, sanayi etkinlikleri önem kazanmaktadır. Bu kesimde, gıda, tekstil, boya, kâğıt, ferrokrom, suni gübre, plastik gibi çeşitli endüstri tesislerinin yanı sıra maden işletmeciliği de önem taşımaktadır. Ayrıca Mersin'deki petrol rafinerisi ile İskenderun petrol boru hattı terminali ve demir-çelik tesisleri dikkat çekmektedir. İç göçler açısından çekiciliği olan Akdeniz kıyıları, zamanla yoğun nüfuslanmaya sahne olduğundan, evsel, tarımsal ve endüstriyel atık miktarlarında da artışlar gerçekleşmiştir. Denizyolu taşımacılığı ve tanker trafiğine bağlı olarak petrol ve türevlerine ait kirleticiler de önem taşımaktadır. Bu hususta, Antalya, Mersin ve İskenderun limanları tipik örneklerdir.

Kuzeydoğu Akdeniz'de en çok araştırma yapılan ağır metaller, cıva, kalay ve kadmiyumdur. Sarıseki gübre fabrikası atıksu deşaj sahası ve Manavgat Nehri en yüksek cıva yüküne sahip su ortamlarıdır. Göksu ve Seyhan Nehirleri'nde de oldukça yüksek oranlarda cıva ölçülmüştür. Bu hususta tarım alanları en önemli kaynaktır. Şehir kanalizasyonu ve endüstriyel atıksularda oldukça yüksek miktarlarda kadmiyum ölçülürken, nehirlerin hemen hepsinde düşüktür. Kuzeydoğu Akdeniz kıyı deşarjlarında yıllık BOİ miktarı 66,000 ton hesaplanmış olup, en yüksek miktar, şehir kanalizasyon deşarjlarında ölçülmüştür. Yıllık toplam KOİ yükü ise 573,000 tondur. Toplam askıda katı madde yükü, şehir kanalizasyonu ve endüstriyel atıklar olarak, 12,000 ton civarındadır. Nehirler aracılığı ile de yılda 1,6 milyon

ton askıda katı madde taşınmaktadır. Bu durum ise erozyonun şiddetini göstermektedir. Genelde petrol hidrokarbonları, karasal kaynaklardan, kazalara bağlı olarak denize verildiğinden, akarsu girdisi oldukça azdır. Bu anlamda en yüksek yükler, şehir ve endüstriyel deşarjlara aittir. Karasal kaynaklı petrol girdisinin yılda 2 700 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1999).

Havzalar bazında oluşan evsel atık su miktarı, nüfusla orantılı olarak farklılık göstermektedir. Buna göre, Akdeniz'e su gönderen havzalardan, Ceyhan Havzası, yoğun nüfuslu olması nedeniyle evsel atık su miktarı ve kirlilik yükü açısından birinci sırada görülmektedir. Evsel atık su kirlilik yükleri bakımından da Ceyhan Havzası önde gelmekte olup, bunu, Seyhan, Doğu Akdeniz, Antalya ve Asi Havzaları izlemektedir. Batı Akdeniz Havzası'nın daha az nüfuslu olması nedeniyle evsel atık su kirlilik yükü de daha düşük miktarlarda kalmaktadır. Burada da evsel atık suya ait kirleticilerden, organik madde ve askıda katı madde miktarları, daima daha yüksek oranlara ulaşmaktadır. Akdeniz su toplama havzalarından kaynaklanan toplam evsel atık suların deşarjıyla yaklaşık olarak yıllık 412,000 ton organik madde (KOİ+BOİ5), 125 900 ton askıda katı madde, 22,900 ton toplam azot, 4 600 ton toplam fosfat ve 57,200 ton yağ-gres yükünün olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz su toplama havzalarından kaynaklanan toplam endüstriyel atık suların deşarjıyla yaklaşık olarak yıllık 27,300 ton askıda katı madde, 2,600 ton toplam azot ve 1,000 ton toplam fosfat yükünün olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan askıda katı maddenin, Doğu Akdeniz, Antalya Seyhan ve Asi Havzalarında daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Toplam azot ve toplam fosfat yükleri ise daha az miktarlardadır. Akdeniz kıyı havzalarında toplam yılda 2 811 425 ton katı atık oluşmaktadır. Bunun %36'sı tek başına Seyhan Havzası'na aittir. Seyhan Havzası'nı %22 ile Antalya, %11'le Doğu Akdeniz, % 10'luk oranlarla da Batı Akdeniz, Asi ve Ceyhan Havzaları izlemektedir. Akdeniz kıyı havzalarında bulunan katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı sularının bir kısmı, belediyelere ait evsel atık su arıtma tesislerine gönderilmekte, bir kısmı ise arıtılmadan deşarj edilmektedir. Katı atıklar, düzenli, düzensiz, gömme ve dereye boşaltma yöntemleri ile depolanmaktadır.

Akdeniz'in fiziksel dinamiği, bütünüyle su derinliklerinin oksijenli olmasını sağlamaktadır. Özellikle, Doğu Akdeniz'de kış döneminde yüzey sularının yoğunluk kazanarak, batmasıyla derin sulara oksijen taşınmaktadır. Akdeniz açık suları dünya denizleri arasında, her zaman besin tuzları açısından fakir olarak gösterilmektedir. Ancak, yakın kıyı bölgesi biyokimyasal sonuçları, ötrofikasyon probleminin bazı bölgelerin kıyı sularında, karasal kaynaklı besin tuzları girdisiyle ilgili olduğunu göstermektedir. Örneğin, Mersin ve İskenderun Körfezlerini de içine alan doğu Akdeniz'in geniş ve sığ kıta sahanlığı, nehirlerden gelen büyük miktarlardaki kimyasal, evsel ve endüstriyel atıklardan etkilenmektedir. Körfez görelisi olarak sığ ve su karışımı sınırlı olduğundan, deşarj alanındaki atık girdisi oranları asimilasyon kapasitesini aşmaktadır. Körfezin sığ kesimlerinde ötrofikasyon gibi uzun dönemde gözlenen değişikliklerin son yıllardaki kirlenmeye bağlı olduğu tahmin edilmektedir. Akarsular vasıtasıyla Akdeniz'e fazla miktarda nitrat taşınmaktadır. Atıksu deşarjları ve akarsularla, inorganik fosfor ve fosfat yükünün artması durumunda, Akdeniz'in kıyı sularında plankton üretiminin artabileceğine ve biyo-çeşitliliğin değişeceğine dikkat çekilmektedir. Bu hususta en çarpıcı örnek, Mersin Körfezi kıyı sularıdır. Mersin deşarj

noktasının kıyıya yakın ve sığ olması, atıksuların seyrelmesini ve açık sulara taşınmasını sınırlamaktadır. Çukurova'nın atıklarıyla kirletilmiş olan Seyhan ve Berdan Nehirleri ile Mersin'in evsel atıksuları, Mersin Körfezi kıyı sularının kirlenmesinde önemli kaynaklardır. Biyolojik arıtım uygulanmayan bu atıklar, körfezin sığ ve açık denizle etkileşimi zayıf olan sularına verildiğinden, alıcı ortamda yüksek seviyede organik ve inorganik madde kirliliğine neden olmaktadır. Körfezin deşarj bölgesinde yüksek fosfor ve BOİ₅ değerleri ölçülerek, kıyı sularının çok kirlenmiş olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kıyı sularında ışık geçirgenliği düşük ve plankton üretimi fazla bulunmuştur (Tuğrul ve diğerleri, 2006).

Önemli balıkçılık alanlarından biri olan İskenderun Körfezi kuzeydoğu Akdeniz'de karasal girdilerin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Körfez, çevresindeki yoğun sanayi kuruluşları, yerleşim alanları, akarsu ve atıksu deşarjları ve gemi trafiğinden dolayı kirlenmeye maruz kalmaktadır. Ayrıca son zamanlarda körfezde kafes balıkçılığı çalışmaları yapılmaktadır. Tüm bu aktiviteler, sudaki besin tuzları konsantrasyonunu artırarak, fitoplankton artışları için uygun ortamlar yaratmaktadır (Polat ve Diğerleri, 2006).

Uygulamalar

1) Türkiye sulak alanlarını araştırıp harita ,atlas ve google earth üzerinden incelnilmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Türkiye sulak alanlarının öncelikli sorunlarını araştırınız.
- 2) Türkiye'nin kirlilik sorunu yaşayan körfezlerini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye’de, zamanla göllerin de akarsular gibi hızla kirlendikleri görülmektedir. Son 40-50 yılda 1 milyon 250 bin hektarlık sulakalanın yok olduğu Türkiye’de, çok sayıda canlı türü de, yok olmuştur. Sulakalanlar ve bunların sahip olduğu yüksek ekosistem zenginliği ve biyoçeşitliliği yanlış ve verimsiz tarım politikalarıyla yok olmaya başlamıştır. Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların arıtılmadan sulak alanlara verilmesi, su kaynaklarının kalitesini olumsuz etkilemekte, mevcut kullanılabilir su kaynaklarına büyük ölçüde kısıtlama getirmektedir. Türkiye’deki Organize Sanayi Bölgeleri’nin %25’inde atıksular arıtılmadan doğal ortama verilmektedir. Diğer taraftan, Türkiye’deki 3 215 belediyenin sadece %8’inde arıtma tesisi vardır. Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre, Türkiye’de 1327 sulak alanın 135 adedi uluslararası öneme sahip sulak alan olarak belirlenmiştir. 76 alandan 56’sı su kuşları, 4’ü balık, 16’ sı ise hem su kuşları, hem de balık kriterleri bakımından uluslararası öneme sahiptir. Türkiye 13 Kasım 1994 tarihinde Ramsar Sulak Alanlar Sözleşmesi’ne taraf olmuştur. 2008 yılına gelindiğinde, Türkiye’de 12 sulak alan Ramsar alanı olarak ilan edilmiş olup, 198 alan uluslararası öneme sahip sulak alan olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye denizlerinde ve özellikle körfezlerde, çarpık kentleşme, sanayi, deniz ulaşımı, yanlış kıyı kullanımı gibi birçok beşerî faaliyet, diğer sorunlarla birlikte aşırı kirlenmeye yol açmıştır.

Bu bölümde Türkiye’nin gölleri ve sulak alanları ve bu kapsamda denizleri, kıyı alanları, coğrafi koşulları ve sorunları çerçevesinde değerlendirilerek, su yönetimi ve planlaması irdelenmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Sapanca Gölü, İznik Gölü, Ulubat Gölü ve Manyas Gölü, Marmara Bölgesi'nde yer almakta olup, tektonik asıllı göllerdir.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Akdeniz'e su gönderen havzalardan, Ceyhan Havzası, yoğun nüfuslu olması nedeniyle evsel atık su miktarı ve kirlilik yükü açısından birinci sırada görülmektedir. Evsel atık su kirlilik yükleri bakımından da Ceyhan Havzası önde gelmekte olup, bunu, Seyhan, Doğu Akdeniz, Antalya ve Asi Havzaları izlemektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Eğirdir Gölü su kalitesi analiz sonuçları, gölün, Beyşehir, Eber ve Akşehir Gölleri'nden daha kalitesiz olduğunu göstermekte olup. Su ürünleri açısından potansiyeli düşüktür.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Obruk Platosu'nda yer alan obrukların en önemlisi olan Kızören Obruğu ve etrafındaki 127 hektarlık bölge, henüz Ramsar alanı olarak sözleşme listesine dâhil edilmemiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Yumurtalık Lagünü, Seyhan, Ceyhan ve Tarsus'un birlikte taşımış oldukları alüvyonlaşmaya bağlı olan Çukurova Deltası üzerinde olup, Yumurtalık Lagünlerinin esas su kaynağı olan Ceyhan Nehri üzerinde, 1971 yılından itibaren kurulan barajlar nedeniyle, lagünleri besleyen su miktarında azalmalar olmuş ve suyun tuzluluk oranı artmıştır.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Marmara Denizi, atıklarda seyrelmeyi ve doğal arıtmayı sağlayacak ölçüde su alış-verişine sahip olmadığından, biyolojik alanı daraldığı gibi deniz ekolojisi de olumsuz etkilenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Ege Denizi'nde besin tuzları daha ziyade Kuzey Ege'de yoğunlaşmakta olup, burası, Karadeniz ve Marmara Denizi'nden gelen zengin besin tuzlu suların etkisi altında kalmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Havzalar bazında oluşan evsel atık su miktarı, nüfusla orantılı olarak farklılık göstermektedir. Buna göre, Akdeniz'e su gönderen havzalardan, Asi Havzası, yoğun nüfuslu olması nedeniyle evsel atık su miktarı ve kirlilik yükü açısından birinci sırada görülmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Ağır metal kirleticilerden, kurşun cıva ve kadmiyumun, Ege Denizi'ne su gönderen havzalardan, Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında daha düşük oldukları gözlenmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Karasal kaynaklı yüksek miktardaki kimyasal girdiler nedeniyle, Karadeniz besin tuzları bakımından zenginleşmiştir.

Cevaplar

1)a, 2)a, 3)b, 4)b, 5)a, 6)a, 7)a, 8)b, 9)b, 10)a

12. TOPRAK EKOSİSTEMİ-SORUNLARI VE TÜRKİYE TOPRAK POTANSİYELİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

12.1 Toprağın Tanımı, Yapısı ve Oluşumu

12.2. Toprak Profili ve Toprak Tipleri

12.2.1. Toprak Profili

12.2.2. Toprak Tipleri

12.3. Toprak Sorunları

12.4. Toprak Sorunlarının Ortama Etkileri

12.5. Türkiye'nin Toprak Ootansiyeli

12.5.1. Türkiye'de Arazi Kullanımı

12.5.2. Türkiye'de Mevcut Genetik Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılışı

12.5.2.1. Zonal Topraklar

12.5.2.2. İntrazonal Topraklar

12.5.2.3. Azonal Topraklar

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Toprak ekosistemi nedir? Araştırınız.
- 2) Türkiye’de hangi büyük toprak grupları vardır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Toprağın Tanımı, Yapısı ve Oluşumu, Toprak Profili ve Toprak Tipleri	Toprağı tanıyarak, oluşumunda rol alan faktörleri kavramak	Toprağın tanımı, yapısı ve oluşumu, toprak profili ve toprak tiplerini öğrenmek
Toprak Sorunları ve Ortama Etkileri	Mevcut toprak sorunlarını tanıyarak, ortam üzerindeki etkilerini araştırmak	Toprak sorunları ve ortama etkilerini öğrenme vve anlama
Türkiye'nin Toprak Potansiyeli ve Genetik Toprak Tipleri	Türkiye'nin toprak varlığını, arazi kabiliyet sınıflarına ve tiplerine göre öğrenmek	Türkiye'nin toprak varlığını, arazi kabiliyet sınıflarına ve tiplerine göre öğrenmek

Anahtar Kavramlar

- Toprak
- Türkiye
- Toprak tipi
- Toprak profili
- Toprak sorunu

Giriş

Toprağın genel yapısında, katı ve sıvı olmak üzere iki faz bulunmaktadır. Bunlardan katı faz, organik ve inorganik maddelerle, toprağın canlı kısmından oluşurken, sıvı faz, hava ve su gibi maddelerden meydana gelmektedir. Katı kısmı oluşturan maddelerden mineraller, kimyasal yapı ve parçacık büyüklüğü bakımından çok farklı özelliklere sahip olup, taş, çakıl, kum, silt, kil ve çözünebilir tuzlardan meydana gelmektedir. %50 oranında kabul edilen toprağın katı kısmı, hacmen %45 civarında mineral maddelerden oluşmaktadır. %5'lik oran ise organik maddelere aittir. Toprak organik maddesi, canlı artıklarının zamanla birikmesiyle oluşmaktadır.

Genetik bir toprak sınıflamasına göre topraklar;

1- Zonal topraklar

2- İntrazonal topraklar

3- Azaonal topraklar, olmak üzere üç farklı ordoya ayrılmaktadırlar.

Çok çeşitli kaynaklara ve etkenlere bağlı olarak, topraklarda bozulma ve kirlenme meydana gelmektedir. Toprak kirlenmesi; insan faaliyetleri neticesinde doğal yapısının bozulması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşiminin olumsuz yönde değişmesi ve toprağın özelliği gereği, faydalı kullanılabilirliğinin azalması veya yerinde kullanılamaması şeklinde tanımlanabilir

Toprak sorunlarından erozyonun, çok geniş alanları ilgilendiren çok çeşitli etkileri vardır: Toprak kayıplarında artma, toprağın üretkenliğinin ve bitki besin maddelerinin azalması, ürünlerde kalite düşmesi, toprağın su tutma kapasitesinde azalma, verimli tarım topraklarının sedimentlerle örtülmesi, bunlardan bazılarıdır. Toprak fiziğinin bozulması, sedimentasyon, kaliteli su sağlama maliyetinin artması, arazi ve akarsuların kalitelerinin bozulması, limanların dolması, baraj ve sulama kanallarında bozulmalar bunlar arasındadır.

Türkiye'de toplam arazinin %34,1'i, I., II., III. ve IV. sınıf topraklardan oluşurken, %60,1'i V., VI. ve VII. Sınıf, %5,8'de VIII. Sınıf arazilerden oluşmaktadır. Bu oran içerisinde tarım topraklarının payı, %90'dır. Türkiye'nin 77,9 milyon hektar olan toprak varlığının 28,1 milyon hektarını tarım arazileri oluşturmaktadır. Türkiye sahip olduğu fiziki ortam koşulları gereği, zonal, intrazonal ve azon al toprak ordolarına ait çok çeşitli büyük toprak gruplarına sahiptir

12.1 Toprağın Tanımı, Yapısı ve Oluşumu

Toprağın tanımı, toprak bilimciler tarafından çok farklı şekillerde yapılmış olup, bu hususta, tek bir tanım söz konusu değildir. Örneğin; önceleri jeologlar toprağı, yer kabuğunun üzerini örten gevşek bir tabaka olarak tanımlamaktadırlar. Rus toprak bilimci Dokuchaev'e ise toprağı, ana materyalin, su, hava ve çeşitli organizmaların etkisiyle, az veya çok değişikliklere uğramış, litosferin üst tabakası olarak değerlendirmektedir. Çağlar, toprağın çeşitli özelliklerinden hareketle, toprağı, kayaların ve organik maddelerin farklı çaptaki ayrışma ürünlerinden meydana gelen, içinde geniş bir canlılar topluluğunu barındıran, bitkilere durak ve besin kaynağı görevi yapan bir ünite olarak görmektedir (Ergene, 1997). Atalay (2006), toprağı, karasal bitkilerin büyüdüğü doğal bir ortam olarak nitelemektedir. Toprağın ortak bir tanımı yapılamamış olsa da, çeşitli tanımların bazı ortak yönleri vardır. Bu ortak yönler 1- Toprak bitkilerin yetişmesi için doğal bir ortamdır. 2- Üzerinde bitkilerin büyüdüğü, mineral ve organik maddelerle birlikte organizmalardan oluşan, yer kabuğunun üzerini örten, doğal ve dinamik bir ünite dir. 3- Bitkilere durak yeri olan; ana materyal üzerine etki eden iklim, organizma ve topografyanın uzun zaman içerisinde karşılıklı etkileşimi ile belli özellikler kazanan doğal bir ünite dir. Toprak tanımlarında ve özellikle oluşumu bakımından toprağın tanımında, belirli toprak horizonlarının bulunması esas niteliklerinden birisidir (Ergene, 1997).

Toprağın genel yapısında, katı ve sıvı olmak üzere iki faz bulunmaktadır. Bunlardan katı faz, organik ve inorganik maddelerle, toprağın canlı kısmından oluşurken, sıvı faz, hava ve su gibi maddelerden meydana gelmektedir. Katı kısmı oluşturan maddelerden mineraller, kimyasal yapı ve parçacık büyüklüğü bakımından çok farklı özelliklere sahip olup, taş, çakıl, kum, silt, kil ve çözünebilir tuzlardan meydana gelmektedir. %50 oranında kabul edilen toprağın katı kısmı, hacmen %45 civarında mineral maddelerden oluşmaktadır. %5'lik oran ise organik maddelere aittir. Toprak organik maddesi, canlı artıklarının zamanla birikmesiyle oluşmaktadır. Ayrıca Toprağın katı fazında, toprak canlıları (bakteri, mantar, alg, insekt, toprak solucanı, larva, bitki kökü vs.) da bulunmaktadır. Toprak canlıları, hacmen az olmakla birlikte, toprakta yaşam döngüsünü sağlamak gibi önemli bir fonksiyona sahiptirler. Toprak bitki gelişmesi açısından optimum nem içeriğine sahip olduğunda, porların %25'i su ile dolmaktadır. Toprak suyu, toprak içerisinde serbest hâlde bulunan su ile toprak taneciklerine belli bir yüzey kuvvetiyle bağlı olan suyun toplamıdır. Toprak suyu çözülmüş inorganik ve organik maddeler içerir. Toprağın sıvı fazının yarısını kaplayan hava, gerek toprak tanecikleri arasında ve gerekse taneciklerin içerisindeki havadan oluşmaktadır. Toprak havası, bileşimce, atmosferdeki havadan daha farklı olup, karbon dioksit oranı daha yüksektir.

Toprak oluşumu, taşınmış materyal bir tarafa bırakılırsa, ana kaya üzerinde cereyan eden çözülme sürecinin bir ürünü olup, birçok faktörün etkisi altındadır. Jenny, toprak oluşumuna (pedojenez) etki eden faktörleri; iklim, organizma, ana kaya, topografya ve zaman olarak belirlemektedir. Bunlardan iklim, doğrudan ve dolaylı etkileriyle en geniş ve en kesin etkiye sahiptir. Buna bağlı olarak, karalar üzerinde, makroklima zonları, bitki toplulukları ve toprak tiplerinin dağılışı uyumluluk gösterir. Klimatik olan bu topraklar, kuşaklar hâlinde görüldüklerinden, zonal topraklar olarak adlandırılırlar. Toprak oluşumunda ve özelliklerinin

kazanılmasında, iklim elemanlarının hepsi rol almalarına rağmen, özellikle yağış ve sıcaklığın etkileri çok daha kesindir. Ana kaya ve ondan oluşan ana materyalin yapısı ise her şeyden önce, toprak oluş süreci üzerine etki etmektedir. Buna bağlı olarak, toprak oluş hızı değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca nemli bölgelerde dahi olgun toprakların özelliklerine tesir edebilmektedir. Ana materyalin etkisi genç topraklarda daha belirgindir. Toprak oluşumuna organizma; mikroorganizmalar, bitki örtüsü, hayvanlar ve insanlar vasıtasıyla ayrı ayrı tesir etmektedir. Bunlardan, özellikle bitki örtüsü toprak oluşumuna geniş çaplı katkıda bulunduğu gibi toprak organik maddesinde de önemli bir kaynaktır. Mikroorganizmalar toprağa düşen her türlü maddeyi ayrıştırır ve parçalarlar. Toprak içerisinde yaşayan hayvanlardan solucan, kemirici ve eşici hayvanlar, toprak organik maddesini parçalar ve toprağın havalanmasını sağlarlar. Topografya; yükselti, eğim ve bakı gibi yönleriyle toprak oluşumu ve tipleri üzerinde etkili olmaktadır. Ana materyal, iklim, organizma, topografya gibi faktörler sabit tutulduğunda, zaman süresi uzadıkça toprakların olgunlaşması da ilerlemektedir. Yani, herhangi bir yerde, belli kalınlıkta bir toprak tabakasının meydana gelmesi, diğer etkenlerle birlikte, belli bir süreye de ihtiyaç göstermektedir.

12.2. Toprak Profili ve Toprak Tipleri

12.2.1. Toprak Profili

Bilindiği gibi toprak profili, toprak horizonları, ana kaya-ana materyal ve tabakaları içeren, dikey bir kesittir. Bunlardan toprak horizonu, toprak oluşturan olayların belirlediği özellikleri taşıyan ve genel olarak topografya yüzeyine paralel olan toprak tabakasıdır. Toprak profilleri, derinlik bakımından farklılıklar gösterirler. Toprak profillerinin çoğu, iki veya daha fazla horizonla karakterize edilirler. Genel olarak olgunlaşmış topraklarda, 3 esas horizon kabul edilmekte ve harflerle gösterilmektedir. Yapısı bozulmamış bir olgun toprak genel olarak; A,B,C,D horizonlarından meydana gelmektedir. Bunlardan A horizonu, bitki artıkları başta olmak üzere, organik maddelerin en fazla olduğu horizondur. A₀₀, A₀, A₁, A₂ ve A₃ tabakalarından meydana gelmektedir. A₀₀, A₀, organik materyallerin biriktiği tabaka olup, genellikle işlenmemiş topraklarda bulunur. Podzol ve orman topraklarında belirgindir. A₁, koyu renkli, yüksek oranda organik maddenin bulunduğu katmandır. A₂, açık renkli maksimum yıkanma katıdır. Kil, demir ve alüminyum oksitlerini önemli miktarda kaybetmiş tabakadır. A₃, geçiş tabakası olup, özellikleri itibarıyla A₂'ye benzer. B horizonu, birikme horizonu olarak bilinmektedir. A horizonundan yıkanarak uzaklaşan mineral ve organik maddeler, B horizonunda birikirler. B₁, B₂ ve B₃ tabakalarından oluşmaktadır. B₁, bir geçit katmanıdır. B₂, esas birikme katmanı olup, A₂'den uzaklaşan maddeler burada birikir. B₃, C horizonuna geçittir. Ancak, daha çok B horizonuna benzer. C horizonu, toprak ana materyalini oluşturan gevşemiş dağılmış bir tabakadır. D horizonu, anakayaya karşılık gelmekte olup, çok çeşitli kayaçlardan oluşabilmektedir.

12.2.2. Toprak Tipleri

Genetik bir toprak sınıflamasına göre topraklar;

1- zonal topraklar

2- intrazonal topraklar

3- azaonal topraklar olmak üzere, üç farklı ordoya ayrılmaktadırlar. Bunlardan **Zonal topraklar**; yeryüzünde kuşakvari geniş alanlar kaplamakta olup, iklimik kökenli topraklardır. İklim ve vejetasyonun birlikte hazırladıkları bu topraklar, iyi profil özelliği gösteren olgun topraklardır. Ana kayanın özellikleri, hakîm iklim koşulları tarafından silinmiştir. Zonal toprak ordosunun birçok alt ordosu ve çok sayıda büyük toprak grubu vardır. Bunlar; 1- Soğuk iklim bölgelerini karakterize eden Tundra toprakları. 2- Kurak iklim bölgelerinin açık renkli toprakları olarak; çöl toprakları, sierozemler ve kahverengi topraklar. 3- Yarı kurak-yarınemli ve nemli iklim bölgelerinin koyu renkli toprakları olarak; kestane renkli topraklar, çernozemler ve preri toprakları. 4- Orman- çayır vejetasyonu geçiş toprakları olarak; bozulmuş çernozemler, kireçsiz kahverengi topraklar, kahverengi topraklar. 5- Orman alanlarının açık renkli podzolleşmiş toprakları; podzol toprakları, gri podzolik topraklar, gri orman toprakları ve gri kahverengi podzol toprakları, kırmızı-sarı podzolik topraklar. 6- Sıcak-ılıman ve tropik bölgelerin ormanlık alanlarının toprakları; kırmızı-kahverengi lateritik topraklar, sarımsı-kahverengi laterit topraklarıdır.

İntrazonal topraklar; ana materyalin özellikleriyle birlikte, topografya veya drenaj gibi bazı yerel faktörlerin etkileriyle gelişen topraklardır. Bu topraklarda zayıf drenaj koşullarında tuz biriktiği gibi ana kayanın fazla kireçli olması da toprağın kireç miktarını arttırmaktadır. Genellikle zonal toprakların geçiş alanlarında lokal olarak bulunurlar. Bu ordonun birbirinden farklı alt ordo ve büyük toprak grupları vardır. Bunlar: 1- Halomorfik topraklar; solonçak veya tuzlu topraklar, solonetz topraklar. 2- Hidromorfik topraklar; humik gley toprakları, alpin çayır toprakları, turba toprakları, taban suyu podzol toprakları, taban suyu laterit toprakları. 3- Kalsimorfik topraklar; Kahverengi orman toprakları, rendzina toprakları ve grumusol toprakları.

Azonal topraklar; Ana materyal, topografya ve zaman faktörü gibi engelleyici faktörler nedeniyle fazla gelişemeyen, belirgin bir profil özelliği gösteremeyen topraklardır. Alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklar, bu ordonun başlıca toprak tipleridir.

12.3. Toprak Sorunları

Toprak, içerdiği besin maddeleri ve bu besin maddelerinin yeniden üretilmesini sağlayan madde döngüsü sayesinde, üzerinde ve içinde yaşayan canlıları besleyen ve barındıran bir ortam unsuru ve başlı başına bir ekosistemdir. Bu ekosistem, ortamın diğer unsurları ile bir denge ve uyum sonucunda oluşmuştur (Erinç, 1984). Çok çeşitli kaynaklara ve etkenlere bağlı olarak, topraklarda bozulma ve kirlenme meydana gelmektedir. Toprak kirlenmesi; insan faaliyetleri neticesinde doğal yapısının bozulması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşiminin olumsuz yönde değişmesi ve toprağın özelliği gereği, faydalı kullanılabilirliğinin azalması veya yerinde kullanılamaması şeklinde tanımlanabilir (Karpuzcu, 1994). Bu tanıma göre, toprağın çeşitli özelliklerini olumsuz yönde etkileyen her müdahale, toprakta kirlenme olarak değerlendirilmelidir. Toprağı kirleten kaynaklar çok

çeşitli olup, bunlardan bazıları şunlardır: Belediyelerin çöp döküm alanları, çeşitli sanayi kuruluşlarının katı atıkları, arıtma tesislerinde oluşan çamurlar, fosseptik çukurlar, sıvı atık deşarjları, tarım koruma ilaçları, suni gübreler, partikül ve aerosol hâlindeki hava kirleticilerin toprakta birikmesi, sulamaya bağlı tuzlanmalardır.

Çöp döküm yerlerinin toprak ve su kirlenmesine olan etkilerinin incelenebilmesi için, çöp döküm alanında, toprak yapısı ve yüzey altının detaylı bir şekilde araştırılması gerekir. Çöp döküm alanlarında toprağa karışan kirleticiler genel olarak organik kökenlidir. Endüstriyel katı atıklarla toprağa verilen kirleticilerin çeşit ve miktarları, endüstri tipine bağlı olarak çok değişmektedir. Çeşitli endüstri tesislerinden toprağa verilen zehirli bileşikler arasında genellikle; 1- Radyoaktif atıklar. 2- Patojen maddeler. 3- Kanserojen maddeler. 4- Patlayıcı maddeler. 5- Ağır metaller. 6- Zehirli organik bileşikler. 7- Atıkların ayrışmasıyla oluşan ve zehirli maddelerin stabilitesini bozan maddeler bulunmaktadır.

Arıtma tesislerine ait çamurlar, bazı işlemlerden geçirildikten sonra, uzaklaştırılmak amacıyla toprağa verilebilir. Ancak, herhangi bir işlem yapılmamış olan ham çamur, biyolojik olarak kararlı olmadığından, görüntü ve koku kirliliği yaratır. Anerobik olarak çürütülmüş çamur ise ham çamura göre çok farklı fiziksel ve kimyasal yapı göstermekte olup, biyolojik olarak kararlıdır. Çamurun hangi zaman aralıklarında toprağa verilebileceği, bölgenin iklim özellikleri, bitki üretim programı ve izin verilen yüke göre değişebilmektedir. Toprağa verilebilecek yük, toprağın taşkın veya göllenmeye neden olmadan absorbe edebileceği maksimum çamur miktarıdır. Bu bakımdan kumlu toprakların kapasitesi daha yüksektir. Ancak, fazla geçirgen olduklarından, yer altı sularının kirlenme ihtimali daha yüksektir. Çamurların ikinci önemli etkileri, azot ve fosfor gibi taşıdıkları besin maddeleridir. Söz konusu maddelerin artarak sulara karışması, zamanla su ortamını bozmaktadır. Bütün bunlar bir arda değerlendirildiğinde; toprağa verilebilecek çamur yükü, çamurun ve toprağın azot konsantrasyonuna, bitkilerin azot ihtiyacına ve iklim şartlarına ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir.

Kullanılmış suların fosseptiklerle deşarj edilmesi de, toprak kirliliğinde önemli bir başka etkidir. Fosseptiklerin boşaltım yerleri, arazinin jeolojik-jeomorfolojik yapısına bağlı olarak, toprak ve su ortamlarını kirletebilmektedir. Uygun su yatakları, çoğu zaman sıvı atıkların deşarj edildikleri alıcı ortam durumundadırlar. Ancak su ortamının bulunmadığı yerlerde alıcı ortam olarak toprak kullanılmaktadır. Sıvı atıklar toprağa bazı nedenlerle verilir. Bunlar: 1- Sıvı atıkların uzaklaştırılması. 2- Su sıkıntısının olduğu yerlerde, sıvı atıkların sulama suyu olarak kullanılması. Bu tür sularla sulanacak bitki türü önemlidir. Sıvı atıkların araziye verilmesinde, atık özelliği kadar zemin özellikleri de önem taşımaktadır. Sıvı atıkların deşarj edilmesi durumunda; sıvı atık debisi, mevcut tasfiye tesisi, sıvı atık uzaklaştırma tesisleri ve sıvı atıkların bileşimi gibi etkenler önemli rol oynamaktadırlar. Sıvı atıkların toprağa deşarj edilebilmesi için, atık özelliklerinin kabul edilebilir limitlerde olması gerekir. Sıvı atık yükü olarak genellikle; çözünmüş katı maddeler, askıda katı maddeler, organik maddeler, azot bileşikleri, fosfor, ağır ve eser hâldeki metaller, bakteriyolojik maddelerle karşılaşmakta olup, her maddenin izin verilen konsantrasyonları farklıdır.

Toprak ekosisteminin bozulmasında ve kirlenmesinde, zirai mücadelede kullanılan ilaçların ve yapay gübrelerin de çok önemli payları vardır. Hızla artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacı, bir taraftan daha fazla ürün almak için topraktaki besin maddelerinin takviyesi amacıyla gübrelemeyi, diğer taraftan da yetiştirilen ürünün diğer canlılarla paylaşılması için ilaçlamayı zorunlu kılmıştır. Bilindiği gibi kimya endüstrisi 19. yüzyıl sonlarından itibaren suni gübre üretmeye başlamıştır. Günümüzde üretilen yapay gübreler, bitkilerin beslenmesinde önem taşıyan üç element(fosfat, potasyum, azot) den birini veya bunlardan bir kaçını ile birlikte kullanılan ikincil elementler (kükürt, magnezyum, kalsiyum) içerirler. Ayrıca bunlara daha az miktarlarda diğer bazı maddeler de eklenir. Toprakta sürekli olarak iyi ürün alabilmek, uygulanan tarım tekniği ile birlikte, kullanılan gübreye tam uyuma da bağlıdır. Bu uyum, birçok etkenin rol oynadığı çok hassas bir dengenin korunmasını zorunlu kılar. Yapay gübrelerin uygulanması ile ekosisteme karışan besin maddelerinin miktarı büyük ölçüde değişmektedir. Bu durum, bazen olumsuz sonuçlar da yaratmaktadır. Özellikle suni gübrelerin gerekli toprak ve bitki analizi yapılmadan kullanılmasıyla, verimin kısa bir süre sonra önemli ölçüde düştüğü gözlenmiştir. Bu durum, çok karmaşık yapısı ve hassas bir dengesi olan toprak ekosisteminin müdahale ile bozulmasının sonucudur. Rastgele yapılan gübreleme, toprak ekosisteminin organik unsurlarını büyük ölçüde tahrip ederek, bozulma ve kirlenmeye neden olabilmektedir (Erinç, 1984).

Gübreli tarım tekniğine uygun ve yetiştirilecek ürünün ihtiyacına göre verildiği takdirde, toprakta biriken azot ve fosfor miktarı artmaz. Ancak, gübrelemenin ardından gelen yağışlarla önemli miktarda azot ve fosfor, yüzey sularına taşınır. Böylece, gübrelemenin yapılmadığı yerlere nazaran, buralarda daha fazla azotun yağış suları ile taşındığı tespit edilmiştir. Ayrıca, gübrelerde kullanılan dolgu malzemeleri, uzun vadede toprağın çoraklaşmasına da neden olmaktadır (Karpuzcu, 1994)

Tarım ilaçları ise toprak ekosisteminde çok daha önemli ortam sorunlarına yol açmaktadır. 20. Yüzyılın ikinci çeyreği, tarım ürünlerinin bu tür zararlı ortamlara karşı korumak için yapılan mücadelede bir dönüm noktasıdır. Çünkü bu dönemde kimya endüstrisi, tarım alanında kullanılmak üzere, insektisid, herbisid, pesdisid isimleriyle çok etkili tarım ilaçları geliştirerek, piyasaya sürmüştür. Bu ilaçların hepsi karbon, hidrojen ve klor içermektedir. Bu nedenle hidrokarbonlar adı ile bilinmektedirler (Erinç, 1983). Klorlu hidrokarbonların canlılar üzerinde etkileri kesin olarak anlaşılmamış olmakla birlikte, bütün hayvanlar üzerinde zehir etkisi yapmaktadır. Bu özelliği nedeniyle pestisidler, sadece otçulları değil, etçilleri de öldürmektedir. Böylece, etçillerle otçullar arasındaki denge de bozulmaktadır. Klorlu hidrokarbonların ortam açısından önemli bir özelliği de, canlı bünyesine giren fazla pestisidlerin doğal yolla dışarı atılamamasıdır. Bu nedenle DDT ve benzeri tarım ilaçları, kontrolü gereken haşarata nazaran diğer canlılar üzerinde daha etkili olmaktadır. Zamanla haşaratlar bu ilaçlara karşı bağışıklık kazanabilmektedirler. Klorlu hidrokarbonlar yavaş ayrışır ve çoğunun yarı ömrü, 10-15 yıl civarındadır. Bu süre, zehirli etkilerin devamı için yeteri kadar uzundur. Klorlu hidrokarbonlar, suda ve kanda çözünmedikleri hâlde yağda çözünmektedirler. Çok az bir miktarda organizmaya girdiğinde, yağlı kısımlarda birikir ve kanla kolayca temizlenmez. Böylece zamanla pestisid konsantrasyonu artar. Yağdan ayrılarak, kana karışan DDT, canlılar için öldürücü olmaktadır

(Karpuzcu, 1994). Havada bulunan partikül ve aerosol hâlindeki hava kirleticilerin de toprakta kirlenmeye sebep oldukları bilinmekle birlikte, diğer kirleticiler kaynaqlara nazaran etkileri daha sınırlıdır.

Sulu tarım yapılan alanlarda suyun kalitesi de önemlidir. Sudaki iyonların durumuna bağlı olarak, toprakta zamanla tuzlanma meydana gelmektedir. Toprakta tuzlanma, özellikle hidrolojik bilançonun açıklıkla kapandığı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde görülür. Buralarda toprağın yıkanması zayıf olduğundan, ve kapillaritenin de etkisiyle doğal tuz birikimi güçlüdür. Toprakta tuz birikimini önlemek için, toprakların yapay olarak yıkanması gerekmektedir. Sulamanın sebep olduğu bir başka sorun da, aşırı sulamaya bağlı olan yer altı suyu seviyesinin yükselmesidir. Bu durumda su, bitki köklerinin seviyesine ulaşarak, toprağın havalanmasını engeller ve bitkilerin ölümüne sebep olur.

Günümüzde önemli toprak sorunlarından bir tanesi de toprak erozyonudur. Ancak, toprak erozyonu, toprak ekosisteminde kirlenmeye neden olmaz. Etkisi, toprak ekosistemini bozma yönündedir. Toprak erozyonu, toprak unsurlarının, doğal faktörlerden su ve rüzgârın etkisiyle yerlerinden aşındırılarak, başka yere taşınması olayıdır (Türkiye Çevre Sorunları, 1999). Bir başka tanıma göre de, toprak erozyonu, beşerî faaliyetler sonucunda hızlanan toprak kaybıdır. Erozyonla bizzat toprağın esas kütlesi giderek azalır. Sadece A horizonunun ortadan kalkmasıyla verim yerine ve toprak türüne göre %35-90 arasında azalmaktadır. A ve B horizonlarının tamamen aşındığı yerlerde ise tarım artık imkânsızlaşır. Diğer taraftan da taşınan topraklar, limanları, haliçleri, barajları doldurarak, kullanımlarını güçleştirir (Erinç, 1984). Flüvyal süreçlerle meydana gelen toprak erozyonu, genel jeomorfolojik kurallara göre gerçekleşir. Damla çarpması, yüzeysel aşındırma ve sel yarıntıları şeklinde olan çizgisel erozyon olmak üzere, başlıca üç süreçten oluşmaktadır. Yağış miktarı, yağış şiddeti, eğim derecesi, bitki örtüsü, toprak türü ve kullanılan tarım tekniği, toprak erozyonunun şiddeti üzerinde etkili olmaktadır. Rüzgâr erozyonu ise rüzgârın korrozif ve deflasif etkileriyle gerçekleşmektedir. Zayıf bitki örtüsü, zemin özellikleri ve rüzgâr şiddeti- frekansı, tarım arazisinin boş bırakılması gibi faktörlerle rüzgâr erozyonunun şiddeti arasında bağlantılar vardır.

Ayrıca, toprakta taşlılık ta sorun yaratmaktadır. Arazinin doğal yapısından kaynaklanan taşlılık, toprağın üstünde veya içinde bulunan, çapları 25 cm'den büyük olan taşların oransal durumunu ifade eder. Yerleşim ve endüstriyel faaliyetler amacıyla, vasıflı tarım topraklarının hızla işgal edilmesi de toprakla ilgili sorunların bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Hammaddesi taşa toprağa dayalı olan bazı endüstri kolları, son zamanlarda önemli miktarlarda tarımsal değeri yüksek olan toprakları kullanarak, yeni sorunlar yaratmaktadır.

12.4. Toprak Sorunlarının Ortama Etkileri

Toprak sorunlarından erozyonun, çok geniş alanları ilgilendiren çok çeşitli etkileri vardır: Toprak kayıplarında artma, toprağın üretkenliğinin ve bitki besin maddelerinin azalması, ürünlerde kalite düşmesi, toprağın su tutma kapasitesinde azalma, verimli tarım topraklarının sedimentlerle örtülmesi, bunlardan bazılarıdır. Toprak fiziğinin bozulması,

sedimentasyon, kaliteli su sağlama maliyetinin artması, arazi ve akarsuların kalitelerinin bozulması, limanların dolması, baraj ve sulama kanallarında bozulmalar bunlar arasındadır.

Topraktaki tuzlanma, toprağın verimini düşürdüğü gibi bitkilerin gelişimini de engeller. Toprağın ıslak olması ise sürümünü güçleştirmekte ve aşırı su birikimiyle bataklık durumuna gelebilmektedir. Toprak içerisindeki taşlar ise bir taraftan makine kullanımını zorlaştırmakta, diğer taraftan toprağın dokusunu bozmaktadır. Aşırı ve bilinçsizce uygulanan gübreleme toprağın bitki besin maddesi dengesini bozabilmektedir. Toprağın bitki besin elementlerince durumunu bilmeden yapılan gübrelemeler, verim düşüklüğüne neden olabilmektedir. İhtiyacın üzerinde yapılan azotlu gübrelemeler neticesinde; yağış suları ile akarsulara ve içme sularına karışarak, sudaki nitrat konsantrasyonunu arttırabilmektedir. Aşırı derecede fosforlu gübrelerin kullanımıyla, akarsu ve içme sularındaki fosfat konsantrasyonu yükselebilmektedir. Yüksek miktarlarda kullanılan azotlu gübreler ise bitkilerde bazı kanserojen maddelerin oluşumuna neden olmaktadır. Toprağın ihtiyacından az verilen gübreleme de, bitkinin yeterince gübreden yararlanamamasına sebep olmaktadır. Ayrıca, yanlış cins gübrenin aşırı miktarda toprağa verilmesi, toprak reaksiyonunun normal değerden uzaklaşmasına, toprak yapısının bozulmasına ve topraktaki mikroorganizma hayatının olumsuz şekilde etkilenmesine yol açmaktadır. Özellikle kimyasal tarım ilaçlarının kullanımı, zararlılarla birlikte yararlı olan toprak içi canlılarını da yok ederek, ekosistemi bozmakta ve uzun süreli olarak kirletmektedir. Bu bakımdan yarı ömrü uzun olan kimyasallar, tabiatta daha uzun süreli kaldıkları için, torağı kirletici ve bozucu etkileri daha güçlü olabilmektedir. Ayrıca, diğer kirleticilerde olduğu gibi zirai mücadelede kullanılan kimyasal ilaçlar da ekolojik döngü ile diğer ekosistemlere geçerek, özellikle de su ekosisteminin bozulmasına yol açmaktadır. Endüstri kökenli kirleticilere bağlı olarak ortaya çıkan hava ve su kirliliği, ekosistemler arası geçişle, toprağı da etkilemektedir. Tarım arazilerinde bu yönlü oluşan kirlenme ve bozulmalar, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönlerini olumsuz şekilde etkileyerek, verim düşmesine, ya da bazı toksik kimyasal maddelerin tarım ürünlerinde depolanmasına neden olur. Endüstriyel atıklar, su ekosistemine de taşınarak, kirlenme ve bozulmaya neden olmaktadır. Kalitesi bozulmuş, kirlenmiş suların, tarım alanlarında kullanılmaları, toprak ekosistemini olumsuz etkilemektedir. Türkiye’de bazı yörelerde görülen bor kirliliği, atık suların sulamada kullanılmasıyla ortaya çıkan endüstriyel toprak kirlenmesine örnektir. Çok çeşitli endüstri tesislerinden atmosfere verilen kirleticilerden, özellikle kükürt dioksit ve flor gazları, asit yağışlar oluşturarak, toprağı dönmektedir. Asit yağışların gerek kültürel bitkilere ve gerekse doğal vejetasyona önemli zararlar verdiği bilinmektedir. Ayrıca, verimli tarım arazileri, yerleşmeye açılarak ve endüstri tesisleri ile işgal edilerek, önemli ölçüde alan kaybı yaşanmaktadır.

12.5. Türkiye’nin Toprak Potansiyeli

12.5.1. Türkiye’de Arazi Kullanımı

Türkiye’nin sahip olduğu arazinin en uygun şekilde kullanımının belirlenebilmesi için, öncelikle arazinin kullanım kabiliyet sınıflarının bilinmesi gerekir. Çünkü bu tarz bir

sınıflama, arazi kullanma planlarının yapılması ve tarımsal gelişmenin programlanması açısından önemlidir.

Tablo 25: Yetenek Sınıflarına Göre Türkiye’de Arazi Kullanımı

Arazi Kullanım Türü	I+II+III+IV	V+VI+VII	VIII	TOPLAM
Tarım Arazisi	21 779 317	6 274 190		28 053 507
Nadaslı Kuru Tarım	11 671 270	3 348 098		15 019 368
Nadassız kuru Tarım	4 612 730	1 623 150		6 235 880
Sulu Tarım	4 210 878	143 782		4 354 650
Bağ	343 840	222 799		566 639
Bahçe	474 607	88 118		562 725
Özel Ürünler	465 992	848 243		1 314 235
Çayır-Mera Arazisi	2 972 310	18 532 858		21 505 168
Çayır	348 361	262 330		646 691
Mera	2 587 949	18 270 528		20 858 477
Orman-Funda Arazisi	1 458 300	21 769 675		23 227 975
Orman	1 004 330	14 180 549		15 184 879
Funda	453 970	7 589 126		8 043 096
Tarım Dışı Araziler	356 841	213 313	323 999	894 153
Toplam	26 566 768	46 790 036	4 542 896	77 899 700
Toplam Alana Oranı (%)	34,1	60,1	5,8	100

Kaynak: KHGM (2001)Yıllık Envanter

Türkiye’de toplam arazinin %34,1’i, I., II., III. ve IV. sınıf topraklardan oluşurken,%60,1’i V., VI. ve VII. Sınıf, %5,8’de VIII. Sınıf arazilerden oluşmaktadır. Bu oran içerisinde tarım topraklarının payı, %90’dır. Türkiye’nin 77,9 milyon hektar olan toprak varlığının 28,1 milyon hektarını tarım arazileri oluşturmaktadır (tablo 25). 1940 yılında 14,8 milyon hektar olan ekili ve dikili alanlar, 2001 yılında 26,5 milyon hektara, 2005 yılında 28,1 milyon hektara ulaşmıştır. 2001 yılı verilerine göre, toplam ekili ve dikili alanların %17’sinde sulu tarım, %83’ünde ise kuru tarım yapılmaktadır. Bitkisel üretim alanının %69’u tarla ürünleri, %19’u nadas alanları, %3’ü sebze üretim alanları, %5’i meyve alanları, %2’si zeytin alanları ve %2’si bağ alanları olarak değerlendirilmektedir. İşlenen tarla alanının %60’ında tahıl, %7’sinde baklagil, %6’sında endüstri bitkileri, %3’ünde yağlı tohumlar, %2’sinde yumru bitkiler ve %2’sinde yem bitkileri yetiştirilmektedir. Ayrıca, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2005) verilerine göre; Türkiye’de 78 milyon hektar toplam arazinin %27,3’ünde kuru tarım, %5,6’sında sulu tarım, %3,1’inde bağ-bahçe ve özel ürün tarımı yapılmakta, %27,6’sı çayır-mera ve %29,8’i orman-funda olarak kullanılmaktadır. Tarım dışı araziler ise %1,2’lik bir alan kaplamaktadır.

Tarım arazisi miktarının yaklaşık 28,0 milyon hektar olmasına karşılık ekilebilir arazi miktarının 26,6 milyon hektar olması ve ekilemeyen 5,0 milyon hektar arazinin çayır-mera, orman-funda ve yerleşim alanı gibi değişik şekillerde kullanılması, tarımda kullanılan arazi miktarının gerçekte 21,8 milyon hektar olduğunu göstermektedir. Ülke genelinde çeşitli kullanımlar arasında uyumsuzluk gösteren toplam arazi miktarı 25,3 milyon hektar olup,

tarım arazisi olarak gösterilen araziler arasında görülen 6,3 milyon hektarlık fark, toprak işlemeye elverişsiz arazilerin işlemeli tarıma açılmasından kaynaklanmaktadır. DİE, 2001 yılı genel tarım sayımı köy genel bilgi anketi sonuçlarına göre; toplam 66,8 milyon hektar arazi içinde, tarıma elverişli olduğu hâlde kullanılmayan arazi, 1991’de 1980’e göre %56,75 oranında, 2001’de 1991’e göre %12,18 oranında azalmıştır. Nadas alanındaki azalma ise 1991’de 1980’e göre % 26,96 oranında iken, 2001’de 1991’e göre %1,59 oranındadır. 2005 yılı istatistiklerine göre ise Türkiye’de toplam 28,1milyon hektar tarım alanının, 15 milyon hektarlık kısmında nadaslı kuru tarım, 6,2 milyon hektarlık kısmında da nadassız kuru tarım yapılmaktadır. Ziraat alanlarının 1,8 milyon hektarında bağ-bahçe tarımı yapılırken, 1,3 milyon hektarlık kısmı da özel ürünlere ayrılmıştır.

Tablo 26: Türkiye ve AB Ülkelerinde Arazi Kullanımı (2000)

Ülke Adı	Toplam Yüzölçümü	Tarım Arazisi	Oran	Çayır-Mera Arazisi	Oran
	(1000 ha)	(1000 ha)	(%)	(1000 ha)	(%)
Almanya	35.703	12.038	33.7	4.975	13.9
Fransa	55.150	19.515	35.4	10.385	18.8
İtalya	30.134	11.422	37.9	4.846	16.1
Bel- Lük.	3.312	834	25.2	687	20.7
Hollanda	4.153	949	22.9	1.018	24.5
İngiltere	24.291	5.968	24.6	11.251	46.3
İrlanda	7.027	1.079	15.4	3.339	47.5
Danimarka	4.309	2.302	53.4	342	7.9
Yunanistan	13.196	3.870	29.3	5.150	39.0
İspanya	50.559	18.530	36.6	11.450	22.6
Portekiz	9.198	2.705	29.4	1.437	15.6
İsveç	44.996	2.747	6.1	488	1.1
Avusturya	8.386	1.479	17.6	1.940	23.1
Finlandiya	33.815	2.177	6.4	95	0.3
AB	324.269	85.615	26.4	57.403	17.7
Türkiye	77.482	26.672	34.4	12.378	16.0

Kaynak: www.fao.org, Erişim Tarihi: 28.01.2011

Ayrıca, arazi kullanımı açısından Türkiye ve AB Ülkeleri karşılaştırıldığında, Türkiye’nin tek başına AB Ülkeleri karşısında önemli bir tarım arazisi varlığına sahip olduğu görülmektedir (tablo 26). 2001 yılı verilerine göre, Türkiye topraklarının %34,4’ünü tarım arazisi oluşturmakta ve bunun %69’unu ekilen tarla arazisi ve %18,9’unu da nadas alanı olmak üzere, %87,9’unu işlenen tarım arazileri, %3’ünü sebze bahçeleri, %2’ini bağ, %4,9’unu meyve ve %2,2’sini de zeytin ağaçları kaplamaktadır. Türkiye’de ekilen ve nadasa bırakılan tarla arazisinin tamamı prodüktif tarıma elverişli değildir. Çünkü bu alanların bir kısmı özellikle 1948-56 yılları arasında, traktör sayısının hızla artması sonucu, çayır mera alanlarının aleyhine olarak genişleyen tarla arazileri olup, engebeli ve eğimleri yüksek arazilerdir. 1-4. sınıf arazilerde, 1,5 milyon hektar alanda orman ve fundalık yer alırken, orman ve mera olması gereken 6,1 milyon hektar alan uygun olmamasına rağmen tarıma

açılmıştır. 1-4. sınıf tarıma elverişli alanların bir kısmı tarım dışı amaçlarla şehirleşme ve endüstrileşme için kullanılmaktadır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın Organize ve Küçük Sanayi siteleri kurulmasına tahsis ettiği alanların %62'sini, 1-4. sınıf araziler oluşturmaktadır (Bayraç ve diğerleri, 2002). AB ülkelerinde ise genel olarak yüzölçümlerinin %26.4'ü tarım arazisine, %17.7'i de çayır ve mera alanlarına ayrılmıştır. Ülkeler bazında, tarım arazilerinin toplam yüzölçümleri içinde en fazla pay aldığı ülkeler sırasıyla Danimarka (%53.4), İtalya (% 37.9) ve İspanya (% 36.6) dır. Toplam yüzölçümü içinde tarım arazilerinin en düşük pay aldığı ülke %6.1 oranla İsveç'tir. Çayır mera alanlarının toplam yüzölçümleri içerisinde en fazla pay aldığı ülkeler ise sırasıyla İrlanda (%47.5), İngiltere (%46.3) ve Yunanistan (%39.0) dır. Türkiye'nin tarım alanları AB'deki tarım alanlarının %20'si ne karşılık gelmektedir.

12.5.2. Türkiye'de Mevcut Genetik Toprak Tipleri ve Coğrafi Dağılımları

Türkiye sahip olduğu fiziki ortam koşulları gereği, zonal, intrazonal ve azonal toprak ordolarına ait çok çeşitli büyük toprak gruplarına sahiptir (tablo 27).

12.5.2.1. Zonal Topraklar

Türkiye'de düz, az engebeli, hafif eğimli ve drenaj koşulları iyi olan, mevcut iklim şartları-bitki örtüsünün etkisi altında gelişen iklimatik kökenli topraklardır. Türkiye'de en geniş alanı kaplayan bu ordonun çok çeşitli toprak grupları dağılışı göstermektedir:

Kahverengi Step Toprakları: Türkiye'de yaygın olan bir toprak tipidir. Genellikle yarı kurak ılıman-serin iklim koşullarında ve seyrek step formasyonu altında gelişen topraklardır. Dolayısıyla Türkiye'de başta İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri olmak üzere, Doğu Anadolu'nun depresyon tabanlarında yaygın olarak bulunmaktadır (Atalay, 2006). Daha az olarak da diğer bölgelerde görülebilmektedir. Toprak oluşumunda kalsifikasyon süreci hakîm rolü oynamaktadır. Genellikle nadaslı kuru tarımın uygulandığı topraklardır. Türkiye'de yaklaşık olarak 1,629,900 ha alan kaplamaktadır.

Kırmızımsı Kahverengi Step Toprakları: Yarı kurak, sıcak iklim koşullarında ve oldukça seyrek step bitki topluluğu altında oluşmuş topraklardır. Türkiye'de genellikle İç Anadolu Bölgesi'nin güney kesimlerinde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yayılışı kazanmaktadır. İklim koşullarına bağlı şekilde kuru ziraat yapılmakta olup, Türkiye'de yaklaşık 4,130,200 ha alana yayılmaktadır (Ergene, 1997).

Tablo 27: Türkiye’de Toprak Sınıflarının Dağılımı ve % Oranları

Toprak Tipi	Kapladığı Alan (ha)	Türkiye Yüzölçümüne Oranı (%)
Kahverengi Topraklar	15.298.750	19,7
Kestanerengi Topraklar	4.485.178	5,8
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	6.091.544	7,8
Kahverengi Orman Toprağı	12.287.648	15,8
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	7.978.960	10,2
Podzolik Topraklar	3.211.260	4,1
Yüksek Dağ Çayır Toprağı	302.094	0,4
Kırmızı Akdeniz Toprağı	2.239.629	2,9
Rendzina Toprağı	602.172	0,8
Vertisoller	589.866	0,8
Bazaltik Vertisoller	1.061.027	1,4
Regosoller	669.243	0,9
Litosoller	9.136.719	11,7
Alüviyal ve Kollüvyaller	7.776.008	10,0
Çıplak Kayalıklar	2.930.933	3,8
Toplam	74.661.031	96,1

Kaynak: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Genel Toprak Amenajmanı Planlaması, 1987.

Kestane ve Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar: Yıllık ortalama yağış miktarının genellikle 400 mm’nin üzerinde ve yıllık ortalama sıcaklığın 6-10 °C arasında olduğu, İç Anadolu ve İçbatı Anadolu Platolarıyla Doğu Anadolu’nun depresyonlarında, çeşitli ana materyal üzerinde gelişen topraklardır. Uzun boylu step-çayır ve meşe-karaçam karışımı kuru karakterli ormanlardan oluşan bitki topluluğu ile karakterize edilmektedir. Yağışın arttığı yerlerde nadasa gerek duyulmaz. Alt kısımlarda CaCO₃ birikme horizonu vardır. Türkiye’de yaklaşık 962,000 ha alanda görülmektedir.

Kireçsiz Kahverengi Topraklar: Kahverengi ve kestane renkli toprakların yayılış alanlarına nazaran yağışın biraz daha arttığı yerlerde görülür. Yıllık yağış ortalamasının 400-600 mm arasında olduğu, ağaçlı stepler veya kuru orman örtüsü altında, özellikler, İç Anadolu’nun kuzey ve doğu kesimlerinde ve İçbatı Anadolu’da yer yer görülmektedir (Atalay, 2006). Türkiye’de yaklaşık 6,091,544 ha alana yayılmıştır.

Terra Rosa (Akdeniz Kızıl Toprakları): Türkiye’de Akdeniz ve Ege Bölgeleri başta olmak üzere, Marmara Bölgesi’nin güney kesimleri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi’nin güney kesimlerinde, Akdeniz iklim koşullarının etkisi altında olan alanlarda yayılış göstermektedir. Deniz kıyısından başlayarak, ormanın üst sınırına kadar çıkmakta ve özellikle kireç taşlarına bağlılık göstermektedir. Organik madde miktarı yükseltiye bağlı olarak artmakta ve CaCO₃ önemli ölçüde yıkanmaktadır. Daha çok kalker veya kireç oranı yüksek olan ana kaya üzerinde gelişen, parlak kırmızı renkli topraklardır.

Daha ziyade maki formasyonu altında gelişmekle birlikte, kısa boylu doğal çayır otları altında da oluşabilmektedir. Türkiye’de genellikle 2.240.000 ha alan kaplamaktadır.

Sierozem (gri çöl toprakları): Türkiye’de kurak-yarı kurak, sıcak-ılıman iklim koşullarında ve kökleri derine ulaşabilen kurakçıl cılız, seyrek step bitki topluluğu altında oluşmaktadır. Daha ziyade İç Anadolu’nun güneyinde, Konya Ovası’nın doğusunda ve Tuz Gölü Kapalı Havzası’nda yaygındır. Toprağın organik madde miktarınca fakir olması ve karbonatların yeterince yıkanamayışı nedeniyle rengi açıktır. Türkiye’de yaklaşık olarak, 280,000 ha alanda görülmektedir.

Kahverengi Orman Toprakları: Türkiye’de genel olarak yayvan yapraklı orman formasyonu altında gelişme gösteren bu toprak tipinin üzerinde bol miktarda organik madde birikerek, bütün horizonlara karıştığı için, renk kahverengidir. Türkiye’de genellikle iklimin yağışlı- sıcak ve yağışlı serin koşullar taşıdığı yerlerde yaygındırlar. İstedikleri iklimik koşulları, Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere, Güneydoğu Toroslar Yayı üzerinde, İç Anadolu Bölgesi’nde 1200 m’ nin üzerinde ve İçbatı Anadolu Eşiği ile Trakya’da nemli Karadeniz ikliminin egemen olduğu sahalarda yaygın olarak görülürler. Türkiye’de yaklaşık 12 288 000 ha üzerinde bir alan kaplamaktadır.

Türkiye’de lokal iklim farklanmalarına bağlı olarak, sayıları 10’un üzerinde, kahverengi veya esmer orman toprakları bulunmaktadır. Yağış miktarının yetersiz olduğu, yarı nemli, yarı kurak-yarı nemli ortamlarda B horizonunda karbonatın biriktiği kireçli orman toprakları bulunmaktadır. Yağış miktarının 600 mm’nin üzerine çıktığı, yarı nemli-nemli alanlarda, yaprak döken ve iğneli orman altında ise kireçsiz kahverengi orman toprakları yayılmaktadır. Oltu ve Çoruh Havzaları’nda bu toprak tipine meşe- sarıçam ormanları altında rastlanmaktadır (Atalay, 2006). Toprak oluşumunda hafif kalsifikasyon veya hafif podzolleşme süreci yaşanmaktadır. En fazla yaygın olduğu alan Trakya’nın kuzeyidir. Türkiye’de 7,979,000 ha civarında bir alanda yayılmaktadır.

Podzolik ve Podzol Toprakları: Türkiye’de podzolik topraklar, yıllık yağış miktarının 1000 mm’yi aştığı ve yıllık ortalama sıcaklığın 8 °C civarında olduğu, yağışlı, serin-soğuk ortamlarda, genellikle kayınla birlikte iğne yapraklı ormanların egemenliğindeki ekosistemlerde gelişmektedirler. Türkiye’de bulunan podzolik topraklar, gri kahverengi ve kırmızı podzolik topraklardır. Bu toprakların üzerinde organik madde miktarınca zengin, gri kahverengi veya kırmızı bir tabaka yer alır. Bu üst tabaka aşırı yıkanma nedeniyle, toprak kolloidlerince fakir durumdadır. Fazla yağış nedeniyle toprak reaksiyonu asittir. Bunlardan gri podzolik topraklar daha çok, Karadeniz Bölgesi’nde Kuzey Anadolu Sistemi’nin kuzeye bakan yamaçlarında 1000 m’nin üzerinde yükseltiden itibaren başlamaktadır. Ayrıca, Uludağ ve Istrancalar’ın yüksek seviyelerinde görülmektedir. Kırmızı podzolik topraklara ise daha çok Akdeniz Bölgesi’nde yüksek seviyelerde rastlanmaktadır. Türkiye’de tipik pozol topraklarına, çok sınırlı alanlarda, ana materyalin asit karakterde, silisce zengin olduğu, soğuk-serin, yağışlı koşullarda rastlanmaktadır. Yıldız Dağları’nın kuzey yamacında 650 m yükseltide, kuvarsitler üzerinde lokal olarak yayılış göstermektedir (Kantarıcı, 1987). Ayrıca,

Artvin-Şavşat- Karagöl çevresinde iğne yapraklı orman altında sınırlı dağılışı vardır (Atalay ve diğ. 1985). Türkiye’de yaklaşık 3,211,000 ha alan kaplamaktadır.

Çernozem Toprakları: Bu topraklar yıllık yağış miktarının 400-650 mm arasında olduğu alanlarda çayır vejetasyonu altında gelişmektedir. Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesi’nde geniş yayılış alanı kazanmaktadır. Özellikle kuzeydoğuda Erzurum- Kars Platosu’nda ve Van Gölü’nün kuzeyinde 1600-2000 m yükseltilerde, uzun boylu çayır vejetasyonu altında yaygındır. Kars-Ağrı çevresinde hafif eğimli plato yüzeylerinde oldukça kalın ve B horizonu iyi gelişmiş çernozemler görülürken, aşınmaya uğramış engebeli alanlarda sığ ve organik madde miktarları azalmaktadır(Atalay, 2006).

12.5.2.2. İntrazonal Topraklar

Bilindiği gibi bu toprak ordosunun oluşumunda, iklimik koşullardan ziyade, ana materyal ve drenaj koşulları etkili olmaktadır. Dolayısıyla Türkiye’deki yayılış alanı, iklimik topraklara göre son derece sınırlıdır. Türkiye’de bu grubun 3 farklı alt ordosu olan; Halomorfik (tuzlu ve sodik “alkali”) topraklar, Hidromorfik topraklar ve kalsimorfik topraklar yer almaktadır.

Kalsimorfik Topraklar: Genellikle killi, kireçli Neojen tortulları üzerinde bulunmaktadırlar. Bu grubun, **rendzina ve gromusol (vertisol)** olmak üzere, iki toprak tipi vardır. Bunlardan, **gromusol toprakları**, kireçsiz kahverengi ve rendzina topraklarının bulundukları yerlerde rastlanan derin, koyu renkli, killi topraklardır. Sıcak- ılıman ve yıllık yağış miktarının 500-750 mm arasında olduğu iklim koşullarında oluşan bu topraklar, önemli miktarda kireç içerirler. Bu toprakların ana materyali, genellikle kireçli kil, marn, şist veya yumuşak kalkerlerden meydana gelmektedir. Üzerlerinde gelişen bitki topluluğu ise çoğunlukla kuru ormanlardan oluşmaktadır. Türkiye’de daha çok Ergene Havzası’nın tabanında ve Güney Marmara’da yayılış göstermektedir. Ayrıca, Muş Ovası, Menemen, Bornova, Çukurova, Konya Havzası, Bafra Ovası’nın güneyindeki yüksek seviyelerde ve Harran Ovası’nın güneyinde görülmektedir. Türkiye’de yaklaşık, 600,000 ha yayılış alanı vardır. **Rendzina toprakları** ise yumuşak kalker, marn veya kalker ara tabakalı marnlar üzerinde oluşmaktadır. Ilıman-sıcak, yağışlı-orta yağışlı iklim koşullarında ve kuru orman-ağaçlı step bitki topluluğu altında görülmektedir. Oluşumlarında kalsifikasyon etkili olduğu, yüzeysel topraklardır. Türkiye’de daha ziyade Trakya’da Ergene Havzası’nda gromusollere göre daha yukarılarda, havzanın kenarlarında yayılış göstermektedir. Ayrıca Güney Marmara, Taşeli Platosu, Gediz, Büyük Menderes Havzaları’nın kenarları, İçbatı Anadolu’da da yayılışları vardır. Türkiye genelinde ise 602,000 ha kadar yer kapladıkları tahmin edilmektedir.

Halomorfik Topraklar: Bu gruba giren topraklar, genellikle düz, düze yakın topoğrafik koşullarda, taban arazilerde, yağış miktarı az, buharlaşma miktarı yüksek olan kapalı havzalarda, yerel faktörlere bağlı olan topraklardır. Kendi içerisinde, **tuzlu topraklar(solonçaklar)** ve **alkali (sodik)** topraklar olmak üzere alt gruplara ayrılırlar. Bunlardan, **Tuzlu topraklar**, Türkiye’de en geniş alanlı olarak, Konya Havzası’nda yer altı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu yerlerde görülmektedir. Yer altı suyunda çözünmüş

olarak bulunan tuzlar, kapilaritenin etkisiyle toprağın üst kısımlarına taşınmakta, suyun buharlaşması ile de tuz birikmektedir. **Alkali (sodik) topraklar** ise fazla oranda sodyum içerirler. Türkiye’de Konya Havzası’nın çukur alanlarında yayılış gösterirler. Buradaki alkalileşme olayı, yer altı sularında çözünmüş olarak bulunan sodyum bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Konya Havzası’nda tuzlu ve alkali topraklar arasında sıkı bir ilişki vardır. Karapınar kuzeyindeki playada ve Akgöl civarında tuz birikiminin olduğu yüzeydeki toprak profilinin üst kısmında şiddetli alkalilik tespit edilmiştir (Atalay, 2006). Türkiye’de tuzlu ve alkali topraklar, 1,5 milyon ha alana yayılmıştır.

Hidromorfik Topraklar: Taban suyunun yüksek, drenajın zayıf olduğu yerlerde, yılın önemli bir kısmında su altında kalan, gür bitki topluluğunun geliştiği yerlerde oluşan topraklardır. Bu anlamda, yerel koşullara bağlılık gösterirler. **Taban suyu podzol toprakları, peat ve muck toprakları** bu grubun çeşitleridir. Fazla miktarda organik madde içeren turba toprakları da organik topraklar olarak adlandırılmaktadır. Türkiye’de taban suyu seviyesinin yüksek olduğu düz alanlarda sınırlı olarak görülmektedir. Özellikle, Muş ve Erzurum Ovaları’nın doğu kesimleri ile Çukurova’nın eski akarsu yatakları ve güney kesiminde, Gediz, Küçük Menderes ve Büyük Menderes deltalarında, Adapazarı Ovası’nda, Kızılırmak ve Yeşilırmak Deltaları’nda daha geniş alan kaplamaktadır.

Yüksek Dağ-Çayır Toprakları: bu topraklar, orman sınırının üzerinde, subalpin ve alpin bitki örtüsü altında gelişmiş, organik madde miktarı yüksek ve asit reaksiyonlu topraklardır. Türkiye’de tipik yüksek dağ ve çayır toprakları, nemli-yarınemli ve soğuk iklimin hüküm sürdüğü Kuzey Anadolu Dağ Kuşağı’nda; Ilgaz, Kaçkar, Allahüekber ve Kargapazarı Dağları ile Mescit Dağları’nın hafif engebeli alanlarında görülür. Türkiye’nin diğer dağlık alanlarında daha lokal olarak, nemli, çukur yerlerde görülür (Atalay, 2006). Türkiye’de, 302,000 ha civarında yayılışı vardır.

12.5.2.3. Azonal Topraklar

Türkiye’de sürekli ya da zaman zaman meydana gelen akarsu taşkınlarıyla ortaya çıkan millenme ve eğimli yamaçların eteklerinde oluşan birikimlerin hazırladığı genç topraklardır. Bu genç topraklarda sürekli olan aşınma ve taşınma olayları, zaman faktörünün etkisini ortadan kaldırdığından, genetik bir horizonlaşma görülmemektedir. Azonal toprakların, **alüvyal ve kolüvyal topraklar** olmak üzere, iki çeşidi vardır.

Alüvyal Topraklar: Bilindiği gibi alüvyal topraklar, akarsuların taşıyarak biriktirdiği, genellikle ince unsurlu malzemeler üzerinde oluşan topraklardır. Çoğunca akarsuların taşkın ve biriktirme sahalarında meydana gelirler. Türkiye’de delta, kıyı ve taban seviyesi ovaları ve tektonik kökenli, alüvyal dolgulu ovalar, alaüvyal toprakların daha geniş yayılış gösterdiği alanlardır. Genellikle ana materyalin özelliği bu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Taşkına uğramayan alüvyal alanlarda ve birikinti yelpazeleri üzerinde ise A horizonu, bazen de B horizonu gelişebilmektedir. Alüvyal topraklarda dikey yönde yarı olgun gömülü topraklar da bulunur. Bu durum, alüvyonlaşmanın kesintiye uğraması ile toprak oluşumunun başladığını, yeniden millenmeye uğramasıyla pedojenezin kesintiye uğradığını

göstermektedir. Örneğin, Ecemiş koridoru içerisindeki alüvyal sahalar böyledir. Türkiye’de alüvyal toprakların 3,800,000 ha alan kapladığı tahmin edilmektedir.

Kolüvyal Topraklar: Yüksek sahaların yamaçlarından gravitasyonla ve suyun etkisiyle eteklere taşınan, genellikle çakıl ve kum boyutunda biriken malzeme üzerinde oluşmaktadırlar. Dağların eteklerinde ve yamaçlarındaki köşeli, çakıllı, kumlu malzemeler, kolüvyal depo ve ya kolüvyal toprak olarak adlandırılırlar. Ayrıca, kolüvyal depolar üzerinde yarı olgun toprak profillerine de rastlanır. Bu durum yamaç boyunca erozyonun durduğunu ve pedojenezin başladığını göstermektedir. Bozdağlar’ın kuzey etekleri, Aydın Dağları’nın güney etekleri, Kuzey Anadolu Dağları’nın güneyi, Toros Dağları’nın değişik yerlerinde, tipik örneklerle rastlanır. Fizyolojik derinliği çok fazla olan Aydın ve Bozdağlar’ın eteklerindeki kolüvyal depoların eğimli yamaçları derin oyuntularla parçalanmıştır. Depodaki kum ve mil boyutundaki malzemelerin yüzeysel akışla kolayca taşınmaları, sel yarıntılarının yataklarını genişleterek derin oyuklara dönüştürmeleri ile ilgilidir (Atalay, 2006). Türkiye’de kolüvyal toprakların 3,900,000 ha alan kapladığı tahmin edilmektedir.

Uygulamalar

- 1) Yaşadığınız çevrede ki topraklar incelenmeli ve görülmelidir.
- 2) Yaşadığınız ili toprak erozyonu açısından incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Yaşadığınız çevrede hangi tip topraklar vardır? Araştırınız.
- 2) Yaşadığınız ili toprak erozyonu açısından inceleyiniz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Toprak oluşumu, taşınmış materyal bir tarafa bırakılırsa, ana kaya üzerinde cereyan eden çözülme sürecinin bir ürünü olup, birçok faktörün etkisi altındadır. Jenny, toprak oluşumuna (pedojenez) etki eden faktörleri; iklim, organizma, ana kaya, topografya ve zaman olarak belirlemektedir.

Toprak, içerdiği besin maddeleri ve bu besin maddelerinin yeniden üretilmesini sağlayan madde döngüsü sayesinde, üzerinde ve içinde yaşayan canlıları besleyen ve barındıran bir ortam unsuru ve başlı başına bir ekosistemdir. Bu ekosistem, ortamın diğer unsurları ile bir denge ve uyum sonucunda oluşmuştur. Çok çeşitli kaynaklara ve etkenlere bağlı olarak, topraklarda bozulma ve kirlenme meydana gelmektedir. Toprak kirlenmesi; insan faaliyetleri neticesinde doğal yapısının bozulması, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşiminin olumsuz yönde değişmesi ve toprağın özelliği gereği, faydalı kullanılabilirliğinin azalması veya yerinde kullanılamaması şeklinde tanımlanabilir.

Toprak sorunlarından erozyonun, çok geniş alanları ilgilendiren çok çeşitli etkileri vardır: Toprak kayıplarında artma, toprağın üretkenliğinin ve bitki besin maddelerinin azalması, ürünlerde kalite düşmesi, toprağın su tutma kapasitesinde azalma, verimli tarım topraklarının sedimentlerle örtülmesi, bunlardan bazılarıdır.

Arazi kullanımı açısından Türkiye ve AB Ülkeleri karşılaştırıldığında, Türkiye'nin tek başına AB Ülkeleri karşısında önemli bir tarım arazisi varlığına sahip olduğu görülmektedir. Türkiye sahip olduğu fiziki ortam koşulları gereği, zonal, intrazonal ve azonal toprak ordolarına ait çok çeşitli büyük toprak gruplarına sahiptir.

Bu bölümde, toprak ekosisteminin yapısı ve sorunlarıyla birlikte, Türkiye'nin toprak potansiyeli ve toprak türleri incelenmiştir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

İklim, organizma, ana kaya, topografya ve zaman, toprak oluşumuna (pedojenez) etki eden faktörlerdir.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Yapısı bozulmamış olgun bir toprak genel olarak; A,B, horizonlarından meydana gelmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Azonal topraklar; yeryüzünde kuşakvari geniş alanlar kaplamakta olup, iklimik kökenli topraklardır. İklim ve vejetasyonun birlikte hazırladıkları bu topraklar, iyi profil özelliği gösteren olgun topraklardır.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Terra Rosa (Akdeniz Kızıl Toprakları), yıllık ortalama yağış miktarının 400 mm'nin üzerinde ve yıllık ortalama sıcaklığın 6-10 °C arasında olduğu, İç Anadolu ve İçbatı Anadolu Platolarıyla Doğu Anadolu'nun depresyonlarında, çeşitli ana materyal üzerinde gelişirler.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Arazi kullanımı açısından Türkiye ve AB Ülkeleri karşılaştırıldığında, Türkiye'nin tek başına AB Ülkeleri karşısında önemli bir tarım arazisi varlığına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

İntrazonal topraklar; Ana materyal, topografya ve zaman faktörü gibi engelleyici faktörler nedeniyle fazla gelişemeyen, belirgin bir profil özelliği gösteremeyen topraklardır.

a) Doğru

b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Arıtma tesislerine ait çamurlar, bazı işlemlerden geçirildikten sonra, uzaklaştırılmak amacıyla toprağa verilebilir. Ancak, çamurun hangi zaman aralıklarında toprağa verilebileceği, bölgenin iklim özellikleri, bitki üretim programı ve izin verilen yüke göre değişebilmektedir.

a) Doğru

b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Tarım ilaçlarından, klorlu hidrokarbonlar, suda ve kanda çözünmedikleri hâlde yağda çözünmektedirler.

a) Doğru

b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Tarım arazilerinde oluşan kirlenme ve bozulmalar, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönlerini olumsuz şekilde etkileyerek, verim düşmesine, ya da bazı toksik kimyasal maddelerin tarım ürünlerinde depolanmasına neden olur.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Çernozem Toprakları, Türkiye’de genel olarak yayvan yapraklı orman formasyonu altında gelişme göstermekte olup, bu toprak tipinin üzerinde bol miktarda organik madde birikerek, bütün horizonlara karıştığı için, renk kahverengidir.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)a, 2)b, 3)b, 4)b, 5)a, 6)b, 7)a, 8)a, 9)a, 10)b

13. TÜRKİYE TOPRAKLARININ FİZİKSEL, KİMYASAL, BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE SORUNLARI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

13.1. Tekstür ve strüktür Özellikleri, Toprak Reaksiyonu

13.2. Toprakların Kireç Miktarı:

13.3. Toprakların Organik Madde Miktarı:

13.4. Toprakların Katyon Değişim Kapasitesi:

13.5. Toprakların Azot Miktarı

13.6. Toprakların Fosfor Miktarı

13.7. Toprakların Potasyum Miktarı

13.8. Türkiye’de Toprak Kirliliği ve Toprak Sorunları

13.9. Türkiye’de Toprak Bozulması

13.9.1. Türkiye’de Toprak Erozyonu

13.9.1.2. Türkiye’de Toprak Erozyonunu Etkileyen Faktörler

13.9.1.3. Türkiye’de Toprak Erozyonunu Önleme Çalışmaları ve Alınması Gereken Önlemler

13.9.2. Taşlılık Sorunu

13.9.3. Su Fazlalığı

13.9.4. Tuzluluk ve Sodiklik

13.9.5. Arazilerin Yanlış Kullanımı

13.9.6. Tarım Arazilerinin Parçalanması

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Çevreniz de toprak erozyonu var mıdır?
- 2) Türkiye’de toprak erozyonuna karşı ne gibi önlemler alınmaktadır?
- 3) Türkiye’de tarım arazileri neden çok parçalıdır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ekolojik yönleri arasında ilgiler kurmak	Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini öğrenmek
Türkiye Topraklarının Sorunları	Türkiye topraklarının başta erozyon olmak üzere, bozulma niteliğindeki sorunlarını tespit etmek	Türkiye topraklarının başta erozyon olmak üzere, bozulma niteliğindeki sorunlarını değerlendirmek ve irdelemek

Anahtar Kavramlar

- Toprak
- Tekstür
- Strüktür
- Toprak erozyonu
- Bozulma

Giriş

Türkiye topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü tarafından incelenmiştir. Bu nedenle toprak araştırmaları, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nün belirlediği bölgelere göre yapılmıştır.

1982-1984 yıllarında güncellenen yoklama düzeyindeki toprak etütlerinin yorumlarına göre, belirlenen arazi yetenek sınıflarının özellikleri ve dağılımını gösteren veriler incelendiğinde; korunması gereken arazilerin Türkiye'nin yaklaşık dörtte birini oluşturduğu, her türlü tarıma elverişli arazilerin ise sadece %6,5 oranında kaldığı görülmektedir.

Türkiye topraklarının sorunlarının bir kısmı toprakta bozulma şeklinde belirmektedir. Bunlar, toprak erozyonu, taşlılık, tuzluluk, sodiklik, çok parçalılık gibi sorunlardır.

Bu bölümde Türkiye toprakları, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönleriyle tanıtılarak, toprak erozyonu başta olmak üzere, bozulma ile ilgili sorunları araştırılacaktır.

13.1. Tekstür ve Strüktür Özellikleri

Türkiye topraklarının ortalama olarak %35'ini tınlı, %50,2'sini killi-tınlı, %11,7'sini killi ve ağır killi, %3 kadarını da kumlu tekstür sınıfındaki topraklar oluşturmaktadır. Böylece toprakların %60 kadarı killi tın ve killi toprak tekstüründeki kil oranı yüksek, ağır toprak özelliğindedir. Türkiye topraklarında kil fraksiyonunun yüksekliği, gübre etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır. Türkiye topraklarının kil ve kireç içerikleri yüksek olmasına rağmen, genellikle organik madde miktarları düşüktür. Bu durum, toprak strüktürünün iyi gelişmemesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, stabil agregat oranı düşük kalmaktadır. Toprağın iyi strüktür kazanamaması, erozyona karşı direncini zayıflatmaktadır.

13.2. Toprak Reaksiyonu

Türkiye topraklarının önemli bir kısmı alkaline reaksiyon göstermektedir. Yaklaşık %85,8'i, 7 pH değerinin üzerinde reaksiyona sahiptir. Bunun %3,7'si güçlü alkaline reaksiyon göstermektedir. Türkiye'nin önemli bir kısmında hüküm süren yarı kurak iklim koşulları ve kurak devrenin uzun, etkin bir biçimde yaşanması ve dolayısıyla toprakların kireç içeriklerinin yüksek olması gibi nedenler, toprak reaksiyonunun alkaline olmasına yol açmaktadır. Bu topraklar, genellikle tuzlu ve sodik topraklar olup, daha ziyade İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yaygındır. Asit reaksiyon gösteren topraklar ise %14,2 gibi bir alan kaplamakta olup, özellikle nemli Karadeniz ikliminin etki sahasında görülmektedir.

13.3. Toprakların Kireç Miktarı

Özellikle Türkiye'de litolojik olarak kalker arazinin yaygın olması ve yarı kurak iklim koşulları, toprakta fazla miktarda kireç birikimine neden olmaktadır. Bu bakımdan bir oran verilirse; Türkiye topraklarının yaklaşık %33'ü, %15-95 arasında değişen oranlarda kireç içermekte olup, fazla ve çok fazla kireçli gruba girmektedir. %24,5'i ise %5-15 arasında kirece sahip, orta derecede kireç içeren topraklardır. Toprakların %17,7 kadarı da %1-5 arasında kireç içeren, az kireçli topraklardır. Toprakların %25'i %1 ve altındaki oranla, en az kireçli grup içerisinde bulunmaktadır. Toprakların yüksek oranda kireç içermesi, fosfor, demir, manganez ve çinko gibi bitki besin elementlerinin toprakta tutulmasını engellemektedir (Ergene, 1997). Karadeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nin kuzey kesimlerinde toprakların kireç oranları son derece düşüktür. Türkiye'nin diğer bölgelerinde ise toprakların genel olarak kireç oranları yüksektir. Türkiye topraklarının kireç miktarı, iklim özelliklerinin yanı sıra ana kaya tabiatına da bağlılık göstermektedir. Nemli iklim sahalarının dışında, kireç oranı yüksek tortul kayalar üzerinde gelişen toprakların kireç miktarı yüksek olurken, volkanik kayalar üzerinde oluşan topraklarda kireç oranı düşüktür.

13.4. Toprakların Organik Madde Miktarı

Genel olarak Türkiye topraklarında organik madde miktarı zayıftır. Çünkü her şeyden önce, ülkenin önemli bir kısmını etkileyen yarı kurak iklim koşulları ve bununla uyumlu step sahalarının varlığı, diğer taraftan özellikle orman formasyonu başta olmak üzere, bitki örtüsünün tahribi ve ziraat alanlarına çiftlik gübresinin uygulanmamasıyla birlikte toprağın

bilinçsiz-aşırı kullanımı, önem taşımaktadır. Organik madde miktarına göre bir değerlendirme yapıldığında; toprakların %21'inde organik madde %1'in altında olup, çok azdır. %54,6'sında %1-2 oranında, %18,3'ünde %2-3 arasında bulunmaktadır. Sadece %6'sında ise organik madde miktarı yeterlidir. Bilindiği üzere, organik madde, temel bitki besin maddelerinden biri olduğu gibi toprak strüktüründe ve kimyasal özelliklerinde de ayrı bir yere sahiptir. Bu bakımdan, Türkiye topraklarının organik madde miktarının düşük olması, en mahsurlu taraflarıdır.

13.5. Toprakların Katyon Değişim Kapasitesi

Türkiye topraklarının fiziksel özellikleri gereği, kation değişim kapasiteleri yüksektir. Türkiye'de yarı kurak iklim koşullarında olan bölgelerde topraklarda, değişebilir kalsiyum en fazla bulunmakta ve bunu diğer bazik kasyonlar izlemektedir. Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde asit reaksiyon gösteren topraklarda ise değişebilir hidrojen iyonları da yüksektir (Ergene,1997).

13.6. Toprakların Azot Miktarı

Bitkilerin kullandığı azotun büyük bir kısmını toprak organik maddesi sağlamaktadır. Organik maddenin yapısındaki azot, toprak mikroorganizmaları tarafından parçalanarak, bitkilerin kullanabilecekleri inorganik azot şekline dönüştürülürler. Türkiye topraklarında genel olarak organik madde miktarının azlığı, azot miktarının da düşük olmasına yol açmaktadır. Yapılan birçok analiz sonuçlarına göre, Türkiye topraklarının %21'inde azot miktarı çok düşüktür. %54,6'sında düşük, %18,3'ünde orta, %4,3'ünde yeterli ve %1,8'inde de fazla miktarda bulunmaktadır (Ergene,1997). Buna göre, Türkiye topraklarının yaklaşık %75,6'sı bitkilerin azot ihtiyacını karşılayamamaktadır. Sadece %6'sı azot miktarınca yeterli durumdadır. Türkiye topraklarının verim düşüklüğü nedenleri arasında, azot yetersizliği de bulunmaktadır.

13.7. Toprakların Fosfor Miktarı

Türkiye toprakları, toplam fosfor miktarı yönüyle zengin durumdadır. Bu bakımdan, Türkiye topraklarında toplam fosfor miktarı, genel olarak 500-1000 ppm (ppm= milyonda bir kısım) arasında değişmekte olup, bazen 1000 ppm'in üzerine de çıkmaktadır. Ancak, toprakların önemli bir kısmının yüksek alkali reaksiyon göstermesi, yüksek oranda CaCO_3 ve kil içermesi gibi nedenlerle, fosfor toprakta kuvvetle tutulmakta, bitkilere elverişli fosfor azalmaktadır.

13.8. Toprakların Potasyum Miktarı

Türkiye topraklarının önemli bir kısmının yarı kurak şartlarda oluşması, içlerinde tuz birikimini de önemli miktarda arttırmaktadır. Kil fraksiyonunun yüksekliği ise toprakta potasyum birikimini sağlamaktadır. Türkiye topraklarında potasyum miktarı; %52,8'inde çok fazla, %30,3'ünde fazla, %15,6'sında da bitkilere yeterli durumdadır. Sadece %1,3'ünde yetersizdir. Bu durum, Türkiye topraklarında potasyum fazlalığını göstermektedir.

13.9. Türkiye’de Toprak Sorunları

Her şeyden önce, Türkiye arazi varlığını ortaya koymaya yönelik çalışmalarda, verilerde farklılıklar vardır. Diğer taraftan, tapu ve kadastro çalışmalarının tamamlanamamış olması nedeniyle, toprakların mülkiyet durumu ve arazilerin vasıfları da tam olarak bilinmemektedir. Dolayısıyla, Türkiye’deki sorunlar toprak varlığının tespiti aşamasında başlamaktadır. Bilindiği gibi toprak ve arazi potansiyeli tespit çalışmalarının doğruluk derecesi, toprak etütlerinin tipi, yeterlilik ve doğruluk derecesine bağlıdır. Bazı yöre ve havzaların bir bölümünde yapılan ve yaygın olmayan detaylı toprak haritalarının dışında, ülke genelinde toplu değerlendirme yapılabilmesi için sadece toprak-su tarafından 1966-1971 yıllarında yapılan ve 1982-1984 yılları arasında güncelleştirilen yoklama düzeyinde toprak etütleri mevcuttur. Toprak-su Genel Müdürlüğü ve devamında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bu çalışmalar, hâlen toprak ve arazilerinin kullanımı sorunları hakkında başvurulacak tek kaynak niteliğini taşımakta olup, bu verilerin dünyada geçerli olan son sistemlere göre yenilenmesi gerekmektedir (Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2007). Türkiye, toprak kaynakları açısından yeterince zengin değildir. 1982-1984 yıllarında güncellenen yoklama düzeyindeki toprak etütlerinin yorumlarına göre, belirlenen arazi yetenek sınıflarının özellikleri ve dağılımını gösteren veriler incelendiğinde; korunması gereken arazilerin Türkiye’nin yaklaşık dörtte birini oluşturduğu, her türlü tarıma elverişli arazilerin ise sadece % 6,5 oranında kaldığı görülmektedir.

13.9.1. Türkiye’de Toprak Bozulması

Türkiye topraklarının sorunlarının bir kısmı toprakta bozulma şeklinde belirlemektedir. Bunlar, toprak erozyonu, taşlılık, tuzluluk, sodiklik, çok parçalılık gibi sorunlardır.

13.9.1.1. Türkiye’de Toprak Erozyonu

Türkiye; topoğrafik yapısı, iklimi, uygulanan yanlış tarım yöntemleri, aşırı mera ve orman tahribatı ve toprakların çoğunlukla erozyona duyarlı olması gibi nedenlerle yüksek düzeyde erozyona maruz kalan ülkeler arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalara göre, Türkiye arazisinin % 20’sini oluşturan 15 592 750 hektarında orta,% 36.4’ünü oluşturan 28 334 938 hektarında şiddetli, % 17’sini oluşturan 13 221 205 hektarında ise çok şiddetli erozyon meydana gelmektedir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Çevre Atlası, 2004). Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı’na (TEMA) göre ise Türkiye’de toprak kaybı sürecinin en önemli etkeni erozyondur. Arazi eğimi, iklim, bitki örtüsü ve toprak özelliklerinin etkileşimi neticesinde oluşan doğal erozyonun yanı sıra, insanın doğaya müdahalesi temeline dayanan birçok etken, erozyonu hızlandırarak, bir afet özelliği kazandırmaktadır. Türkiye’nin %90’ında çeşitli şiddetlerde erozyon cereyan etmektedir. Arazinin %63’ü çok şiddetli ve şiddetli, %20’si orta şiddetli, % 7’si ise hafif şiddetli erozyonla karşı karşıyadır. Ülke genelinde yaklaşık 67 milyon hektarlık bir arazide toprak giderek yok olmaktadır. Erozyon büyük ölçüde tarım alanlarında yaşanmaktadır. Erozyon sonucunda, her yıl denizlere milyonlarca ton toprak taşınmaktadır. Akarsuların her

mevsimde yüksek oranda taşıdıkları materyal nedeniyle almış oldukları bulanık görünüm, bu taşınmanın en belirgin yansımasıdır. Türkiye topraklarının maruz kaldığı yüksek düzeydeki toprak kayıplarını, izin verilebilir sınırın altına indirmek mümkündür. Toprak korumanın esası, arazileri kabiliyetlerine göre kullanmak ve mevcut sınırlayıcı etmenleri belli ölçülerde azaltmak üzere gereken önlemleri almaktır. Önlemlerin esasını, suyun veya rüzgârın hızını, toprağı aşındırmayacağı düzeye indirmek ve toprağı erozyona karşı dayanıklı duruma getirmek olmalıdır. Toprak en önemli doğal kaynaklardan birisi olup, toprak erozyonu ile kaybedilen toprakların geri kazanımı çok zordur. Türkiye’de ise erozyon toprakların yok olmasına sebep olan nedenlerin başında gelmektedir. Ancak, erozyon ile mücadele çalışmaları dünyada ve Türkiye’de oldukça yakın bir tarihte başlamıştır. Erozyonu önleme konusu, Türkiye’de ilk kez 1937 yılında kabul edilen 3116 Sayılı Orman Kanunu kapsamında yer almasına rağmen, 1950 yılına kadar herhangi bir çalışma yapılamamıştır. 1953 yılında kurulan D.S.İ. Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü havza bazında ıslah çalışmalarına başlamışlardır. Geçmişte Toprak Su Genel Müdürlüğü, yürütmekte olduğu erozyondan korunma önlemleri üzerindeki araştırmalara paralel olarak, çiftçilerin çiftçi kamplarında eğitimlerinin sağlanması ve erozyonun şiddetli olduğu yerlerde teraslama gibi mekanik önlemlerin alınması uygulamalarını da yapmıştır. Ayrıca Konya-Karapınar örnek çalışmasında olduğu gibi rüzgâr erozyonunu önleme çalışmalarını da gerçekleştirmiştir. Türkiye’nin toprak ve arazi kullanma kabiliyeti haritası, genel planlamaların yapılmasına yetecek ayrıntıda hazırlanmıştır. Ancak bunlar toprak korumalı işletme planlarının yapılmasına hizmet edecek ölçüde değildir.

Tablo 28: Türkiye’de Akarsularla Deniz ve Göllere Taşınan Toprak Miktarı

Akarsu Havzası ve Ölçüm İstasyonu	Yıllık Ortalama Taşınan Toprak (ton/km ²)	Yıllık Toplam Taşınan Toprak (milyon ton)
Keban	525	33.5
Tortum	2500	2.5
Fırat, Dutluca	1167	108.2
Dicle, Diyarbakır	1085	6.8
Kızılırmak, İnözü	923	44.9
Yeşilırmak, Çarşamba	1521	54.9
Kelkit, Faklı	1977	10.8
Ceyhan, Yeniköprü	922	19.6
Seyhan, Uçtepe	563	7.8
Göksu, Karahacık	648	6.8
B.Menderes, Söke	519	12.4
Gediz, Manisa Köprüsü	582	5.8
Sakarya, Botbaşı	651	8.5
Filyos, Devecikıran	610	8.1
Dalaman, Suçatı	260	0.9
İyidere, Şimşirli	219	0.5

Kaynak : Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 1995.

Türkiye’de her yıl erozyonla 500 milyon ton toprak kaybedildiği ve dolayısıyla, yılda 150,000 hektarlık bir toprak alanının yok olduğu kuramsal olarak kabul edilmektedir. Erozyonun olumsuz etkilerini akarsular ve barajlar üzerinde de görmek mümkündür. Örneğin, her yıl, km² başına Fırat 1167 ton, Tortum 2500 ton, Kızılırmak 923 ton, Dicle 1085 ton, Yeşilırmak 1521 ton Kelkit 1977 ton, Ceyhan 922 ton toprak taşımaktadır (tablo 28). Türkiye’nin diğer nehirleri de belirtilenlere oranla az olmakla beraber, önemli miktarlarda toprak taşımaktadırlar. Böyle bir durum, akarsuların verimli toprakların kaybı bakımından önemli sonuçlar ortaya çıkardığını göstermektedir. Örneğin; Yeşilırmak Havzası’nda taşınan 1 521 ton toprak, yılda ortalama 0,6 mm üst tabaka toprağın kaybolmasına karşılık gelmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1993). Görüldüğü gibi Türkiye’nin büyük akarsuları ve bunların kolları, her yıl önemli miktarda toprağı aşındırıp yük olarak taşımaktadırlar (tablo 28).

Tablo 29: Türkiye’de Akarsu Havzaları’nın Askıda Taşıdıkları

Ortalama Sediman Miktarları

Havza Adı	Ortalama Sedimen Miktarı (ton/yıl)	Yağış Alanı (km ²)
Meriç-Ergene	2 558 700	14 560
Marmara	4 828 504	24 100
Susurluk	4 744 077	23 765
K.Ege	1 401 814	9 032
Gediz	3 137 604	17 118
K.Menderes	1 047 030	7 165
Batı Akdeniz	4 308 145	22 615
Antalya	2 549 402	14 528
Burdur-Göller Bölgesi	1 349 602	8 764
Akarçay	1 274 938	8 377
Sakarya	14 130 258	56 504
Batı Karadeniz	8 278 081	29 682
Yeşilırmak	14 130 258	36 129
Kızılırmak	21 434 130	7 546
Konya K.Havzası	14 146 017	55 554
Doğu Akdeniz	4 424 121	22 484
Seyhan	3 993 915	20 731
Asi	1 773 453	10 885
Ceyhan	4 113 514	21 222
Fırat	36 858 770	120 917
Aras	5 714 708	27 548
Van	2 713 333	15 254
Dicle	12 558 518	51 489
Çoruh	3 791 819	19 894
D.Karadeniz	4 808 819	19 894
TOPLAM	177 022 035	766 878

Kaynak: DPT, VII. BYKP, Toprak ve su Kaynakları ÖİK Raporu

Türkiye’de akarsu havzaları’nın ortalama olarak yılda taşıdıkları sediman miktarları da toprak erozyonunun boyutlarını ortaya koymasından önemli gözükmetedir (tablo 29). Örneğin; Fırat Havzası’ndan 36 858 770 ton, Kızılırmak Havzası’ndan 21 434 130 ton, Dicle Havzası’ndan 12 558 518, Konya Kapalı Havzası’ndan 14 146 017 ton, Sakarya Havzası’ndan 14 130 258 ton, Yeşilırmak Havzası’ndan 14 130 258 ton, Batı Karadeniz Havzası’ndan 8 278 081 ton ve Aras Havzası’ndan 5 714 708 ton gibi her yıl çok büyük miktarlarda sediman taşınmaktadır. Diğer akarsu havzalarından taşınan yük, birinci gruptakilere oranla daha az olmakla birlikte, yine önemli miktarlara ulaştığı görülmektedir.

Erozyon ayrıca, tarım dışı çalışmalara da zarar vermektedir. Tarımsal olmayan faaliyetlerdeki en büyük zararlarına barajlarda rastlanmaktadır. Örneğin, Çubuk Barajı'nın üçte ikisi 35-40 yılda toprakla dolmuştur. Keban Barajı su toplama havzası yeterince bitki örtüsüne sahip olmadığından, yılda 1 m² alandan 550 kg toprağın erozyonla taşınarak barajı doldurduğu tespit edilmiştir. Dünya standardının 70-80 kg toprak/m²/yıl olduğu düşünülürse, Keban Barajı'nın ömrünün 7-8 kat kısalmış olduğu ortaya çıkmaktadır (Çepel, 1992). Erozyonla ilgili bu olumsuz durumun en etkili çözümü, çıplak arazilerin en kısa sürede ağaçlandırılmasıdır. Ancak bu alanda yeterli çalışmalar yapılmamıştır. Örneğin, 1950'li yıllardan 1994 yılı sonuna kadar toplam 3.581.399 hektar alanda erozyon kontrol ve ağaçlandırma çalışması yapılabilmektedir (Doğan, 1995). Erozyon bir taraftan toprak kaybına sebep olurken, diğer taraftan baraj ve göletlerin, akarsu kanallarının dolmasına ve tarımsal üretimin düşmesine neden olmaktadır (Ceritli, 1997).

Kuru ziraat sisteminde, toprak işleme ve ekim yöntemleri, su ve rüzgâr erozyonu bakımından büyük önem taşımaktadır. Uzun süre İç Anadolu şartlarında uygulanan kara nadas yöntemiyle su ve rüzgâr erozyonu önlemleri yeterince alınamamış ve zamanla ürün verimi düşerek, önemli miktardaki arazi kısa sürede kaybedilmiştir. Son yıllarda ise kuru ziraat sistemine daha uygun toprak işleme ve ekim yöntemleri geliştirilmiş, Türkiye şartlarında da uygulanmıştır. Eskişehir Kuru Ziraat Deneme İstasyonu ve Ankara Merkez Toprak Su Enstitüsünce yapılan bu konudaki çeşitli araştırmalar, yeni yöntemin İç Anadolu şartlarında da olumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir (Çelebi ve Bal)

Toprağa havza yönetimi içerisinde bakıldığında; bir havzada yer alan arazi kullanım durumu (orman, tarım, mera, yerleşim alanı, sanayi tesisi vb) ne olursa olsun o havzanın hidrolojik sistemi üzerinde etkili olmaktadır. Erozyonun önlenmesi açısından arazi kullanımında havza yönetimi esasları göz önüne alınmalı ve hidrolojik bir sistem olan havzalar ülke ölçeğinde kullanım amaçlarına uygun planlanmalıdır. Bu bakımdan öncelikle arazi kullanım politikalarının oluşturulması ve bu politikalar çerçevesinde havzaların planlanma esaslarının belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen havzalarda kullanım amacı ne olursa olsun, su üretim işlevleri ve toprak koruma konuları öncelikli olmalıdır. Bir su toplama havzasında kullanım amacının belirlenmesi; o havzanın toprak özellikleri, iklim elemanları, bitki örtüsü verilerinin değerlendirilerek alandaki bozulmanın nedenlerini ortaya koymak anlamına gelmektedir. Bu bir havza yönetim ilkesidir. Bu ilkenin yerine getirilmesi ise arazilerin amacına uygun kullanılması ile sağlanabilir. Bir havzanın kullanım amacının belirlenmesi, havzada ele alınacak uygulamaların belirli ölçütler çerçevesinde değerlendirilmesine olanak tanıyacaktır. Aksi takdirde, tıpkı İstanbul-Ömerli Baraj havzasında olduğu gibi işgallerin, su kirliliğinin ve tüm bu nedenlerle de pahalı içme suyu sorunlarının önüne geçilemeyecektir. Havzaların başlıca amacı su üretmektir. Su üretimini sağlamanın en temel yolu ise havzalardaki, başta toprak ve bitki örtüsü kaynakları olmak üzere, tüm doğal kaynakların korunarak kullanımının sağlanmasıdır. Böylece, arazide oluşacak erozyonun önlenmesi ve su üretiminin istenilen kalitede ve miktarda olması temin edilebilir. Bu durum ülke genelinde ve havza ölçeğinde arazi kullanım planlarının olması ile sağlanabilir (Erol, 2007). Araziyi yeteneğine uygun kullanma, erozyondan korunma önlemleri arasında ilk ve belki de en önemli tedbirdir. Türkiye koşullarına bakıldığında, topografik yapı

ve iklim koşulları nedeni ile erozyon önemli bir sorundur. Çubuk-1 barajının 54 yılda %70; Seyhan barajının 37 yılda % 40; Kartalkaya barajının 25 yılda % 30; Altınapa Göleti'nin 18 yılda %30 ve Güvenç Göleti'nin su toplama rezervuarının 8 yılda % 30 oranında sedimentle dolması (Anonim, 2006), arazinin yeteneğine uygun kullanılmadığını ya da arazi kullanım planlarının olmadığını göstermektedir. Yine, Türkiye topraklarının % 85'inin tarımsal amaçlı işletilmekte olduğu ve bu alanların %73'ünün yoğun erozyon tehdidi altında olduğu belirtilmektedir. Tarıma uygun olmadığı hâlde VI. ve VII. Sınıf 6 milyon hektar alan işlemeli tarım arazisi olarak yanlış bir uygulama ile kullanılmaktadır. Kaldı ki, gerçekte bu alanların orman, çayır-mera gibi sürekli bitki örtüsü altında olması gerekmektedir. Benzer durumda olan çayır, otlak, orman, çalılık gibi bitki örtüsüyle kaplı, işlemeli tarıma uygun I., II., III. ve IV. sınıf araziler de bulunmaktadır (Erol,2007).

Tablo 30: Türkiye’de Erozyonun Derecelerinin Dağılımı

Erozyon Derecesi	Kapladığı Alan (ha)	Oranı (%)
Yok	516 6627	6.64
Hafif	561 1892	7.22
Orta	1 559 2750	20.04
Şiddetli	2 833 4933	36.42
Çok Şiddetli	1 736 6463	22.32
Çıplak Kayalıklar	2 930 933	3.7
Rüzgâr Aşındırması	506 309	0.65

Kaynak: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Genel Amenajman Planlaması, 1987.

Tablo 30, Türkiye arazisinde erozyonun ne kadar etkili olduğunu açıkça ifade etmektedir. Şiddetli ve çok şiddetli erozyon etkisinde kalan arazinin oranı %58.74 olup, en büyük orana sahip gözükmemektedir. Erozyon açısından sorunlu olmayan arazi ise %13.86 gibi düşük bir oran göstermektedir. Orta şiddette erozyona maruz kalan arazilerin oranı ise %20,04 civarındadır.

Tablo 31: Türkiye’de Su Erozyonunun Şiddet Derecesine Göre Dağılımı (milyon ha)

Erozyon Sınıfı	2.3. ve 4. Sınıf Araziler	5.6.7. Sınıf Araziler	Toplam
Orta	13.78	1.81	15.59
Şiddetli	2.08	26.26	28.34
Çok Şiddetli	0.002	13.22	13.22
Toplam	15.86	41.99	57.15

Kaynak: Anonim, 1998

Türkiye’de 57,15 milyon hektar arazi su erozyonuna maruz kalmaktadır. Bunun 41.56 milyon ha kısmında şiddetli ve çok şiddetli erozyon meydana gelmektedir. Geriye kalan 15 59 milyon ha kısmında ise orta şiddette su erozyonu görülmektedir (tablo 31). Bu durum, Türkiye’de su erozyonunun son derece güçlü cereyan etmekte olduğunu göstermektedir.

Tablo 32: Türkiye’de Rüzgâr Erozyonunun Şiddet Derecesine Göre Dağılımı

Erozyon Sınıfı	Alan (ha)
Hafif	165 664
Orta	231 041
Şiddetli	104 981
Çok Şiddetli	4 823
Toplam	506 309

Kaynak: Anonim, 1998

Türkiye’de Rüzgâr erozyonu ise 506 309 ha arazide etkili olmakta ve su erozyonuna nazaran çok daha az alan kaplamaktadır. Rüzgâr erozyonuna maruz kalan sahaların, 109 804 hektarlık kısmında şiddetli ve çok şiddetli erozyon meydana gelmektedir. Hafif ve orta derecede cereyan eden rüzgâr erozyonu ise 496 705 hektar gibi daha geniş bir alanı etkilemektedir (tablo 32). Bu duruma göre, Türkiye’de rüzgâr erozyonu, hem daha sınırlı alanlarda, hem de daha düşük şiddetlerde etki göstermektedir. Ancak, arazilerin bilinçsizce kullanılması, yanlış toprak işleme metotlarının uygulanması, bitki örtüsünün yok edilmesi ve gerekli toprak koruma tedbirlerinin alınmaması, rüzgâr erozyonunu hızlandırmaktadır.

Tablo 33: Türkiye’de Tarım Alanlarının Erozyona Göre Durumu

Problem Tipi	Sürüme uygun Araziler (I.II.III.IV Sınıf) Alan (ha)	Sürüme Uygun Olmayan Araziler V.VI.VII. Sınıf) Alan (ha)	Toplam (ha)
Sorunsuz	4.778.399	-	4.778.399
Esas Sorunu Erozyon Olan Araziler	11.416.396	5.009.563	16.425.959
İkinci Derecede Sorunu Erozyon Olan Araziler	2.749.471	1.004.487	3.753.958

Kaynak: Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 1995.

Türkiye tarım alanlarının erozyon derecesi incelendiğinde, 4,778,339 hektar arazinin sorunsuz olduğu, esas sorunu su ve rüzgâr erozyonu olan arazilerin sürüme uygun alanlarda 11,416,396 hektar, sürüme uygun olmayan alanlarda ise 5,009,563 hektar alanı kapladığı görülmektedir. İkinci dereceden erozyonun sorun olduğu tarım arazilerinde, sürüme uygun alanlarda 2 749 471 hektar, sürüme uygun olmayan alanlarda 1,004,487 hektar civarında alan kaplamaktadır (tablo 33). Bu veriler, Türkiye topraklarının en önemli sorununun erozyon olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

13.9.1.2. Türkiye’de Toprak Erozyonunu Etkileyen Faktörler

İlgili faktörleri 3 grup altında toplamak mümkündür. Bunlar;

- 1) Doğal faktörler
- 2) Toprak ve Arazi Amenajmanları
- 3) Sosyo-ekonomik faktörlerdir.

A- Doğal Faktörler: Bu gruba giren faktörler, insanın etkisi olmaksızın, doğrudan doğal yollarla erozyonu etkileyen fiziki ortam koşullarıdır. **İklim özellikleri, Eğim derecesi, Profil derinliği, doğal bitki örtüsü** gibi birçok faktörü kapsamaktadır.

İklim Özellikleri: Bilindiği gibi iklim faktörünün erozyon üzerindeki etkisi, özellikle yağış ve rüzgâr elemanları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlardan, yağış miktarı ve yağışın yıl içerisindeki dağılışı ile rüzgâr hızı son derece önemlidir. Yağış şiddetinin ve süresinin artması, toprak aşınımının hızlanmasına neden olmaktadır. Yağışların yıl içindeki dağılışlarının da önemi vardır. Yılın bütün aylarına dağılmış yağışlar, erozyon üzerinde, bir mevsimde toplanan yağışlardan daha az etkilidir. Bu bakımdan, yılın her mevsimi yağışlı olan Doğu Karadeniz bir tarafa bırakılırsa, Türkiye'nin diğer kesimlerinde yağışın dağılışı düzensiz olduğu kadar, belli mevsimlerde çok etkin durumdadır. Dolayısıyla, yağışın bu dağılışı özelliği, ülkenin büyük bir kesiminde su erozyonunu şiddetlendirmektedir. Türkiye'de yağış rejimi açısından bir değerlendirme yapıldığında, özellikle sonbahar sonları, Kış ve ilkbahar başlarına isabet eden yağışların daha fazla erozyona yol açtığı bilinmektedir. Türkiye'nin Akdeniz yağış rejiminin etkisinde kalan Akdeniz Ege Bölgeleri'nin kıyı kesimleri ile, Marmara Bölgesi ve Batı Karadeniz kıyıları ve gecikmiş Akdeniz yağış rejiminin etkisinde kalan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Kış yağışlarının yarattığı erozyonal faaliyetlerden en çok etkilenen alanlardır. Diğer taraftan, Karadeniz kıyı kesimi sonbahar mevsiminde daha fazla yağış almaktadır. İç Anadolu Bölgesi başta olmak üzere, iç kesimlerin büyük bir kısmında karasal yağış rejimi etkili olduğundan, buralarda İlkbahar mevsimi en fazla yağışı toplamaktadır. Dolayısıyla, Karadeniz yağış rejimi ve karasal yağış rejimin etkisinde kalan bölgelerde de su erozyonu güçlü biçimde yaşanmaktadır. Çünkü Kış ve ilkbahar başlarındaki aylarda toprak yüzeyi açık veya ekim yapılmış olmakla birlikte, bitkiler henüz küçük olduğundan, erozyonla toprak kaybı fazladır. Rüzgâr ise bir taraftan yağmur damlalarının hızına ve yönüne etki etmektedir. Rüzgârın etkisiyle yağmur damlaları toprağa daha hızlı çarpmakta ve rüzgâr yönünde toprak taşınmasını büyük ölçüde arttırmaktadır. Diğer taraftan, kurak ve yarı kurak iklim şartlarında, korrozif ve deflasif faaliyetleri ile erozyona sebep olmaktadır. Türkiye'nin İç bölgelerinin önemli bir kısmında, yarı kurak iklim koşulları egemendir. Yarı kurak iklim koşullarında, yağışın azlığı nedeni ile nadasa bırakılan veya zayıf bitki örtüsünün olduğu arazilerde özellikle arazinin açık ve bitki örtüsü olmadığı zamanlarda düşen şiddetli yağışlar veya hızlı esen rüzgârlar toprak erozyonuna neden olmaktadır. Bu durum, bitki örtüsünün daha zayıf olduğu iç bölgelerde erozyonun şiddetini de belirlemektedir. Türkiye'de genel olarak, yağış rejiminin düzensizliği, eğim ve yetersiz bitki örtüsü gibi faktörlerle de birleştiğinde, erozyonun etkisi artmaktadır.

Eğim: Eğim bir taraftan tarımsal faaliyetleri güçleştirerek, diğer taraftan da erozyonu şiddetlendirerek, Türkiye arazileri için önemli sorun oluşturmaktadır. Ortalama yükseltisi 1131 m civarında olan Türkiye'de, eğimi %12'den düşük araziler, tüm arazinin %35,7'sini, toprak işlemeli tarım için sakıncalı olan %12'den fazla eğimli arazilerin ise %64,3'nü kapsamaktadır. Türkiye'de dik-sarp eğimli arazi önemli bir yer kaplamaktadır. Bu eğimler işleme zorluğu, toprak yetersizliği ve aşınım tehlikesi nedeniyle işlemeli tarıma uygun değildir. Türkiye'de Arazilerin Eğime (%) göre dağılımında; sadece 18 181 164 hektar arazi, hafif önlemlili veya önlemsiz tarıma elverişlidir. 21 261 850 hektar. İse, orta ve dik eğimli

araziler yoğun önlemlerle tarıma elverişlidir, ya da toprak yetersizliği nedeni ile tarıma hiç uygun değildir. Bu eğimlerdeki yetersiz topraklı alanlarla çok dik ve sarp eğimler, otlak ve orman kullanımına uygundur (tablo 34).

Tablo 34: Türkiye’de Arazilerin Eğime (%) Göre Dağılışı

Eğim Durumu	Arazinin Kapladığı Alan (ha)	Arazinin Özelliği
Düz % 0	535895	Tarıma Elverişli
Düz- Düzeye Yakın % 0-2	4346145	Tarıma Elverişli
Hafif % 2-6	8476067	Tarıma Elverişli
Orta % 6-12	10514253	Kısmen ve Önlemlerle Tarıma Elverişli
Dik % 12-20	10747597	Kısmen ve Önlemlerle Tarıma Elverişli
Çok Dik % 20-30	13368866	Otlak ve Ormana Elverişli
Sarp % 30+	23015669	Otlak ve Ormana Elverişli

Kaynak: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Genel Amenajman Planlaması, 1987.

Türkiye’de bütünüyle eğim değerlerinin yüksekliği, başka araştırmacılarca da (Tanoğlu, 1947 -Oakes, 1958-Tunçdilek, 1966) ortaya konmuştur. Eğim değeri %15’in üzerinde olan alanlar, Türkiye’nin %62,5’ini kaplarken, %40’dan fazla eğimli sahalarda, %46’sını içine almaktadır. Genel olarak Türkiye’nin orojenik kuşaklarının önemli bir kısmında eğim değeri, %40’ın üzerindedir. İç Anadolu’nun kuzey kesimleri ile Batı Anadolu’da eğim, %15-40 arasında kalmaktadır. İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’nun alçak düzlükleri ile Trakya’da Ergene Havzası’nda eğim, %3-15 arasında değişmektedir. Türkiye’de %8’lik orana sahip olan düz alanlarda ise eğim değeri, %0-1 arasındadır. Konya Ovası, Tuz Gölü’nün güneyi, Çukurova, Bafra, Çarşamba gibi delta ovaları ile tektonik kökenli depresyonlarda yer alan birçok ova, bu grubun örnekleridir. Türkiye’de eğim değerlerinin bu derece yüksek olması, doğal dengenin bozulmasıyla baş gösteren erozyonun şiddetlenmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye’de erozyonun en fazla olduğu yerler, eğim değerlerinin arttığı, orojenik kuşaklardır. Buralarda doğal bitki örtüsünün de tahribiyle çoğu zaman erozyonla toprak tamamen sıyrılarak, ana kaya yüzeye çıkmaktadır.

Toprak Derinliği: Toprak derinliği, eğimle birlikte işlemeli tarımı kısıtlayan en önemli etkidir. Orta ve daha derin topraklar, her türlü tarıma elverişlidir. Sığ (20-50 cm) topraklar ise bazı tür bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılabilir. Çok sığ topraklar, işlemeli tarımda kullanılamaz.

Tablo 35: Türkiye’deki Arazilerin Profil Derinliğine Göre Dağılım Alanları, Oranları ve Bu Arazilerin Önemli Özellikleri

Arazi Niteliği	Alanı (ha) ve Oran (%)	Özellikleri
Ancak doğal floranın yetişebileceği alanlar (0-20 cm)	28.908.455 ha %39,6	Bu arazilerin derinlik sınıfı “çok sığ”dır. Bu arazilerin büyük çoğunluğu dik ve sarp arazilerde yer alması nedeniyle erozyon sorunu bu alanlarda şiddetli derecededir. Doğal floranın korunması gereklidir. Dünya ölçeğinde vahşi hayat veya doğal hayata terk edilen arazilerdir. Ekolojik dengeler gözetilerek her türlü yerleşim alanlarında özellikle kullanılmalıdır.
Tarım dışı kullanımlara ayrılacak arazi (20-50 cm)	23.696.973 ha %32,5	Bu arazilerin derinlik sınıfı “sığ”dır. Yörelere uyum sağlamış doğal floranın yayılım gösterdiği ve öncelikli meraya ve orman arazilerine de ayrılacak arazileri temsil ederler. Kültür bitkilerinin yetişmesi, kök sınırlaması nedeniyle uygun değildir. Bunun için tarım toprakları olarak kullanılmamaktadır.
Üretim için kısmen tarım amaçlı ayrılması gerekli arazi (50-90 cm)	9.299.614 ha %12,7	Bu arazilerin derinlik sınıfı “orta derin”dir. Farklı amaçlı kullanılmaktadırlar. Dünya ölçütlerinde özellikle erozyona duyarlı alanlar mera ve ormancılıkta kullanılmaktadır. Mutlaka toprak etüt raporlarına ve arazi kullanım planlamasına göre yönetimleri sağlanmalıdır.
Mutlak tarım alanlarına ayrılması zorunlu arazi (90+ cm)	11.108.114 ha %15,2	Bu arazilerin derinlik sınıfı “derin ve çok derin” dir. Üretimi sınırlandıran önemli bir sorun yoksa, “mutlak tarım toprağı” olarak değerlendirilmektedir. Ancak polikültür ekim nöbeti sistemleriyle tarımın planlanmasına özen gösterilmelidir.

Kaynak: Cangir ve Boyraz, 2008.

Türkiye toprakları, profil derinliğine göre kullanım durumu esas alınarak, değerlendirildiğinde; 0-20 cm derinlikte topraklar çok sığ olup, %39,6 gibi en yüksek orana sahip gözükmemektedir. Bu topraklar üzerinde ancak doğal bitki örtüsü yetişmektedir. %32,5’luk oranla 20-50 cm derinlikteki sığ topraklar kapladıkları alan itibarıyla ikinci sırada bulunmaktadır. Bunlarda sığ olduklarından, orman veya mera arazisi olarak değerlendirilmektedir. Orta derinlikte (50-90 cm) olan topraklar ise kısmen tarım amaçlı kullanılabilirler. Bu sınıfın erozyona duyarlı alanları, orman veya mera olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’nin geriye kalan toprakları (%15,2), 90 cm üzerinde derinliğe sahip olup, derin ve çok derin sınıfın içerisinde kalmaktadır. Buralarda önemli bir sorun yok ise mutlak anlamda tarım arazisi olarak kullanılmaktadır (tablo 35).

Bitki Örtüsü: Bilindiği gibi bitki örtüsü, toprak erozyonunda, adeta firen vazifesi görmektedir. Bu bakımdan, özellikle toprağı daha yoğun bir kök ağıyla saran yüksek çayır bitkileri, daha önemlidir. Bitki örtüsü sıklaşıp, gürleştikçe, toprağı koruyucu etkileri artmakta, seyrekleşip, cılızlaştıkça da koruyuculuk rolleri ortadan kalkmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye bitki örtüsü, asırlarca, aşırı tahribatın etkisiyle yok edilmiş ve bozulmuştur. Bir taraftan orman formasyonu yok edilerek, daha sınırlı alanlara çekilirken, diğer taraftan, çalı formasyonu bozularak, ot formasyonuna dönüştürülmekte ve ot formasyonu da tahrip edilerek, fakirleştirilmektedir. Özellikle, İç Anadolu’da aşırı hayvan otlatma ve meraların ziraat alanına dönüştürülmesiyle doğal stepin bileşimi bozulmuş ve eski göl ortamlarında birikmiş olan ince unsurlu malzemeler, rüzgârın etkisine maruz kalarak, rüzgâr erozyonu meydana gelmeye başlamıştır. Örneğin; Konya- Karapınar’da başlayan rüzgâr erozyonu, zamanla alanını

genişleterek, önemli bir sahayı tehdit etmeye başlamıştır. Zamanla, erozyon önleme çalışmalarıyla kontrol altına alınmış olsa da, tamamen durdurulamamıştır. Türkiye'nin bitki ekosistemlerindeki bozulma, en çok toprak erozyonu üzerinde hissedilmiştir.

Türkiye 21,2 milyon hektar orman varlığına sahip olup, bu genel orman alanının 10 milyon hektarı verimli, 8,2 milyon hektarı koru, 1,8 milyon hektarı baltalıktır. Türkiye ormanlarının yaklaşık yarısı bozuk niteliktedir (tablo 36). Türkiye sahip olduğu verimli orman alanıyla, 1980 yılında 104 ülke arasında 33. sıradayken, 1990 yılında 100 ülke arasında 55. sıradadır. Orman varlığı dünyada yaklaşık 4 milyar hektar. Türkiye'de yaklaşık 21,2 milyon hektardır. Türkiye'de orman sayılan alanların genişliği, toplam olarak yeterli sayılmakla birlikte, bu alanların yarısı verimsiz olup, alansal dağılımı da dengesizdir. Dünyada kişi başına 0,80 m³ (kişi başına 0,7 ha orman), Türkiye'de 0,28 m³ ağaç serveti (kişi başına 0.44 ha orman) düşmektedir. Türkiye'de kişi başına 700 kg odun tüketilmektedir. Üretimin % 70'i yakacağa gitmektedir.

Tablo 36: Türkiye'nin Genel Orman Varlığı

Arazinin Cinsi	Alan (ha)
Ülke alanı	77.945.200
Su ile kaplı alan	1.215.400
Kara alanı	76.729.800
Orman alanı	21.188.747
Verimli orman	10.027.568
Koru	8.237.753
Baltalık	1.789.815
Verimsiz orman	10.735.679

Çelik, 2009

Tablo 37:Türkiye Orman Varlığının Niteliklerine Göre Dağılımı

Ormanlık Alanlar (ha)						
		Koru		Ormanı		
Niteliği	İbreliler	Yapraklılar	Karışık(İbr.+Yapr.)	Koru Toplamı	Baltalık	Toplam Ormanlık Alan
Normal	6 280 245	1 298 806	1 361 163	8 940 214	1 681 006	10 621 220
Bozuk	5 123 546	532 730	843 104	6 499 380	4 068 146	10 567 526
Toplam	11 403 791	1 831 536	2 204 267	15 439 594	5 749 152	21 188 746

Kaynak: DPT. Ormancılık Özel İhtisas Raporu, 2007.

Türkiye'nin 21,2 milyon hektar olan orman varlığı, biyolojik çeşitlilik açısından da oldukça zengindir. Türkiye ormanlarının yaklaşık yarısı iğne yapraklı, diğer yarısı da geniş yapraklı türlerden oluşmaktadır. Toplam ağaç serveti 1,3 milyar m³ olan Türkiye orman kaynaklarının birim alandaki ortalama serveti oldukça düşüktür.

Günümüzde, dünyanın %32'si ormanlarla kaplı iken, bu oran Türkiye'de %27 civarındadır. Yıllar önce önemli kısımları ormanlarla kaplı olan iç bölgeler, aşırı tahribat nedeniyle step sahası hâline getirilmiştir. Diğer taraftan, Türkiye ormanlarının verimliliği de istenilen seviyede değildir. Özellikle kaçak kesimler, aşırı hayvan otlatılması ve yangınlar nedeniyle verimsizleşen ormanların ancak %44'ü verimli orman statüsündedir. Hâlbuki bu oran; Almanya, Finlandiya ve İsveç gibi birçok Avrupa ülkesinde %70'in üzerindedir (Akkuzu ve Kayacan, 1998).

Tablo 38: Türkiye'nin Orman Varlığı

	Alan (ha)
Normal Koru Ormanı	8.940.214
Bozuk Koru Ormanı	6.499.380
TOPLAM KORU ORMANI	15.439.594
Normal Baltalık Ormanı	1.681.006
Bozuk Baltalık Ormanı	4.068.146
TOPLAM BALTALIK ORMANI	5.749.152
Açıklık Alanı	56.657.254
TOPLAM ORMAN ALAN	21.188.746
Genel Saha	77.846.000
Ormanlık Oranı (%)	27.22

Orman Genel Müdürlüğü, 2005

Türkiye'de orman alanlarının coğrafi bölgelere göre dağılımında, %24 oranıyla Karadeniz Bölgesi başta gelmektedir. Bunu %19 'luk payla Akdeniz Bölgesi, %18'lik oranla Ege Bölgesi izlemektedir. Kıyı bölgeleri arasından, Marmara Bölgesi'nde ormanın kapladığı alan daha düşük orandadır (%14). İç bölgelerin orman oranları daha düşüktür. Türkiye genelinde, İç Anadolu Bölgesi'nde %11, Doğu Anadolu Bölgesi'nde %8, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde %6 oranında yer kaplamaktadır. Bu duruma göre, orman alanı en az olan bölge, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir (tablo 39).

Tablo 39: Türkiye Orman Alanlarının Bölgelere Göre Dağılım Oranları

Bölge Adı	Ormanın Kapladığı Alanın % Oranı
Doğu Karadeniz	13
Batı Karadeniz	11
Marmara	14
Ege	18
Doğu Akdeniz	11
Batı Akdeniz	8
İç Anadolu	11
Doğu Anadolu	8
Güneydoğu Anadolu	6

OGM, 2006

Toprak Özellikleri: Türkiye topraklarının büyük bir kısmı, iklim, topografya ve uygulanan yanlış amenajman yöntemlerinin etkisiyle erozyona çok duyarlı bir hâle gelmiştir. Toprakların erozyona duyarlılığını belirleyen en önemli özelliklerinden olan organik madde kapsamı ve derinlikleri bakımından incelendiğinde, son derece fakir oldukları görülmektedir. Türkiye topraklarının %14'ünün organik madde kapsamı %2'nin üzerinde olmasına karşın, %64'ünde bu düzey %1'in altındadır. Etkili toprak derinliklerine bakıldığında, %39.48'nin işlemeli tarıma uygun olmayan 0-20 cm derinlikte olduğu görülür. Şüphesiz toprak derinliğinin az olması, hem erozyonun nispi zararını artırmakta hem de toprağın su depolama kapasitesini azaltarak, yüzeysel akışların daha çok olmasını teşvik etmektedir. Toprağın özelliklerinden iskelet yüzdesi, kum, mil, kil miktarları, su tutma kapasiteleri, değişik çaplı agregat ve primer taneler, kireç, katyon değişim kapasitesi, değişebilir katyonlar, serbest demir ve alüminyum oksitler gibi özellikleri erozyon üzerinde etkili olmaktadır. Toprak özelliklerinin bilinmesiyle toprağın erozyona karşı dayanıklılığının saptanması da mümkün olmaktadır.

Jeolojik Yapı: Türkiye topraklarının önemli bir bölümü tortul ve metamorfik kayalardan oluşmuş, organik madde yönünden oldukça fakirdir. Toprakların %64'ünde organik madde oranı %1'in altında, %22'sinde %1-2 arasında ve %14'ünde %2'nin üzerindedir (Karaşahin,1995). Organik madde oranının düşük seviyede olması toprak agregatlarındaki ayrışmayı kolaylaştırmakta ve erozyonun artmasına sebep olmaktadır. Kil oranı %27'nin altında olan topraklar birbirlerine yapışmayacağından rüzgârın hızına bağlı olarak taşınma miktarı artar. Türkiye'de geniş alanlar kaplayan Neojen, Pliyo-Kuaterner kumlu-killi depolar, Kretase ve Eosen flişleri, tüflü araziler, erozyonla kolay aşınan litolojik formasyonlardır..

B- Beşerî Faktörler: Bu grupta yer alan faktörler, bizzat insanın faaliyetleri ile ortaya çıkmakta olup, **arazi Kullanımı, amenajman yöntemi ve sosyo-ekonomik faktörler** bunlar arasındadır.

Toprak ve Arazi Amenajman Etkileri: Arazilerin kullanım şekli ve herhangi bir kullanımda uygulanan amenajman yöntemi, erozyonun seviyesini belirleyen en önemli faktördür. Bu bakımdan arazilerin herhangi bir kullanıma uygun olması gereklidir. Bunun yanında bitki ekim nöbeti uygulanması, gübreleme yapısı, meralarda kontrollü otlatma yapılması, nadas alanlarında toprağı koruyucu bitkilerinin yetiştirilmesi ve amenajman planlamasında toprak ve su koruma yöntemlerine dikkat edilmesi gereklidir. Türkiye'de toprak ve su koruma yöntemleri yeterince uygulanmamaktadır. Bitki örtüsünün çeşidi, sıklığı, nöbetleşmedeki yeri ve zamanı erozyonda etkili olan faktörlerdir.

Tablo 40: Türkiye’de Ekim Nöbeti İle Erozyon Arasındaki İlişki

Ürünler	Toprak Kaybındaki Azalma (%)
Karışık tahıl ya da kışlık buğday	40
1 yıl mısır,1 yıl tahıl, 2 yıl yem bitkisi ya da 3 yıl mısır, 3 yıl yem bitkisi	60
2 yıl mısır, 4 yıl yem bitkisi	70
Sürekli yem bitkisi	87
Doğal çayır ve meralar	93

Balabanlı ve diğerleri, 2005

Türkiye’de tarım yapılan alanlardaki toprak kayıplarının önlenmesinde; toprağın uygun zamanda işlenmesi, toprağın sürekli işlenmemesi, hasat artıklarının toprak yüzeyinde tutulması önem taşımaktadır. Daha da önemlisi, verimli bir yetiştiricilik ve toprak korumasında, ekim nöbeti uygulanmalıdır. Ekim nöbetinde, özellikle yem bitkilerinin münavebeye alınması, topraktaki organik madde oranını artırmakta ve daha stabil bir toprak yapısı kazandırmaktadır. Ekim nöbeti ile toprak kayıplarında meydana gelen azalmanın incelendiği bir araştırmada, doğal çayır ve meraların en fazla toprak koruma özelliğine sahip oldukları, buna karşılık, monokültür tarım yapılan alanlarda (karışık tahıl, kışlık buğday ekilen alanlar) toprak kaybının en fazla olduğu belirtilmektedir.

Sosyo-Ekonomik Etkiler: İnsan, birçok faaliyeti ile erozyon sorununun artmasında önemli rol almıştır. Her şeyden önce, doğal bitki örtüsünün tarım alanları açmak amacıyla ortadan kaldırılması, toprak kaybının artmasına neden olmuştur. Ormanların ve meraların tahribi, miras yoluyla arazilerin çok küçük parçalara ayrılması ve dolayısıyla tarım işletmelerinin giderek küçülmesi, arazi toplulaştırması yapılmaması, arazilerin kiracılık veya yarıcılık şeklinde işletilmesi ve toprak ve su koruma önlemlerinin gereken ölçülerde ele alınmaması erozyonun artmasında önemli sorunlardır (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

13.9.1.3. Türkiye’de Toprak Erozyonunu Önleme Çalışmaları Ve Alınması Gereken Önlemler

Türkiye’de erozyon önleme çalışmaları, devletin çeşitli kurum ve kuruluşlarınca yapılmaktadır. Bu bakımdan özellikle Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak Su İşleri Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nün çalışmaları önem taşımaktadır. 1953 yılında kurulan D.S.İ. Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü havza bazında ıslah çalışmaları yapmışlardır. Tarım arazilerindeki erozyonu önleme çalışmalarına, Türkiye’de 45-50 yıl kadar önce başlanmıştır. Öncelikle, Topraksu Genel Müdürlüğü, yürütmekte olduğu erozyondan korunma önlemleri üzerindeki araştırmalara paralel olarak, çiftçilerin çiftçi kamplarında eğitimlerinin sağlanması ve erozyonun şiddetli olduğu yerlerde teraslama gibi mekanik önlemlerin alınması uygulamalarına da yön vermiştir. Ayrıca Konya-Karapınar örnek çalışmasında olduğu gibi rüzgâr erozyonunu önleme çalışmalarını da gerçekleştirmiştir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye Toprak Haritası yapılmıştır. Ancak, bu haritalar günün ihtiyaçlarına uygun olarak yenilenmeli ve

detaylandırılmalıdır. Türkiye’de toprak erozyonunu önlemek amacıyla, farklı çalışmalarda birçok öneriye rastlamak mümkündür. Bunlardan bazıları şöyledir:

- Verimli (I-II ve III. Sınıf) arazilerin tarım dışı kullanımı önlenmeli ve tarım yapılmasına uygun olmayan arazilerde işlemeli tarım yapılmasına engel olunmalıdır. Orman ve mera alanları ile işlemeli tarım alanları ayrı ayrı haritalarda gösterilmeli ve aykırı kullanılanlar yasal olarak önlenmeli, yanlış kullanımlar uygun kullanıma çevrilmelidir (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

- Mera kullanımı, yöresel koşullara bağlı olarak düzenlenmeli, bilinçsiz ve aşırı otlatmanın önüne geçilmelidir. Orman formasyonunun tahribinin önlenmesi, son derece önemlidir. Çünkü bitki örtüsü, erozyonun önlenmesinde, başta gelen faktörler arasındadır. Bunun için, orman içi köyleri ve geçim faaliyetleri yeniden düzenlenmeli, gerekli imkânlar sağlanmalıdır.

- Yöresel koşullara bağlı olarak optimum işletme büyüklükleri belirlenmeli ve miras yoluyla işletmelerin bundan daha küçük parçalara bölünmesi önlenmelidir. Parçalanmış olanlar toplulaştırılmalı ve bu bakımdan Medeni Kanunu’nun miras ile ilgili maddelerindeyasal düzenlemeler yapılmalıdır.

- Üreticilere verilen tarımsal kredilerde, toprak ve su koruma yöntemlerine uymaları hâlinde, bir takım kolaylıklar sağlanmalıdır. Eğime dik yönde tarım şartı aranmalıdır.

- Şeritvari tarım ve teraslama yaygınlaştırılmalı, özellikle minimum toprak işleme ve toprak işlemez tarım teknikleri teşvik edilmelidir.

- Tüm kitle iletişim araçları kullanılarak, erozyonun olumsuz etkileri hakkında bilinçli bir kamuoyu oluşturulmalıdır.

- Toprak korumasında, uzman eleman desteği sağlanmalıdır.

- Tarım alanlarının amaç dışı kullanımını önlemek için yeterli yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Arazilerin amenajman planlamasına uygun olarak kullanımı sağlanmalıdır.

- Barajların su toplama havzalarında, barajlar işletmeye açılmadan, arazi kullanım planları bitirilmeli ve havza topraklarının bu planlamaya uygun kullanımı sağlanmalıdır.

- Tarım alanı kazanmak amacı ile çayır-mera veya orman örtüsünün tahribinin önüne geçilmelidir. Aksi takdirde, Türkiye topraklarının önemli bir kısmı, kısa sürede yok olacaktır. Türkiye’nin hemen her bölgesinde kuralsızca tarım alanı açmaya devam edilmektedir. Özellikle de Karadeniz Bölgesi’nde kuralsız orman kesimi, yakma v.s. gibi faaliyetlerle kesif ormanlar tahrip edilerek, açılmış olan tarım alanlarında, herhangi bir koruma tedbirine başvurulmadan, toprağı korumayan ürünler ekilmektedir. Özellikle, eğimin de yüksek olduğu bu gibi yerlerde, topraklar yıkanarak, çok kısa sürede yok olmaktadır.

- Rüzgâr erozyonunun kontrolünde ise özellikle iki husus son derece önemlidir. Bunlardan birisi, arazi yüzeyinden esen rüzgârın hızını azaltmak, diğeri de toprakları erozyona dayanıklı hâle getirmek üzere, ıslah etmektir. İkisini bir arada içeren önlemler de vardır. Örneğin, bitki örtüsü, rüzgâr hızını azalttığı gibi aynı zamanda toprak yapısını da düzenler. Rüzgâr erozyonunun kontrolünde, bitkisel korunma yöntemi, en etkili yol olarak bilinmektedir. Her şeyden önce, bitki toplulukları, rüzgârın hızını keserek, erozyonu kontrol altına alırlar. Ayrıca kökleriyle toprak tanelerini tutarak, toprak agregatlarının dayanıklılığını artırır. Rüzgâr kırıcı ağaç şeritleri, arkalarında kalan geniş alanlarda rüzgârın hızını azaltarak, erozyona engel olurlar. Rüzgâr erozyonunun başlamasına engel olunması, durdurulmasından daha kolaydır. Toprak işleme gibi çeşitli kültürel işlemlerle rüzgâr erozyonunun başlamasına engel olunmaktadır. Toprakların büyük kesekler oluşturulacak şekilde işlenmesi, yüzey pürüzlülüğünü artırır. Büyük kesekler oluşturmak için, toprağın nemli iken işlenmesi gereklidir. Toprak yüzeyinde bitki kalıntısı bulundurmakla da, rüzgâr erozyonuna engel olunur.

- Rüzgâr yönüne dik şeritler üzerine yapılan ekim de erozyona karşı başarı ile kullanılan yöntemlerden birisidir. Toprak neminin korunmasına hizmet eden bütün yöntemler, rüzgâr erozyonunun kontrolünü de sağlamaktadır. Türkiye’de, **rüzgâr erozyonunun etkin olduğu** İç Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde, hakim rüzgâr yönüne dik, uzun ve birbirlerine paralel çeşitli ağaç sıralarından oluşan rüzgâr perdeleri veya koruyucu şeritler oluşturulmalıdır. Bazı tarım işletmelerinde bu gibi sistemlerin uygulandığı görülmektedir. Ancak, bunların çiftçi arazilerinde de uygulanarak, daha geniş alanların kontrol altına alınması gerekmektedir.

- Toprak erozyonunun önemli olduğu Türkiye’de, eldeki veriler, Toprak-su Genel Müdürlüğü’nün 1978 yılında topladığı verilerdir. Verilerin yenilenmesi zorunluluğu vardır.

- Erozyonla mücadele çalışmaları, orman arazilerinde, Çevre ve Orman Bakanlığı’na sürdürülmekte olup, tarım arazilerinde ise Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hizmet verilmiştir. Söz konusu Genel Müdürlüğün kaldırılmasından sonra, tarım arazilerinde bu çalışmaları yürütecek başlıca bir sorumlu kuruluş bulunmamaktadır.

- Türkiye’de orman alanına yönelik, 1963-1970 ve 1995-2003 yılları arasında sürdürülen kapsamlı iki orman envanterinden elde edilen sonuçlara göre, iki envanter dönemi arasında orman alanının 20,2 milyon hektardan 20,7 milyon hektara çıktığı görülmektedir. Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023) kapsamında ise orman varlığımızın yapılan son envanter çalışmaları sonucunda, 21,2 milyon hektara ulaştığı belirtilmektedir. Türkiye ormanlarında ağaçlandırma ve toprak koruma tedbirleri alınarak toprak erozyonunun önlenmesi gereken orman alanı 9,1 milyon hektardır. Bu alanın 4,76 milyon hektarı çok bozuk koru, 4,32 milyon hektarı çok bozuk baltalıktır. Arazi sınıflaması sonuçlarına göre orman artığı çalılık olup, orman amenajman plânları envanterine alınmamış olan alan 2,76 milyon hektardır. Otlak alanı ve yamaç arazideki tarım alanlarından orman alanına aktarılması öngörülen çıplak arazi 2,25 milyon hektardır. Toplam 5 milyon hektar olan bu alanda, ağaçlandırma ve toprak koruma önlemleri alınarak, erozyonun önlenmesi gerekmektedir.

- Meralarda aşırı otlatma, erken otlatma ve amenajman önlemlerinin yeterince alınmaması nedeniyle bitki örtüsü tahrip edilerek, yok olmaktadır. Erozyonla mücadele konusunda, geçmişte Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan toprak koruma çalışması 392 752 hektarlık alanda yapılmıştır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından ise yaklaşık 2,9 milyon hektar alanda ağaçlandırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Ancak, ilgili kuruluşların çalışma hızıyla sorunun kısa sürede çözümü mümkün gözükmemektedir (Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu).

13.9.2. Taşlılık Sorunu

Taşlılık, aşınım sorunu açısından olumlu bir özelliktir. Çünkü taşlar toprak yüzeyini kaplayarak yağmur damlası etkisini önler. Ayrıca altındaki toprak kitlesinin taşınmasını engeller. Fakat taşlar, tarım arazisinde üretim yüzeyini azalttığı gibi işlemeyi de zorlaştırır ve bazen imkânsız hâle getirir. O nedenle taşların toplanarak, araziden uzaklaştırılması gerekir. Eğimli alanlarda taşların sekiler hâlinde dizilmesiyle hem yüzey kazanılır, hem aşınım kontrolü için sekileme gibi bir önlem alınmış olur. Türkiye’de, 2 989 093 hektarı tarım arazilerinde, 25 495 238 hektarı tarım dışı araziler olmak üzere toplam 28 484 331 hektarlık alanda çeşitli düzeylerde taşlılık bulunmaktadır. Bunların 2,5 milyon hektarlık bölümün temizlenmesi ve daha yüksek verimli tarımsal arazi hâline getirilmesi mümkündür (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

13.9.3. Su Fazlalığı

Drenaj ve toprak ıslahı, fazla suyun bitki gelişmesini engellemeyecek sürede topraktan uzaklaştırılması çalışmalarıyla birlikte, tuzlu, alkali (sodik), asit, turbiyer toprakların ve ıslak alanların tarıma elverişli hâle getirilmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Türkiye’de drenaj bozukluğundan farklı derecelerde etkilenen alan, 2,750,000 hektar civarındadır. Tuzluluk ve alkalilik (sodiklik) problemi olan alan ise 1,500,000 hektardır. Toprak Su ve KHGM’nün yapmış olduğu drenaj ve toprak ıslahı çalışmalarıyla 328 182 hektar alana hizmet götürülmüştür (KHGM, 2001). Türkiye tarım arazilerinin, 1 968 814 hektarında ve toprak işlemeli tarıma uygun olmayan arazilerinin 803 161 hektarında olmak üzere, toplam 2,771,975 hektarlık arazide fazla ıslaklık sorunu bulunmaktadır. Türkiye’nin en kurak alanlarından olan Konya Kapalı Havzası’nda ise 454,022 hektarlık alan, su fazlalığı nedeniyle tarımsal üretimde kullanılamamaktadır. İç Anadolu’da, geniş alanlardan, ıslaklık nedeniyle daha ziyade çayır ve mera olarak yararlanılabilmektedir. Konya Ovası gibi kapalı havzaların kurutulmasında uygun boşaltma yeri bulmak önemli bir sorun yaratmaktadır. Konya Ovası drenaj suları Tuz Gölü’ne boşaltılmaktadır. Sulanan bütün arazilerde (yağmurlama ve damla sulama hariç) kurutma sistemlerinin de kurulması gerekmektedir. Aksi takdirde, tuzlanmalarla tarım arazileri elden çıkmaktadır. Türkiye’de kurutma ile tarımsal üretime açılacak arazi toplamı 1,968,000 hektar dolayındadır (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

Türkiye’de gleyleşme ve redüksiyon olaylarına neden olan drenaj sorununa sahip toplam alan 2.775.115 ha civarında olup, arazi varlığının %3,6’sını oluşturmaktadır. Fazla yatırım yapmadan iyileştirilebilecek yetersiz drenajlı arazi miktarı ise 1 689 358 hektardır. Bu alan, tüm drenaj sorunu olan arazilerin yaklaşık %60,9’unu kapsamaktadır. Yüksek oranda harcama gerektiren fena drenajlı alanlar, 776.312 hektar ve bozuk drenajlı alanlar, 283 381 hektardır. Ayrıca aşırı drenaj nedeniyle faydalı su tutma sorunuyla bitki gelişimini sınırlayan toplam alanlar ise 26 064 hektardır.

13.9.4. Tuzluluk ve Sodiklik

Türkiye’de, bazı tuza dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesine imkân veren hafif tuzlu topraklar, 614 657 hektar alan kaplayarak, tüm arazilerin %0,8’ini oluşturmaktadır. Üretim yapılamayan tuzlu topraklar, 505 603 hektar ile %0,6’lık, sodik topraklar, 8 641 hektar ile %0,01’lik, hafif tuzlu-sodik topraklar, 125 863 hektar ile %0,2’lik, tuzlu sodik topraklar, 264 958 hektar ile %0,3’lük oranlarla dikkat çekmektedir. Bunların toplamı ise 1 518 722 hektar olup, %2 düzeyindedir. Hafif tuzlu ve tuzlu toprakların kapladığı alan 1 119 260 hektardır. Bunlar drenaj hendekleri açıldıktan sonra su ile yıkanarak ıslah edilebilir özelliktedir.

Tablo 41: Türkiye’de Tuzluluk ve Alkalilik Özelliğine Sahip Toprakların Dağılımı

Oranları(%) Dağılım Alanı ve Oranı	Çoraklık Sorunu					
	Hafif tuzlu	Tuzlu	Alkali	Hafif tuzlu-alkali	Tuzlu-Alkali	Toplam
Alan (ha)	614.617	505.603	8.641	125.863	264.958	1.518.722
Oran (%)	41,0	33,0	0,5	8,0	17,5	100,0

Kaynak: Sönmez, 2004

Bu durumda, yıkama suyu ve yıkamadan dönen su, sorun yaratmaktadır. Sodik topraklar 8 641 hektarlık nispeten küçük bir yayılma alanına sahip olmakla birlikte, bitki gelişmesini en fazla engelleyen ve ıslahı en güç olan topraklardır. Çorak araziler Türkiye yüzölçümünün %2’sine, toplam işlenen tarım arazilerinin %5,48’ine, ekonomik olarak sulanabilen 8,5 milyon hektar arazinin %17’sine eşittir. Toplam çorak alanların %74’ü tuzlu, %25,5’i tuzlu-alkali ve %0,5’i ise alkali topraklardan oluşmaktadır (tablo 41). Türkiye’de sulamaya uygun olan 12,5 milyon hektarlık arazinin, il toprak kaynakları envanterine göre, yaklaşık 1,5 milyon hektarında tuzluluk ve alkalilik, 2,8 milyon hektarında ise drenaj sorunu bulunmaktadır. (Güngör ve Erözel, 1994). Bu durum Türkiye’de sulamaya uygun arazilerin yaklaşık % 32,5’inde tuzluluk, alkalilik ve drenaj sorunu olduğunu göstermektedir.

Harran Ovası’nda 2000 yılı sulama verileri kullanılarak, Özkaldı ve Ark. (2004) tarafından yapılan bir hesaplama göre, 121 km³ hacminde su, sulama sonucu dışarı atılmadan ovada depolandığı bildirilmektedir. Sulama ile birlikte taban suyunun yükselmesi, tuzluluk sorunun da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Alanda, tuzluluk sorunlarının

artmasındaki diğerk bir etken ise sulama sularının yeterli olmadığı dönemlerde kalitesi oldukça düşük olan drenaj sularının sulama amacıyla kullanılmış olmasıdır (Ergezer ve Ağca, 1995). 1964-65 yılları arasında yapılan toprak etütleri sonucuna göre, 200,561 hektar alanda, 85,143 hektar (%4,24) tuzlu, 3,284 hektar (%1,64) tuzlu-sodyumlu, 33 hektar (%0,016) alan ise sodyumlu topraklar oluşturmaktaydı. Değinilen sorunlu topraklar, Haran ilçesi ile Akçakale ilçeleri arasında yer almaktaydı. Ova sulamaya açıldıktan 10 yıl sonra, toplam 2 927 hektar alanda tuzluluk sorunu (daha önce yalnızca, 324 hektar iken) ortaya çıkmıştır. Aynı alanlarda 1977 yılında taban suyu sorunu yokken, benzer şekilde, 1993 yılında toplam 2675 hektar alanda değinilen sorunun ortaya çıktığı belirlenmiştir. 2000 yılında Harran Ovası'nda toplam olarak 11,403 hektar tuzlu alan olduğu belirtilmektedir (Çullu ve Ark, 2002).

Amik Ovası'nda ise toprakların tamamı hafif bazik reaksiyonlu olup, herhangi bir alkalilik sorunu bulunmamaktadır. Toprakların yaklaşık 2/3'ünün tuzsuz olduğu, tuzluluk sorunu olan toprakların tümünün, hafif tuzlu topraklar sınıfına girdiği görülmektedir (Richards, 1954). Tuzlu olan topraklarda, tuz içeriğinin yüzeyden itibaren derinlikle birlikte arttığı görülmektedir. Özellikle Ekim döneminde tuz içeriğinin, yaz aylarındaki olası kapillar yükselme nedeniyle, yüzey katmanında artması beklenirken, tersinin olduğu tespit edilmiştir.

Konya Ovası: Konya Kapalı Havzası topraklarının 509,382 hektarında tuzluluk ve sodyumluluk, 623 446 hektarında ise drenaj problemi mevcuttur (Topraksu, 1978). Konya TİGEM arazilerinde yapılan bir çalışmada, toprakların tuzlulaşmasına ve yer yer sodyumlaşmasına yüksek taban suyu ve taban suyu tuz konsantrasyonunun etkili olduğu tespit edilmiştir (Çiftçi, 1987). Kara ve Ark'ın.(1991) yaptıkları çalışmada Konya Ovası taban suyu derinliğinin 106-192 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca Kara ve Ark. (1990). Konya Ovası'nda drenaj şebekesi sularıyla sulanan alanlardaki toprakların % 60'ından fazlasının tuzlu ve sodyumlu toprak özelliği kazandığını vurgulamışlardır.

Aşağı Seyhan Ovası: Aşağı Seyhan Ovası'nda tuzlulukla ilgili çalışmalar, daha çok, sorunlu toprakların iyileştirilmesi ile ilgili olarak ele alınmıştır. İyileştirme için gerekli ölçütlerin (yıkama suyu miktarı, yıkama süresi ve iyileştirici miktarı) saptanmasını amaçlayan araştırmalar, hemen tüm sulanabilen alanlarda; özellikle Köy Hizmetleri Araştırma Enstitülerinin konumlandırıldığı bölgelerde yapılmıştır.

Türkiye'de üreticilerde aşırı sulama eğilimi olduğundan dolayı, hemen tüm sulama proje alanlarında drenaj sorunu bulunmaktadır. Bu sorun, yaklaşık 3 milyon hektara yakın alanda ortaya çıkmıştır. Konya, değinilen sorunun en fazla bulunduğu ildir. Bunu Samsun, Sakarya, Antalya ve Bursa izlemektedir. Drenaj sorunun asıl nedeni, sulama uygulamalarıdır. Sulamayla toprağa eklenen fazla suların topraktan uzaklaştırılamaması sonucu, drenaj sorunu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de önemli sulama proje alanlarında drenaj sorunu yaşanmaktadır.

13.9.5. Arazilerin Yanlış Kullanımı

Türkiye'de araziler, her zaman ve her yerde, kullanım kabiliyetlerine göre değerlendirilmediğinden, tarıma en elverişli, verimli ovalar tarım dışı kullanılmaktadır. Karayolu güzergahları, çoğu zaman verimli tarım arazilerinin ortasından geçirilmekte, yolun

çevresi hızlı bir şekilde endüstrileşmeye ve kentleşmeye açılmaktadır. Bu yolla kaybedilen araziler, Türkiye tarım topraklarının %5'ini oluşturmaktadır. Ancak, Türkiye'de kentleşme ve endüstrileşme nispeten yeni kavramlar olduğundan, bu kayıplar çok kısa sürede gerçekleşmiştir.

Türkiye tarım arazilerinin önem derecesine göre sınıflaması, son dönemde tarım arazilerini korumaya yönelik bir sınıflandırma sistemi olarak, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu sisteme göre, her türlü tarıma elverişli olan ve tarım dışında kullanılmaması gereken mutlak tarım arazisi miktarı, toplam tarım arazisinin % 39'unu oluşturmaktadır. Türkiye'de tarım alanı vasfı taşıyan, ancak tarım dışı amaçlı kullanılan arazi miktarı, sağlıklı veriler olmamasına karşın, KHGM verilerine göre, 2004 yılı sonu itibarıyla 1,7 milyon hektardır. Tarım dışı kullanılan I. ve II. sınıf sulu tarım arazisi miktarı ise 50,000 hektar civarındadır. DPT tahminlerine göre, yüksek verimli tarım alanlarının 1,257,000 hektarı, son on yılda tarım dışı amaçlara tahsis edilmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı verilerine göre ise tarım dışı amaçlı kullanılan arazi, 2004 itibarıyla 2,8 milyon hektardır. Yaklaşık 1,8 milyon hektar ek yerleşim ve sanayi arazisinin 400,000 hektarı izinli veya izinsiz önemli tarım arazilerinden, 1,2 milyon hektarı diğer tarım arazilerinden, 200,000 hektarı ise diğer kullanımlardan, yerleşim ve sanayi amaçlı açılmıştır. Yerleşim ve sanayi için ayrılan bu arazilerin yaklaşık 500,000 hektarı plânlanmış olmasına rağmen, henüz kullanılmamaktadır. Bu tür değişiklikleri önleme açısından, önem taşıyan Tarım Arazilerinin Korunması ve Amacına Uygun Kullanılmasına İlişkin Tüzük hazırlıkları Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından sürdürülmektedir.

13.9.6.Tarım Arazilerinin Parçalanması

Türkiye tarım arazilerinde işletme büyüklüğünü konu alan istatistikler incelendiğinde; sürekli işletme sayısının arttığı, ancak, işletme alanının küçüldüğü izlenmektedir (tablo 42).

Tablo 42: Türkiye’de Tarım Arazilerinde İşletme Büyüklükleri (1991-2001)

İşletme Büyüklüğü (dekar)	1991				2001			
	Toplam	İşletme	Toplam	Arazi	Toplam	İşletme	Toplam	Arazi
	Sayısı	Oranı %	Miktarı	Oranı %	Sayısı	Oranı %	Miktarı	Oranı %
-5	251,686	6.34	667,059	0.28	178.006	5.89	481.987	0.26
5-9	381,287	9.61	25.11.091	1.07	290.461	9.61	1.952.471	1.06
10-19	752,156	18.96	10.042.501	4.28	539.816	17.86	7.378.022	4.00
20-49	1.274.609	32.13	38.668.961	16.49	950.840	31.46	29.531.619	16.02
50-99	713,149	17.98	46.750.693	19.94	560.049	18.53	38.127.032	20.68
100-199	383,323	9.66	49.216.633	20.99	327.363	10.83	43.884.395	23.81
200-499	173,774	4.38	46.487.432	19.82	153.685	5.09	42.075.497	22.82
500-999	24,201	0.61	14.982.493	6.39	17.429	0.58	11.218.554	6.09
1000-2499	10,266	0.26	13.856.621	5.91	4.199	0.14	5.476.930	2.97
2500-4999	1,930	0.05	6.538.082	2.79	222	0.01	695.541	0.38
5000+	441	0.01	4.789.427	2.04	57	0.00	3.526.175	1.91
Türkiye	3.966.822	100	234.510.993	100	3.022.127	100	184.348.223	100

Kaynak: TÜİK 1991-2001 GTS

Türkiye’de 1950 yılında 2,2 milyon adet olan tarım işletmesi, 1980 yılında 3,5 milyona, 1991 yılında 3,9 milyona çıkmış, 2001 yılında ise 3 milyon olarak tespit edilmiştir. 1950 yılında 10 hektar olan “ortalama işletme büyüklüğü” azalarak 1980 yılında 6 hektara, 1990 yılında 5,9 hektara düşmüş, 2001 yılında ise 6,1 hektar olarak belirlenmiştir. Tarımsal işletmelerin parçalılık durumları, 2001 tarım sayımı verilerine göre değerlendirildiğinde; mevcut 3 022 127 adet işletmenin, %4,8’inin 1-3 parça, %44,2’sinin 4-5 parça, %28’inin 6-9 parça, %23’ünün ise 10 parça ve üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. İşletmelerde ortalama parsel sayısı 4,1 adet, ortalama parsel büyüklüğü 1,5 hektardır. Bu durum, daha ziyade, nüfusun tarım dışı sektörlere çekilememesine bağlı gözükmektedir. Dolayısıyla, zamanla tarım işletmeleri parçalanarak, ekonomik işletme büyüklüğünün altına düşülmektedir. Sorunun çözümü açısından, Türkiye’de, arazi toplulaştırması yapılarak, dağınık ve parçalı arazilerin birleştirilmesiyle işletme bütünlüğü sağlanmalıdır. Türkiye’de özel mülkiyete dayalı küçük aile işletmelerinin hakim olduğu bir tarımsal yapı mevcuttur. Zaman içerisinde işlenen arazilerdeki genişlemeyle birlikte, işletme sayısı da artış göstermiştir. Ortalama işletme arazisi 1960 yılında 55,3 dekar iken 2001 yılında 61 dekara yükselmiştir. Özellikle miras ve arazi hukukundaki düzenlemelerle birlikte, ortalama işletme arazisinin daha da artması beklenmektedir. Türkiye’de tarım işletmelerinin %80’inden fazlası küçük işletmelerdir. Türkiye’de toprak mülkiyet yapısı; mülk sahipliği, arazi büyüklüğü ve parsel adedi yönünden sorunludur. Kırsal alandaki tapu-kadastro çalışmaları henüz tamamlanamamıştır. Bütün bu aksaklıklar, sağlıklı bir toprak-insan ilişkisinin kurulmasını engellemektedir.

1991-2001 Genel Tarım Sayımlarında ölçek, parçalılık ve arazinin tasarruf biçimine ilişkin veriler topluca değerlendirildiğinde; tarımsal işletmelerin küçük parçalı arazileri devre

dışı bırakıp, ölçeğini büyütmek amacıyla kiracılık-ortakçılık vb ilişkilere yönelme eğiliminde olduğu görülmektedir. 1991’de kiracılık-ortakçılık şeklinde tarımsal faaliyette bulunan işletmelerin işledikleri arazi, toplam arazinin %11,5’i iken, bu oran 2001’de %26’ya çıkmıştır. Bu işletmelerden kendi arazisi olup, toprak kiralayanların işledikleri arazi ise %9,7’den %22,4’e ulaşmıştır. Bu da kiracılık ilişkisinin mevcut ölçeği büyütmeye eğiliminde olduğunu göstermektedir. Kendi arazisi olup, toprak kiralayanların 200-499 da, arazisi olmayıp toprak kiralayanların ise 100-199 da ölçeğinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu da ilk grubun üretimde avantaj sağlama, ikinci grubun yeter gelir sağlayacak ölçek arayışında olduğunu göstermektedir. Sahip olunan araziler çok parçalı ve çok ortaklıdır. Ölçek ve parçalılık birlikte dikkate alındığında; altı ve daha fazla parçalı işletmeler hem sayı hem kullandıkları arazi, hem de parça sayısı olarak yaklaşık %50 düzeyinde azalma gösterirken, 1-5 parçalılarda küçük ölçekte çalışanlarda azalma, büyük ölçekte çalışanlarda artma olduğu görülmektedir. Özellikle 100 dekarın üzerinde ölçekte çalışan bu grup işletmeler paylarını önemli ölçüde artırmıştır. Bu işletmelerin payı 1991’de %5,2 iken, 2001’de %9,5’e kullandıkları arazi ise %19’dan %31,3’e yükselmiştir. Bu sonuçlara göre; çok parçalı ve küçük tarım alanlarının tarım dışına itildiği, az parçalı işletmelerde ise küçük ölçekte çalışanların tasfiye edildiği anlaşılmaktadır. İşletmelerin küçük ve çok parçalı olması ise teknoloji kullanımını güçleştirmekte, emek verimliliğini düşürmekte, yeterli sermaye birikimini engellemektedir. Küçük, parçalı ve dağınık tarımsal parsellerden kaynaklanan sorunların giderilmesi ve tarımsal yapının iyileştirilmesi konusunda, özellikle sulanan alanlarda gündeme gelen arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme hizmetlerinin yeterli verildiği gözlenmektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından, 2005 yılı başına kadar, toplam 1 037 468 hektarda tarla içi geliştirme hizmeti, 137 692 çiftçi ailesinin 365 807 adet parselinde 377 035 hektar arazi toplulaştırma çalışması yapılmıştır. Arazi toplulaştırması uygulaması sonucunda; % 48 oranında arazi toplulaştırılması yapılmış ve parsel sayısı 191 405’e indirilmiştir. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) tarafından, 2005 yılı başına kadar, toplam 215 adet köyde 137 158 hektar arazide arazi toplulaştırması yapılmıştır. 2004-2005 yılı kiralama döneminde 8 602 topraksız ve az topraklı çiftçi ailesine toplam 53 882 hektar arazi, kiraya verilmiştir. 2005 tarihli Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Genelgesi ile AB uyum çalışmalarında engel oluşturacağı gerekçesiyle topraksız ve az topraklı çiftçilere arazi dağıtımı uygulaması durdurulmuştur. (DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu).

Uygulamalar

- 1) Sulama ile ilgili sorunları araştırarak inceleyiniz.

Uygulama Soruları

- 1) Çevrenizde sulama ile ilgili ne gibi sorunlar vardır? Araştırınız.
- 2) Yaşadığınız ilde tarım topraklarının parsel büyüklüğünü ve etki eden faktörleri araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye topraklarının sorunlarının bir kısmı toprakta bozulma şeklinde belirmektedir. Bunlar, toprak erozyonu, taşlılık, tuzluluk, sodiklik, çok parçalılık gibi sorunlardır. Mevcut sorunların en etkilisi ise toprak erozyonudur. Türkiye; topoğrafik yapısı, iklimi, uygulanan yanlış tarım yöntemleri, aşırı mera ve orman tahribatı ve toprakların çoğunlukla erozyona duyarlı olması gibi nedenlerle yüksek düzeyde erozyona maruz kalan ülkeler arasında yer almaktadır.

Ayrıca Türkiye’de araziler, her zaman ve her yerde, kullanım kabiliyetlerine göre değerlendirilmediğinden, tarıma en elverişli, verimli ovalar tarım dışı kullanılmaktadır. Türkiye tarım arazilerinde işletme büyüklüğünü konu alan istatistikler incelendiğinde ise sürekli işletme sayısının arttığı, ancak, işletme alanının küçüldüğü izlenmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda belirtilenlerden hangisi toprak erozyonunun doğal kökenli etkenlerinden değildir?

- a) Eğim derecesi
- b) Profil derinliği
- c) Doğal bitki örtüsü
- d) Arazi kullanımı
- e) Jeolojik yapı

2) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de geniş alanlar kaplayan Neojen, Pliyo-Kuaterner kumlu-killi depolar, Kretase ve Eosen flišleri, tüflü araziler, erozyonla kolay aşınan litolojik formasyonlardır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

3) Aşağıdakilerden hangisi toprak erozyonuna karşı alınacak önlemlerden birisi değildir?

- a) Mera kullanımı
- b) Şeritvari tarım ve teraslama
- c) Malç kaplama
- d) Orman tahribinin engellenmesi
- e) Eğime paralele sürüm

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye tarım arazilerinde işletme büyüklüğünü konu alan istatistikler incelendiğinde; sürekli işletme sayısının azaldığı, buna karşın işletme alanının büyüdüğü dikkat çekmektedir.

- a) Doğru
- b) Yanlış

5) Türkiye’de orman varlığının en az olduğu coğrafi bölge aşağıdakilerden hangisidir ?

- a) Doğu Anadolu Bölgesi
- b) İç Anadolu Bölgesi
- c) Güneydoğu Anadolu Bölgesi
- d) Ege Bölgesi
- e) Akdeniz Bölgesi

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Özellikle Türkiye’de litolojik olarak kalker arazinin yaygın olması ve yarı kurak iklim koşulları, toprakta fazla miktarda kireç birikimine neden olmaktadır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye topraklarında genel olarak organik madde miktarının azlığı, azot miktarının yüksek olmasına yol açmaktadır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye; topoğrafik yapısı, iklimi, uygulanan yanlış tarım yöntemleri, aşırı mera ve orman tahribatı ve toprakların çoğunlukla erozyona duyarlı olması gibi nedenlerle yüksek düzeyde erozyona maruz kalan ülkeler arasında yer almaktadır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’nin 21,2 milyon hektar olan orman varlığı, biyolojik çeşitlilik açısından da oldukça zengindir.

- a) Doğru
- b) Yanlış

10. Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdeleyiniz.

Türkiye’de erozyona karşı, tarım alanlarının amaç dışı kullanımını önlemek için yeterli yasal düzenlemeler yapılmalı, arazilerin amenajman planlamasına uygun olarak kullanımı sağlanmalıdır.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevaplar

1)d, 2)a, 3)e, 4)b, 5)c, 6)a, 7)b, 8)a, 9)a, 10)a

14. TÜRKİYE’DE TOPRAK KİRLİLİĞİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 14.1.** Suni Gübre Kullanımı
- 14.2.** Tarım Alanında Kullanılan İlaçlar
- 14.3.** Tarımsal Sulamada Kullanılan Atık Sular ve Sanayi Atıklarından Kaynaklanan Kirlenme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Türkiye’de suni gübre kullanımı coğrafi bölgelere göre nasıl bir dağılışı göstermektedir?
- 2) Türkiye’de zirai alanda kullanılan kimyasalları araştırınız.
- 3) Türkiye’de sanayi alanına ait atık suların tarım alanlarında ne gibi zararları vardır? Araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Türkiye’de Suni Gübre Kullanımı	Türkiye’de suni gübre kullanımının yıllar arası değişimi, bölgelere göre miktarı ve ortam üzerindeki etkilerini kavramak	Türkiye’de suni gübre kullanımı miktarı ve ortam üzerindeki etkilerini irdelemek
Türkiye’de Tarımsal İlaç Kullanımı	Türkiye’de kullanılan tarımsal ilaç çeşitleri ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini saptamak	Türkiye’de kullanılan tarımsal ilaç çeşitlerinin ekosistem üzerindeki etkilerini irdelemek
Türkiye’de Atıksuların Tarımsal Alanlarda Kullanımı	Türkiye’de tarım alanlarında baskı yaratan kirlenmiş suları kökenlerine göre ve etkileri kapsamında değerlendirmek	Ders notlarına çalışılmak

Anahtar Kavramlar

- Türkiye
- Suni gübre
- Tarımsal ilaç
- Kirli su

Giriş

Toprak kirliliği, insanın faaliyetleri ile oluşan çeşitli bileşiklerin, toprakta yaşayan canlılar ve bitkilere toksik etkide bulunacak ve zarar verecek düzeyde bulunmasını, toprağa verilen kimyasalların özümleme kapasitesinin üzerine çıkarak, toprağın verim kapasitesinin düşmesini ifade etmektedir. Toprak sistemi, ilişkili olduğu su ve hava sistemlerinin içerdiği kirletici unsurlar için son depolanma noktasıdır. Diğer taraftan toprak, karasal ekosistemin taşıyıcı unsurudur ve toprak kalitesindeki değişim, gerek doğal ve gerekse tarım ekosisteminin verimliliğini etkilemektedir. Topraklar kirli hava ve suyun taşımış oldukları unsurlar tarafından kirletildiği gibi tarımsal uygulamalar ve endüstriyel aktivitelerle de kalite değişimine uğramaktadırlar. Türkiye’de toprak kirliliği ile ilgili tespit çalışmaları henüz yapılmamıştır. Avrupa Birliği mevzuatının üstlenilmesi için uyum programı sürecinde toprak koruma politikasının geliştirilmesi yolunda, öncelikle toprağa yönelik tehditlerin belirlenip, toprak özelliklerine ve sınıflarına bağlı kullanma ve işletme potansiyelinin ortaya konması gerekmektedir. Avrupa Birliği, üye ve aday ülkelerin ulusal bazda toprak koruma stratejilerini geliştirmesinde ilk adım olarak ülkelerin mevcut yasa ve yönetmeliklerini birliğin toprak koruma stratejilerine göre uyarlamalarını ve toprağı ilgilendiren tüm sektörleri entegre bir biçimde dikkate alan yeni toprak koruma politikası oluşturma çalışmalarını başlatmalarını öngörmektedir. Kirlenmiş alanların belirlenmesi, kayıt altına alınması, incelenmesi, sınıflandırılması ve kirlenmiş sahaların, toprakların yeniden iyileştirilmesinde uygulanan metodlar ve teknikler konusunda Türkiye için ulusal bir program oluşturulmalıdır.

14.1.Suni Gübre Kullanımı

Türkiye topraklarının kirlenmesinde ve bozulmasında, tarımda kullanılan suni gübrelerin önemli bir yeri vardır. Bu bakımdan Türkiye’de yıllar itibarıyla suni gübre üretim ve tüketim miktarlarındaki artış önem taşımaktadır.

Tablo 43: Türkiye’de Gübre Üretim Miktarının Yıllara Göre Durumu (Ton)

Yıllar	Eşdeğer	Azot	Fosfor	Potas
1990	8.068.863	1.026.159	524.848	49.431
1991	6.397.640	851.453	385.812	38.116
1992	7.835.674	969.078	526.886	62.893
1993	8.245.454	1.023.758	549.759	70.327
1994	5.484.428	703.061	344.673	55.873
1995	6.914.141	939.172	392.068	69.294
1996	6.927.435	919.555	410.405	68.600
1997	7.254.092	909.070	474.946	67.463
1998	7.379.448	918.457	489.341	64.689
1999	6.173.649	729.867	434.863	70.895
2000	5.705.109	696.913	385.572	60 001
2001	4.669.215	587.715	297.834	5. 954
2002	6.539.883	837.927	407.238	78.031
2003	6.305.321	775.290	416.437	82.790

Kaynak: www.tugem.gov.tr/tugemweb/gubre_uretim.html

Türkiye’de gübre üretimi, 1990-2003 yılları arasında eşdeğer toplamı olarak, farklılıklar göstermekle birlikte, son iki yılda sabitlenmiş durumdadır. Gübre cinslerine göre de zaman içerisinde farklılıklar göstermektedir. Bu bakımdan, özellikle azot ve fosfor, yıllar arası bazı sapmalar dışında, genel olarak düşüş eğilimi göstermiştir. Potas ise son zamanlarda artış eğilimi içerisine girmiştir. Gübre cinslerine göre üretimde, azot üretimi, fosfor ve özellikle de potasa göre çok öndedir (tablo 43).

Tablo 44: Türkiye’de Yıllar İtibariyle Gübre Kullanımı (Ton)

Yıllar	Azot	Fosfor	Potas	Toplam
1990	1.199.663	624.818	63.402	1.887.883
1991	1.103.716	618.168	47.526	1.769.411
1992	1.206.230	658.085	63.328	1.927.643
1993	1.335.253	786.979	87.967	2.207.199
1994	1.006.588	444.347	56.296	1.507.231
1995	1.053.737	579.613	67.090	1.700.440
1996	1.147.438	577.957	73.418	1.798.812
1997	1.166.966	591.829	66.487	1.825.282
1998	1.394.906	701.983	88.509	2.185.398
1999	1.485.624	637.924	80.675	2.204.223
2000	1.378.597	628.776	82.095	2.089.468
2001	1.132.555	470.258	67.820	1.670.633
2002	1.199.130	474.418	73.567	1.747.115
2003	1.340.867	546.145	83.622	1.970.634
2004	1.366.618	590.360	87.566	2.044.544
2005	1.372.371	601.819	93.816	2.068.006
2006	1.406.641	605.532	98.875	2.111.048
2007	1.355.755	516.412	109.375	1.981.542
2008	1.133.068	328.824	89.474	1.551.367
2009	1.413.793	581.094	65.450	2.060.337

Kaynak: www.tugem.gov.tr/tugemweb/gubre_tuketim.html

Türkiye’de gübre kullanım miktarı, 1990-2009 tarihleri arasında yapılan değerlendirmede, ülke ekonomisi ve tarımda ortaya çıkan değişimlere göre dalgalanmalar göstermektedir. Kullanımın %70’ine yakını azot içerikli gübreler oluşturmaktadır. Potasyum ise geçmişte olduğu gibi sadece sanayi bitkileri ve meyve sebze tarımında kullanılmaktadır. Türkiye’de yıllar itibarıyla gübre kullanımı önemli dalgalanmalar göstermektedir. Örneğin; 1990-1992 yılları arasında, hafif dalgalanmalarla birlikte, 2 milyon tonun altında kalmıştır. 1993’de 2 milyon tonu biraz aşan tüketim, izleyen yıllarda düşerek, 1998’e kadar yeniden 2 milyon tonun altına inmiştir. 1998-1999 yılları arasında artışına devam ederek, 2 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 2000 yılında gübre kullanımı, 1999 yılına göre %9 oranında azalmış olsa da hâlâ 2 milyon tonun üzerinde gerçekleşmiştir. Daha sonra, 2001 yılı gübre kullanımı 2000 yılına göre %32 oranında azalmış, kullanım 2,089,000 tondan 1 670 bin tona düşmüştür. 2002 yılında gübre kullanımı %5 oranında artarak 1,747,000 tona, 2003 yılında ise %18 oranında artarak 1 970 bin tona ulaşmıştır. 2004, 2005 ve 2006 yıllarında artarak, 2 milyon tonu aşmıştır. 2007 yılında başlayan düşme, 2008’de artarak devam etmiştir. Ancak, 2009’da tüketim yeniden 2,060,337 tona ulaşmıştır (tablo 44).

Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı, birçok ülkeden düşük düzeydedir. Türkiye’de hektara kullanılan kimyasal gübre, 100,4 kg olarak belirlenmiştir. Bu değer Hollanda’da 665,5, Mısır’da 624,8, Japonya’da 373,2, Çin’de 301,5, İngiltere’de 287,5, Almanya’da 205,4, Fransa’da 180,1, Pakistan’da 168,6, ABD’de 160,8, İtalya’da 126,4, Hindistan’da 121,4, Yunanistan’da 115,4 ve Endonezya’da 106,9 kg/ha olarak gerçekleşmiştir. AB ortalaması kimyasal gübre (N+P+K) kullanımı 141,6 kg, Dünya ortalaması ise 107,9 kg/ha’dır (FAO, 2009). Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı yeterli düzeyde olmamasına rağmen, sulu tarım yapılan veya yeterli yağış alan polikültür tarım alanlarında gereğinden fazla gübre kullanma eğilimi oldukça yaygındır. Türkiye’de üreticilerin önemli bir bölümü, gübre kullanarak verimi artırma konusunda oldukça duyarlıdır. Bununla birlikte, üreticinin; hangi gübreyi nereden, ne zaman, ne miktarda ve nasıl kullanacağı konusunda geleneksel bir

uygulama içinde olması, gübre kullanımındaki en önemli eksikliklerden biridir. Türkiye’de tarımsal işletmelerin bölünerek küçülmesi kimyasal gübrelerin ekonomik düzeyde kullanılmasına imkân vermemekte, tüketimde bölgeler arası dengesizlik kadar işletmeler ve ürünler arası dengesizlikte görülmektedir (DPT, 2000).

Bilindiği gibi kimyasal gübreler, tarımsal üretimi miktar ve kalite yönünden artırırken, önemli bazı olumsuzluklar da meydana getirmektedir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyerek, bitkilerin gelişmesini de engellemektedir. Ayrıca, yer altı ve yer üstü sularını da kirleterek önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Türkiye’de Örneğin, Karadeniz Bölgesi’nde çay tarımı yapılan yörede uzun yıllardan beri yoğun bir şekilde kullanılan amonyum sülfat gübresi, bu yöre topraklarının asitleşmesinde önemli rol oynamıştır (Kaçar, 1992). Asit koşullarda nitrifikasyon olayı çok düşük düzeyde gerçekleşse de, amonyum sülfat toprakta biyolojik olarak nitrata yükseltgenmekte bu sırada oluşan bağımsız hidrojenler ile bitkinin amonyum iyonunu alması ve asimilasyonu ile ortaya çıkan hidrojenler rizosfer bölgesine verilerek, toprak pH’sı düşmektedir (Aktaş, 1994). Nitekim çay tarımı yapılan toprakların pH değerleri çok önemli düzeyde düşerek; 4,0’ün altına düşüş sorun yaratmaktadır (Kaçar, 1992)

Kimyasal gübrelerin fazla kullanımının topraklarda tuzluluk sorununa neden olması, sıkça karşılaşılan bir başka durumdur. (Kaplan ve Akay1995),Türkiye seracılığının önemli merkezlerinden olan Kumluca ve Finike yörelerinde yürüttükleri bir çalışma sonucunda, sera topraklarında ve sera sulama sularında önemli düzeyde tuzlulaşma sorunu belirlemişlerdir. Sera toprak örneklerinin %90,2’sinde farklı düzeylerde de olsa tuzluluk sorununun bulunduğunu, örneklerin %30’unda ise toprak tuzluluğunun yüksek ve aşırı düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir. Aynı kimyasal gübreler başta olmak üzere, gübre kullanımının suların kirlenmesi üzerinde de etkili oldukları bilinmektedir. Özellikle nitratlı gübreler, genel olarak da azotlu gübrelerin yoğun kullanımı sonucunda, yer altı ve yer üstü sularının nitrat içeriği artmaktadır. Türkiye seracılığının en yoğun ve gübre kullanımının yüksek olduğu Antalya ili Kumluca ilçesinde yapılan bir araştırmanın bulguları, bu etkileşimi açıkça ortaya koymaktadır. Araştırmanın yapıldığı yıllarda içme suyu kaynağı olarak da kullanılan kuyu sularının %50’sinin içme sularında izin verilen 45 mg/litre’den daha fazla NO₃ içerdiği belirlenmiştir. Benzer durumların Türkiye’nin birçok yöresinde görülmesi mümkündür. Çünkü yoğun azotlu gübrelemenin yapıldığı pek çok tarım alanı mevcuttur. Önemli patates üretiminin yapıldığı Misi Ovası, birim alana tüketilen çok yüksek düzeydeki azotlu gübre ile son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur (Hatipoğlu ve Ark, 1996). Aşırı fosforlu gübre kullanımı topraklarda birikime neden olmaktadır. Su erozyonuyla tarım arazilerinin yüzeyinde fosforca zenginleşmiş olan toprak, su kaynaklarına ulaşmaktadır. Yüzey sularındaki fosfor konsantrasyonunun artışı, alg gelişimini teşvik etmekte, alg gelişiminin artışı ise suların oksijen dengesini bozarak, bu sulardaki canlı yaşamını sınırlamaktadır. Ötrofikasyon adı verilen bu olayın başlaması için gerekli olan fosfor konsantrasyon kritik değeri sadece 0,01 mg/litre’dir (Aktaş, 1994).

Suni gübrelerin, bütünüyle ekosistemde çok çeşitli çevre sorunlarına neden olduğu bilinmektedir. Ancak doğru şekilde kullanıldığında, bu zararları küçültmek mümkün olduğu

gibi dolaylı olarak ortam üzerinde bazı yararları da bulunmaktadır. Örneğin, gübreleme ile ürünün artırılması durumuna bağlı olarak oksijen de artmaktadır.

Tablo 45: Türkiye’de Bazı Bölgelere göre gübre kullanımı (2003)

Bölgeler	N ton/yıl	P ₂ O ₅ ton/yıl	N /P ₂ O ₅
Trakya	121.356	50.029	2,43
Ege	207.785	85.881	2,42
İç Anadolu	275.502	183.327	1,5
Akdeniz	266.875	92.482	2,89
Karadeniz	128.118	47.486	2,61
GAP	155.204	75.513	2,06
Batı Akdeniz	53.664	24.717	2,17
Toplam	1.341.504	559.435	2,4

Kaynak: Çolakoğlu ve diğerleri.

Türkiye’de Bölgelere göre gübre kullanımı (tablo 45) değerlendirildiğinde; hemen her bölgede, azotlu gübre kullanımının diğer iki cinse göre daha yüksek oranlarda tüketildiği anlaşılmaktadır. Bu bakımdan en yüksek miktar, İç Anadolu Bölgesi’ne ait gözükmemektedir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri ise daha sonra gelmektedir. En fazla fosforlu gübre (P₂O₅) tüketimi ise İç Anadolu Bölgesi’nde gerçekleşmekte olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Ege Bölgesi ve GAP bunların arkasından gelmektedir (tablo 45). N/P₂O₅ gübre ise bütün bölgelerde en düşük miktarlarda tüketilmektedir. Özellikle İç Anadolu ve GAP’ta, N/P₂O₅ oranının düşük bulunmasının nedeni, DAP ve 20-20 kompoze gübre kullanımının yaygın olmasından ve kuru tarım yapılması nedeniyle buğday ve tarla tarımında (baklagil) üst gübrelemede az azot kullanılmasıdır (Çolakoğlu ve diğerleri).

14.2. Tarım Alanında Kullanılan İlaçlar

Türkiye’de tarım ilaçları arasından, insektisitler, üretim miktarı bakımından, tüm tarım ilaçları içerisinde birinci sırada bulunmaktadır. Bunu sırasıyla fungisitler, herbisitler ve diğerleri izlemektedir. İnsektisitlerin üretim miktarları, yıllar itibarıyla yaklaşık 10,000-15,000 ton aralığında seyretmektedir. Fungisitler yaklaşık 4,000-6,000 ton, herbisitler ise 5,000-7,000 ton aralıklarında üretilmektedir (tablo 46). Tabloda dikkat çeken bir başka husus ta, insektisit, fungisit ve herbisit üretiminde yıllara bağlı olarak miktar bakımından dalgalı bir üretim seyrinin ortaya çıkmasıdır. Türkiye’de 1990-2000 yılları arasındaki tarımsal ilaç üretim miktarları değerlendirildiğinde; İnsektisit üretimini 1990’da 14,000 ton civarında iken, 1991 yılından%37’lik bir düşüşle 9,000 ton düzeyine indiği görülmektedir (tablo 46). Bu ani düşüşün nedenleri ise ilaç üretiminde kullanılan hammaddelerin çoğunun yurtdışından ithal edilmesi ve ithalat fiyatlarında meydana gelen artışlardır. Ayrıca, 1991-1994 yılları arasında

insektisit kullanımını gerektirecek böcek salgınlarının olmaması da, üretimin düşmesine neden olmuştur. 1995’den itibaren 13,000 tona yükselen insektisit üretimi, 1997 yılında artışa devam ederek, 15,000 tona ulaşmıştır. 1999 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisi nedeniyle %33’lük bir azalışla 9 500 tona düşmüştür. Herbisit üretimi ise 10 yıllık süreçte ekonomik duruma, hastalık ve zararlıların artışlarına bağlı olarak üretim bazı iniş çıkışlar göstermekle birlikte, üretimde 1993 yılında %60’lara varan artışlar olmuştur. 1990 yılında 5 500 ton düzeyinde olan herbisit üretimi 1993 yılındaki salgın nedeniyle 9,000 ton seviyesine çıkmıştır. 1994-1997 yılları arasında ise 6,000-7,000 ton arasında seyretmiştir. 1998 yılında %20’lik bir azalış gösteren üretim, 1999-2000 yılları arasında, yeniden artarak, 5000-5500 ton civarına yükselmiştir. Diğer bir pestisit çeşidi olan fungusitlerin üretimi ise 1990-1994 yılları arasında sabit kalmış (4,500-5,000 ton arasında), 1994’de yaşanan ekonomik krizin etkisiyle %20’lik bir azalışla 3,500 ton seviyelerine düşmüştür. 1996 yılında zararlıların ani artış göstermeleri fungusit ihtiyacını artırmıştır ve üretim %133’lük bir artışla 10,500 ton seviyelerine çıkmıştır. Üretim daha sonraki yıllarda azalarak 2000 yılında 6,000 ton düzeyine inmiştir.

Tablo 46: Türkiye’de Tarımsal İlaç Üretimi (kg)

Yıllar	İnsektisit	Herbisid	Fungisid
1990	14285786	5670538	4494335
1991	9064829	6124647	4606088
1992	9678721	4503097	4701163
1993	11189159	9145150	4671802
1994	10109173	6815631	3656429
1995	12937868	7166663	3749091
1996	14039874	6231332	10465157
1997	14701777	6751163	8514975
1998	12694966	4604116	6247907
1999	9515782	5663221	5449785
2000	10107933	5349782	6000012

Kaynak: DİE, Tarımsal İstatistik Göstergeler, Ankara

Türkiye’de toplam tarım ilacı tüketimi, ortalama olarak 33,000 tondur. Bu miktarın %47’sini insektisitler, %24’ünü herbisitler, %16’sını fungusitler , %13’ünü de diğer gruplar oluşturmaktadır. Türkiye’de ruhsatlı etkili madde sayısı ise 418 adettir. Ancak, AB mevzuatı uyum çalışmaları kapsamında, olumsuz özellikleri nedeniyle, 01.01.2009 tarihi itibarıyla 75 adet, 31.08.2009 tarihi itibarıyla de 49 adet pestisit in imalatı ve ithalatı durdurulmuştur (www. kkgm.gov.tr). Günümüzde, AB’de kullanımdan kaldırılan, ama Türkiye’de hâlâ piyasada olan 101 etkili madde kalmıştır (Tiryaki ve diğerleri, 2010). Türkiye’de son yıllardaki tarımsal ilaç tüketim miktarları, ihracatın son derece düşük miktarlarda gerçekleşmesi nedeniyle, yıllar itibarıyla dalgalanmalar göstermektedir. Buna karşılık, ithalatın başlangıca nazaran önemli miktarda arttığı izlenmektedir. Dolayısıyla, ucuz ithal ürünlerin dünya piyasalarından kolayca alınabilmesi, bu sonucu doğurmaktadır. Türkiye’de, tarımsal ilaç tüketimi, hafif dalgalanmalar göstermekle birlikte, artış eğilimi izlenmektedir. Şöyle ki, 1995 yılında 33,924 ton olan ilaç tüketimi, 2006’da 53 860 tona yükselmiştir (tablo 47).

Tablo 47: Türkiye’de Tarımsal İlaç Tüketimi

Yıllar	Aktif Madde Miktarı (ton)	İlaç Tüketim Miktarı (ton)
1995	13.370	33.924
1996	13.976	36.123
1997	15.575	33.713
1998	13.931	35.487
1999	12.208	32.230
2000	12.257	33.548
2001	13.413	29.796
2002	11.109	30.792
2003	13.211	35.665
2004	13.440	35.123
2005	19.851	44.335
2006	23.390	53.860

Kaynak: (<http://ekutup.dpt.gov.tr/tarim/gosterge/2008.>)

Türkiye’de pestisit gruplarına göre tarım ilaçları tüketimine bakıldığında; en önemli grubu, %39 ile insektisitler, bunu %23 ile fungusitler izlemekte, herbisitlerin oranı ise %24 civarında seyretmektedir. Türkiye’de pestisit gruplarının tüketimi, yıllar arası dalgalanmalar gösterse de, genel olarak, artış eğilimi izlemektedir (tablo 48).

Tablo 48: Türkiye’de Tüketilen tarım İlaçlarının Gruplarına Göre Durumu(Ton)

YILLAR	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
İNSEKTİSİTLER	10.450	9.089	11.788	11.544	9.159	11.492	13.793
HERBİSİTLER	5.743	7.408	6.958	6.192	7.416	11.352	8.707
FUNGİSİTLER	8.613	7.036	7.777	5.909	8.075	9.859	10.394
DİĞERLERİ	9.605	8.058	7.025	4.691	6.667	3.221	2.549
TOPLAM	34.411	31.591	33.548	28.336	31.317	35.924	35.443

Kaynak: Tarım ve Köyşleri Bakanlığı

Türkiye’ de tarım ilaçlarının kullanımı her ne kadar, artış eğilimi gösterse de, gelişmiş ülkelere göre son derece düşüktür. Birim alan olarak hektara kg cinsinden kullanılan tarım ilacı bakımından bu miktar, Türkiye’de 0,47 iken, Danimarka’da 1,18; Yunanistan’da 4,41; Hollanda’da 10,23 civarındadır. Yani, Türkiye’de, Danimarka’ya göre 2, Yunanistan’a göre 9, Hollanda’ya göre 21 kat daha az tarım ilacı tüketilmektedir (Tablo 49). Türkiye’nin pestisit tüketimi, yıllara göre hektara 400-700 g arasında değişmektedir. Hektara düşen etkili madde miktarı 1990’larda 400-500 gram iken, 2006 yılında 705 grama ulaşmıştır. Bu değerler, Türkiye’nin AB ülkelerine göre oldukça az pestisit tükettiğini göstermektedir (Tiryaki ve diğ., 2010). Ancak bilindiği gibi Türkiye’de oldukça heterojen bir pestisit tüketimi vardır. Örneğin,1998 yılında, ülke tüketiminin %42,02 si, sadece Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde görülürken, ancak %4,8’i, Doğu Anadolu Bölgesi’nde gerçekleşmiştir. Ayrıca, Türkiye’de hektar başına daha az pestisit tüketilmesine karşın, en yoğun tüketilen pestisitler çevre ve sağlık açısından önemli risk taşıyanlardır.

Tablo 49: Ülkelere Göre Aktif Madde Olarak Tarım İlacı Tüketimi

Ülkeler	Aktif madde tüketimi (kg/ha)
Türkiye	0,47
Yunanistan	4,41
İtalya	5,25
İspanya	3,09
Portekiz	8,36
Fransa	4,24
Almanya	2,42
İngiltere	3,57
Hollanda	10,23
Avusturya	2,06
Danimarka	1,18
Macaristan	1,75

Kaynak: (Kantarıcı, 2007).

Tarımsal ilaçların bölgelere göre kullanım oranları (2008) değerlendirildiğinde; daha çok Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri'nde tüketildiği, bunları, Ege Bölgesi'nin izlediği anlaşılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin tüketim oranı ise son derece düşüktür (tablo 50). Özellikle örtü altı yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Adana, Mersin, Antalya, Muğla ve İzmir gibi Akdeniz ve Ege Bölgesi illerinde yaygın kullanım gerçekleşmektedir. Çünkü örtü altı yetiştiricilikte, sıcaklık ve nem koşulları zararlı ve hastalıkların lehine uygun koşullar sağlamaktadır. Ayrıca, bu illerde meyve üretim alanları da geniş yer kaplamaktadır. Belirtilen bu şartların dışında, Ege ve Akdeniz Bölgeleri ekolojik özellikleri gereği, birçok zararlı ve hastalıktan daha fazla etkilenmektedir.

Tablo 50: Türkiye'de Bazı Bölgelerin Tarım İlaçlarındaki Tüketim Paylar

Bölgeler	Bölgelerin Payları (%)
Ege	15
Akdeniz	20
Doğu Anadolu	6
Güneydoğu Anadolu	23

Kaynak: Anonymous, 2008

Bilindiği üzere, tarım ilaçları (Pestisitler), zararlılara karşı kullanıldıklarında, ekolojik ortama çeşitli yollardan taşınmaktadır. Ekolojik döngü çerçevesinde, havaya, suya ve toprağa karışan tarım ilaçları, besin zincirine girerek, kullanıldıkları zararlılar dışındaki türlere de etki etmektedir. Örneğin, Tarım ilaçlarının püskürtülerek uygulanması sırasında, bir kısmı buharlaşma ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı, bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan tarım ilaçları ise yatay ve dikey yöndeki hava hareketleri ile taşınmakta ve yağışlarla yeniden yer yüzeyine dönmektedir. Böyle bir ekolojik

döngü ile, hedef olmayan diğer canlılara ulaşan tarım ilaçları, bunlarda kalıntı ve toksisiteye neden olabilir (Öğüt ve Diğerleri, 2007). Ortama verilen kimyasallar, ekosistemin normal fonksiyonlarını kısa veya uzun süreli olarak bozdukları gibi geçici ya da kalıcı şekilde değiştirebilirler. Sonuçta bir dizi ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplara neden olurlar. Burada en önemli sorun, bazı tarım ilaçlarının kolaylıkla biyolojik ayrışmaya uğramayıp, uygulandıkları ve taşındıkları ortamda dirençli olarak kalmalarıdır. Bu özellik, bazı hastalıkları kontrol etmede avantaj sayılsa da, kimyasal maddelerin, ortamın diğer kısımlarına yayılmaları, bir dezavantajdır. Ekosistemdeki kolay yayılma, kimyasal maddelerin zararlı ve hastalık etkeni organizmaların dışındaki diğer canlıların ve bütünüyle ortamın olumsuz etkilenmesine de neden olmaktadır.

Gerek bitkiler üzerine, gerekse doğrudan toprağa verilerek, yapılan tarım ilacı uygulamasından, bütünüyle mikro ve makro toprak flora ve faunası etkilenir (Kocataş,2006). Örneğin, bunlardan, mikroorganizmalar, topraktaki azot başta olmak üzere, çeşitli bileşiklerini etkileyerek, ekosistemde mineral madde döngüsünün sağlıklı bir şekilde işlenmesini sağlarlar. Ayrıca, mikroorganizmaların yapmış olduğu kimyasal salgı, toprak tanelerinin birbirine yapışmasına yardımcı olarak, iyi bir toprak strüktürünün ortaya çıkmasında da rol alırlar. Zaten toprak canlılarının tümünü ortadan kaldıracak geniş etkili bir tarım ilacı olmadığı gibi yoğun olarak kullanılan tarım ilaçları, bakteriler, funguslar ve omurgasız hayvanlar gibi çeşitli canlı grupları üzerinde de olumsuz etki yapabilirler. Sonuç olarak, toprağın havalanması, nitrifikasyon, mineralizasyon, toprağın taneli yapı kazanması gibi olayları sağlayan yararlı toprak içi canlıları, bu olaydan son derece olumsuz etkilenebilirler.

Aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu artan pestisit tüketimi, ortam kirlenmesi kadar, insan sağlığı açısından da çeşitli sorunların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Her şeyden önce, Pestisitler, kanser, doğum anormallikleri, sinir sistemi zararları ve uzun dönemde oluşan yan etkiler gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Pestisitler ve parçalanma ürünleri, toksik maddeler içerirler. Hatta parçalanma ürünlerinden bazıları, ana pestisitten daha toksik ve kalıcıdır. Aşırı buharlaşabilenler, havaya karışarak, havayı kirletmektedir.

Esasında, toprağa verilen tarım ilaçlarının dozu ve özelliği ne olursa olsun, zamanla toprak ekosistemini kirlenmekte ve bozmaktadır. Ancak, bununla birlikte, toprağa daha az zarar verenlerin tercih edilmesi ve birim alana daha düşük dozda ilaç uygulanması, toprak kirlenmesinin derecesini azaltabilmektedir. Dolayısıyla, bütünüyle ekosisteme verilecek zararlar da aza indirgenmiş olmaktadır. Bu nedenledir ki, günümüzde, sürdürülebilir tarım tekniklerinde artık bu yol tercih edilmektedir.

Türkiye’de de tarım ilaçlarına karşı, başta insan sağlığı olmak üzere, bütünüyle ortam güvenliği açısından, gerekli önlemlerin alınması zorunluluktur. Her şeyden önce gıda güvenirliliğinin sağlanması bakımından, pestisit kullanımı, bilinçli ve kontrollü yapılmalıdır. Bunun için ortamı daha az etkileyen, düşük riskli veya çevre dostu ilaçlara öncelik tanınmalıdır. Bu bakımdan, insan sağlığı ve yararlı organizmaları daha az etkileyen, zararlı organizmaların dayanıklılığı daha düşük olan ve su ortamını daha az kirleten ilaçlar tercih edilmelidir. Gelişmiş ülkelerin bir çoğunda olduğu gibi Türkiye’de de entegre ürün yönetimi

ve entegre mücadele yönetimi sistemi geliştirilmelidir. Kimyasal mücadele ise ortam ve insan sağlığı açısından olabildiğince düşük riskli pestisitlerle yapılmalıdır. Ayrıca, ilaçlama zamanı, etkin metot ve maksimum koruma önlemleri de önem taşımaktadır. Kalıcılığı daha kısa süren pestisitler seçilerek, doz iyi ayarlanmalıdır. İlaçlı sahaya uyarı levhaları asılarak, belli bir süre insanların ve çiftlik hayvanlarının girişi engellenmelidir.

Türkiye topraklarına yönelik kirlilik tespit çalışmaları henüz yeterli olacak şekilde yapılmamıştır. Avrupa Birliği mevzuatının üstlenilmesi için uyum programı sürecinde toprak koruma politikasının geliştirilmesi yolunda, öncelikle toprağa yönelik tehditlerin belirlenip, toprak özelliklerine ve sınıflarına bağlı kullanma ve işletme potansiyelinin ortaya konması gerekmektedir. Avrupa Birliği, üye ve aday ülkelerin ulusal bazda toprak koruma stratejilerini geliştirmesinde ilk adım olarak ülkelerin mevcut yasa ve yönetmeliklerini birliğin toprak koruma stratejilerine göre uyarlamalarını ve toprağı ilgilendiren tüm sektörleri entegre bir biçimde dikkate alan yeni toprak koruma politikası oluşturma çalışmalarını başlatmalarını öngörmektedir. Türkiye’de, alıcı ortam olarak toprak kirlenmesinin önlenmesi, kirliliğin giderilmesi, arıtma çamurlarının toprakta kullanımında gerekli tedbirlerin alınması esaslarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde ortaya koymayı amaçlayan Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğı 31 Mayıs 2005 tarih ve 25831 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu Yönetmeliğın kapsamı, toprak kirliliğine neden olan faaliyetler ile tehlikeli maddeler ve atıkların toprağı deşarjına, atılmasına, sızmasına yönelik teknik, idari ve cezai yaptırımlar açısından yetersizdir. AB Çevre Genel Müdürlüğü’nün koordinasyonu ile yapılan Toprak Koruma Stratejisi çalışmaları, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğı’nin tam anlamıyla kirlilik boyutuyla ele alınmasını ve yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir (DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu 2007).

14.3.Tarımsal Sulamada Kullanılan Atık Sular ve Sanayi Atıklarından Kaynaklanan Kirlenme

Bilindiğı üzere, arıtılmış atık suların tarımsal veya diğeri amaçlarla kullanımı, alternatif su kaynağı yaratılması kadar, yer altı ve yer üstü su kaynaklarında kirliliğın önlenmesi ve gübre ihtiyacının azaltılması bakımından da önem taşımaktadır. Ancak, sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi bakımından, ortaya çıkacak patojen ve kimyasallardan kaynaklanan risklerin iyi değerlendirilmesi gereklidir. Atık suların azot ve fosfor içeriğı tarımsal gübre ihtiyacını azaltmakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Atıksuların sulamada kullanılmasıyla bitki yetiştiriciliğı için yararlı olan toprak mikroorganizmalarının metabolik aktiviteleri artmaktadır (Pescod, 1992; Toze, 2006). Ancak, tarımsal ürünlerin sulanması amacıyla kullanılan atıksuların içerdiğı ağır metal ve toksik elementlerin, çok düşük miktarları dahi öncelikle bitkiler için zararlıdır ve bitki yetiştiriciliğini kısıtlamaktadır (Ayers ve Westcot, 1989; Pescod, 1992, Resmî Gazete, 1991). Kent kanalizasyon sistemleriyle toplanan evsel atıksularda ise ana risk kaynağı patojenlerdir (Kukul ve diğeri).

Türkiye’de çeşitli kaynaklarla kirlenmiş olan suların, başta tarımsal amaçlı olmak üzere, kullanımları sonucunda, toprak kirlenmektedir. Bu hususta, Türkiye’nin en önemli

sorunu, atıksu deşarjlarında genelde standartlara uyulmaması ve yeterli arıtım uygulanmamasıdır. Arıtılmadan, alıcı ortama(su veya toprak ekosistemi) deşarj edilen atıksular, birçok kirleticiyi yük olarak taşıyarak, zamanla bu ortamlarda aşırı miktarlarda azot, fosfor, tuz, kolay ayrışabilir organik madde, iz elementler ve ağır metaller gibi kirleticilerin birikimine sebep olmaktadır. Özellikle kirlenmiş suların tarım amaçlı kullanımıyla toprakların birçok özelliği olumsuz etkilenmektedir: Her şeyden önce, toprakların besin maddesi dengesi değişmekte, katı madde birikimiyle fiziksel yapıları bozulmakta, çeşitli organik maddeler yığılarak, kültür bitkileri vasıtasıyla besin zincirine karışmakta, ağır metaller ve iz elementler, bitki gelişimini ve kalitesini bozmaktadır. Türkiye’de kirlenmiş atıksuların tarım alanlarında kullanılmasıyla, birçok kirlilik türü yaşanmakla birlikte bunların en sık rastlanana, bor kirliliğidir. Türkiye’de özellikle, Afyonkarahisar, Aksaray, Bigadiç, Burdur, Konya Ereğlisi, Eskişehir, Germencik-Ömerbeyli, Iğdır-Karasaz, Kayseri, Yüksekova-Hakkâri, Salihli-Taytan yörelerindeki topraklarda ve İzmir-Balçova Yöresi’nde kaplıca sularının sulama suyuna karışmasıyla topraklarda yüksek konsantrasyonlarda bor tespit edilmiştir (Türkiye Çevre Vakfı, Türkiye’nin Çevre Sorunları, 1999). Bilindiği üzere, Türkiye’de İçbatı Anadolu’nun kuzeybatısı ile Marmara Bölgesi’nin güneyi arası (Kütahya- Balıkesir çevresi), önemli bor üretim sahasıdır. Dolayısıyla, Simav, Kirmasti, Mustafa Kemalpaşa su toplama havzaları, borlu drenaj ve yıkama sularıyla kirlenmektedir. Özellikle bunlardan Simav su toplama havzası içerisinde kalan tarım sahasının, 94 358 hektarı bor kirlenmesine maruz kalmaktadır.

Türkiye’de özellikle sanayi ve tarım alanlarının içice olduğu bölgelerde, tarım toprakları belirgin bir şekilde sanayi atıklarıyla kirlenmektedir. Özellikle bu bakımdan Marmara Bölgesi’nin sanayi kuşakları ve yakın çevresiyle Ege Bölgesi Kıyı Kuşağı, Akdeniz Bölgesi’nde Mersin-Çukurova- İskenderun Körfezi arası, Karadeniz Bölgesi’nde Samsun-Tekkeköy arası, Zonguldak- Karabük ve Murgul çevresi tipik örnektir. Ayrıca, Türkiye’nin hemen her coğrafi bölgesinde, daha lokal olarak verimli tarım alanlarının sanayi tesisleri ile işgal edildiği yerlerde, sanayi kökenli toprak kirlenmelerine rastlanmaktadır. Sanayi kolları arasından, özellikle kirletici vasfı yüksek olan bazı sanayi tesisleri ile termik santrallerin olumsuz etkisi çok daha büyük boyutlardadır. Termik santrallerin bacasından çıkan duman bileşenlerinin zamanla yere çökmesi, çevresindeki alanlarda toprak kirliliğine neden olduğu gibi yanma sonucunda linyit yakıtından %35-55 oranında bulunan küller, kül barajında depolanarak, toprak kirliliğinin kaynağı durumuna geçmektedir. Türkiye’deki termik santraller, yakıt olarak daha ziyade linyit kullanmaktadır. Türkiye’deki linyitlerde ise zehir etkisi yaratan birçok element ve radyoaktif madde bulunduğu, birçok araştırma ile ortaya konmuştur. Linyitlerin yakılmasıyla, bu tehlikeli maddeler, gazlarla birlikte bacalardan partiküler madde olarak dışarıya atılmaktadır. Bunlardan, Afşin-Elbistan, Çan, Çayırhan, Göynük, Kangal, Orhaneli, Seyitömer, Soma, Tunçbilek, Yatağan ve Yeniköy linyitlerinin bazı radyoaktif maddeler içerdiği, yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır. Ayrıca, Yatağan, Kemerköy ve Yeniköy termik santrallerinde kullanılan linyitlerden, kurşun, çinko, kadmium, nikel ve kobalt gibi ağır metallerin açığa çıktığı bilinmektedir. Söz konusu termik santrallerden çevreye yayılan bu kirleticiler, atmosferi, suyu kirlettiği gibi toprak ekosistemi üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır. Örneğin; Afşin-Elbistan, Yatağan, Kangal termik santralleri, Aliağa ve Tüpraş rafinerileri gibi kuruluşlar, tarımsal kirlenmenin en önemli kaynaklarını oluşturmaktadır. Yatağan’da kuruyan orman, sebze ve meyve bahçelerinin

bozulması; Soma'da suların zehirlenmesi, toprağın enerji üretimine dayalı sanayi tarafından kirletilmesinin en çarpıcı örnekleridir. Soma termik santralının dört ünitesi, 78 km uzaktaki bitki türlerini öldürmüştür. Yatağan termik santralının olumsuz etkilerinin 37 km çapında bir alana yayıldığı 1986 yılındaki çalışmalarla tespit edilmiştir (Ceritli, 1997). Bursa-Orhaneli termik santrali emisyonlarına maruz kalan iğneli bitki örneklerinde yapılan analiz sonuçları da kükürt konsantrasyonlarının yüksek olduğunu göstermiştir. Sanayi kaynaklı kirlenmeler, hem atmosfere bırakılan gazlarla ve hem de akarsulara deşarj edilen kimya sanayi atıkları yoluyla gerçekleşmektedir. Karbondioksit, kükürt ve azot bileşikleri içeren gazlar, atmosfere yayılmakta ve yağışlarla tekrar toprağa dönmektedir. Bu ise toprağı zehirlemekte ve verimsizleştirmektedir. Sanayi atıklarıyla akarsulara karışan organik ve inorganik maddeler ve ağır metaller sulamayla birlikte toprağa geçmektedir. Bu elementler toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozmakta, bitkiler ve diğer canlılar yoluyla insan sağlığına zarar vermektedir. Diğer kirlenmelerde olduğu gibi toprak kirlenmesinde de, enerji santralleri ve sanayinin payı oldukça fazladır. Örneğin Avrupa Topluluğu ülkeleri, dünya CO₂ emisyonunun yaklaşık % 15'ini (3,042 milyon ton/yıl) üretmektedir. Bu % 15'lik emisyon dilimi içinde enerji sanayi ile birlikte diğer sanayiler % 53'lük paya sahiptir. SO_x emisyonunda durum daha da kötüdür. Toplam SO_x emisyonunun % 86 gibi büyük bir kısmı sanayiden gelmektedir (Ceritli, 1997). Türkiye de Avrupa Topluluğu ülkeleriyle benzer özellikler gösterdiğinden, toprak kirliliğinde sanayinin rolü önemlidir.

Türkiye'de, sanayi kökenli toprak kirliliğine, farklı bölgelerden, farklı endüstri kollarına ait, pek çok örnek vermek mümkündür. Örneğin; Samsun'daki gübre sanayi ve bakır işletmeleri bakır izabe tesislerine ait emisyonların, çevrelerindeki tarımsal alanlarda meydana getirdiği zararlı etkiler, kültür bitkileri-toprak üzerinde araştırılarak, özellikle yakın çevredeki ve güneydoğulu hakım rüzgâr yönünde, önemli bir tarımsal ürün olan tütünde, önemli zararlar tespit edilmiştir. Özellikle kükürt dioksit, yaz döneminde bitkilerde yanık etkisi yaratmaktadır. Ayrıca, fosfor, demir, bakır, manganez ve çinko gibi elementlerin de, bitkilerde tolere edilen değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı sahada, yüzey topraklarda, yüksek oranlarda demir ve bakır metallerinin biriktiğine dikkat çekilmektedir.

Seydişehir alüminyum tesislerine ait emisyonlar ise yakın çevresinde, bitki ve toprak üzerinde flor birikimine neden olmuştur. Göktaş-Artvin Bakır Tesisleri, Türkiye'nin en eski endüstriyel emisyonlarının kaynakları arasındadır. Yapılan araştırmalara göre; tesisten, yayılan yüksek miktardaki kükürt dioksit emisyonu, uzun süredir ekosisteme vererek, yaklaşık 6-10 km uzaklığa kadar olan bitki ve toprak örtüsünün zarar görmesine neden olmuştur. Bu olay ayrıca, yörede toprak erozyonunu da teşvik etmiştir.

Türkiye'de atmosfere bırakılan emisyon gazları, katı ve sıvı atıklarla toprak kirlenmesinin önlenmesi için öncelikle, enerjiyi mümkün olan en yüksek verimde kullanabilen ve atmosfere, suya, toprağa daha az atık bırakan teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, sanayi kuruluşların çevreye deşarj ettiği sıvı ve katı atıklar, içlerindeki zararlı element ve bileşikler minimum seviyeye indirilecek şekilde arıtılmalı; depolanması gereken atıklar ise dünya standartlarına uygun bir yöntemle saklanmalı ve toprağa sızması engellenmelidir. Sulamada kullanılan akarsu ve diğer su kaynaklarının sanayi kuruluşları

tarafından kirletilmesinin önüne geçilmelidir. Kirletenlere karşı caydırıcı özellikler taşıyan etkin idarî ve yasal düzenlemeler yapılmalı ve uygulanmalıdır.

Uygulamalar

1) Türkiye’de kullanılan tarım ilaçlarının ekosistem ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri incelenmelidir.

Uygulama Soruları

- 1) Aileniz veya yakınlarınızdan tarımla uğraşanlar varsa, hangi tip gübre kullandıklarını öğreniniz.
- 2) Türkiye’de kullanılan tarım ilaçlarının ekosistem ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Türkiye’de toprak kirliliği ile ilgili tespit çalışmaları henüz yapılmamıştır. Avrupa Birliği mevzuatının üstlenilmesi için uyum programı sürecinde toprak koruma politikasının geliştirilmesi yolunda, öncelikle toprağa yönelik tehditlerin belirlenip, toprak özelliklerine ve sınıflarına bağlı kullanma ve işletme potansiyelinin ortaya konması gerekmektedir. Avrupa Birliği, üye ve aday ülkelerin ulusal bazda toprak koruma stratejilerini geliştirmesinde ilk adım olarak ülkelerin mevcut yasa ve yönetmeliklerini birliğin toprak koruma stratejilerine göre uyarlamalarını ve toprağı ilgilendiren tüm sektörleri entegre bir biçimde dikkate alan yeni toprak koruma politikası oluşturma çalışmalarını başlatmalarını öngörmektedir.

Türkiye topraklarının kirlenmesinde ve bozulmasında, tarımda kullanılan suni gübrelerin önemli bir yeri vardır. Bu bakımdan Türkiye’de yıllar itibarıyla suni gübre üretim ve tüketim miktarlarındaki artış önem taşımaktadır.

Türkiye’de tarım ilaçları arasından, insektisitler, üretim miktarı bakımından, tüm tarım ilaçları içerisinde birinci sırada bulunmaktadır. Bunu sırasıyla fungisitler, herbisitler ve diğerleri izlemektedir.

Türkiye’de çeşitli kaynaklarla kirlenmiş olan suların, başta tarımsal amaçlı olmak üzere, kullanımları sonucunda, toprak kirlenmektedir. Bu hususta, Türkiye’nin en önemli sorunu, atıksu deşarjlarında genelde standartlara uyulmaması ve yeterli arıtım uygulanmamasıdır.

Bu bölümde,Türkiye’de suni gübre kullanımı, tarımsal ilaçlar ve sanayi atık suları değerlendirilerek,, tarım arazilerinde ve bütünüyle ekosistem üzerinde neden oldukları olumsuz etkiler araştırılmıştır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de gübre cinslerine göre tüketim dikkate alındığında; özellikle azot ve fosforun, yıllar arası bazı sapmalar dışında, genel olarak düşüş eğilimi gösterdiği. Potasın ise son zamanlarda artış eğilimi içerisine girmiş olduğu anlaşılmaktadır.

a) Doğru

b) Yanlış

2) Türkiye’de kullanılan tarım ilaçları arasından hangisi birinci sırada bulunmaktadır?

a) Fungisitler

b) Herbisitler

c) İnsektisitler

d) Karbonhidratlar

e) Hepsi

3) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı, Avrupa ülkelerinden yüksek düzeyde olup, hektara kullanılan kimyasal gübre, 250 kg olarak belirlenmiştir.

a) Doğru

b) Yanlış

4) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de tarım ilaçlarının kullanımı her ne kadar, artış eğilimi gösterse de, gelişmiş ülkelere göre son derece düşük olup, birim alan olarak hektara kilogram cinsinden kullanılan tarım ilacı 0,47 civarındadır.

a) Doğru

b) Yanlış

5) Türkiye’de çeşitli kaynaklarla kirlenmiş olan suların, tarımsal amaçlı kullanımları sonucunda, toprak hangi madde ile kirlenmemektedir?

a) Tuz

- b) Azot**
- c) Fosfor**
- d) Ağır Metal**
- e) Kireç**

6) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı, birçok ülkeden düşük düzeyde olup, hektara kullanılan kimyasal gübre, 100,4 kg olarak belirlenmiştir.

- a) Doğru**
- b) Yanlış**

7) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Kimyasal gübrelerin fazla kullanımının topraklarda tuzluluk sorununa neden olması, sıkça karşılaşılan sorunlardan bir tanesidir.

- a) Doğru**
- b) Yanlış**

8) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Türkiye’de tarım ilaçlarının kullanımı, gelişmiş ülkelere yakın seviyede olup, birim alan olarak hektara kg cinsinden kullanılan tarım ilacı miktarı Türkiye’de 2,90 civarındadır.

- a) Doğru**
- b) Yanlış**

9) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Gerek bitkiler üzerine, gerekse doğrudan toprağa verilerek, yapılan tarım ilacı uygulamasından, bütünüyle mikro ve makro toprak flora ve faunası etkilenir

- a) Doğru**
- b) Yanlış**

10) Aşağıda verilen bilgilerin doğru olup olmadığını irdelleyiniz.

Aritılmış atık suların tarımsal veya diğer amaçlarla kullanımı; alternatif su kaynağı yaratılması kadar, yer altı ve yer üstü su kaynaklarında kirliliğin önlenmesi ve gübre ihtiyacının azaltılması açılarından önem taşımaktadır.

Cevaplar

1) a, 2)c, 3)b 4)a, 5)e, 6), 7)a, 8)b, 9)a, 10)a

KAYNAKÇA

- AB Genel Sekreterliği, (2001). *Türkiye Ulusal Programı*.
- Adıyaman İli Çevre Durum Raporu (2006), (www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/adiyaman Erişim Tarihi: 10-11-2010).
- Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı (2008).
- Akın, M., Akın, G. (2007). *Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği*. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47, 2, Ankara.
- Alkan, U., Çalışkan, S., Mescioğlu, Ü. (1999). *Ulubat Gölü’nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi*. (www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/33-1.pdf. Erişim Tarihi: 25-6-2011).
- Alp, K., Eroğlu, V., Borat, O. (1993). *İstanbul’da Hava Kirlenmesi ve Önleme Tedbirlerinin Değerlendirilmesi*. Birinci Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Sempozyumu, İstanbul.
- Ankara İl Çevre Durum Raporu. (2009). (www.cedgm.gov.tr/CED/ Erişim Tarihi: 10-9-2010).
- Antalya İli Çevre Durum Raporu (2009). (www2.cedgm.gov.tr/. Erişim Tarihi: 8-4-2011).
- Ardos, M. (1995). *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi*. Cilt: 1-2, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Arınç, K. (2011). *Türkiye’nin İç Bölgeleri*. Eser Ofset Matbaacılık, Erzurum.
- Aşçı, F., Korcan Fıçıcı, E., Konuk, M. *Eber ve Karamık Göllerindeki Kontaminasyonun Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım*. (kafkas.edu.tr).
- Ataklay, İ. (1982). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*. Ege Üniv. Sos. Bil. Fak. Yay. No: 9, İzmir.
- Atalay, İ. (2006). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir.
- Aydın, M. E., Durduran, S. S., Özcan, S., Bedük, F. (2007). *Konya’da Hava Kalitesi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) İle Değerlendirilmesi*.
7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: Yaşam Çevre ve Teknoloji. 24-27 Ekim-2007, İzmir (e-kutuphane. cmo.org.tr/Erişim tarihi: 14-4-2011).

Bahçeci, İ. (1984). *Konya Ovası Kapalı Drenaj Projeleme Kriterleri*. Köy Hizmetleri Araştırmaları Enst. Genel Yayın No. 96, Rapor Serisi No. 78, Konya.

Bakan, G., Akdağ G.Ö., Özkoç, H. B. (2003). *Çevresel Etki Değerlendirilmesinin Önemi Ve Samsun Mobil Santral Örneği*, IV. Türkiye Enerji Sempozyumu, TMMOB-EMO, 10-12 Aralık, sy.379-390, Ankara.

Balabanlı, C., Türk, M., Yüksel, O. (2005). *Erozyon ve Çayır-Mera İlişkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri: A, Sayı: 2, Isparta.

Balcı, N. (1978). *Toprak Erozyonunu (Su Erozyonunu) Etkileyen Faktörler ve Havza Amenajmanı*, 1. Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu Tebliğleri, 25-27 Nisan 1978, S. 91-106, Ankara.

Başar, P., Okyay, P., Ergin, F., Coşan, Y. A. (2005). *Aydın İli Kent Merkezinde Hava Kirliliği /1997-2004*. Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi (www.adutfdergi.org/. Erişim tarihi: 8-5-2008).

Bayazıt, M., Cıgızoglu, H. K., Önöz, B. (2002). *Türkiye Akarsularında Trend Analizi* (www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/296.pdf. Erişim Tarihi: 18-6-2011).

Bayraç, N., Yenilmez, F. (2002). *Türkiye ve AB Tarım Sektörlerinin Karşılaştırılması*. (www.turkvet.biz/yazi/ab_ve_turk_tarimi.pdf. Erişim tarihi, 29-1-2011.)

Bayram, A. (2008). *İzmir'de Hava Kirliliği* (www.imoizmir.org.tr/.Erişim tarihi: 5-5-2011).

Beyazıt, N., Bali, U. (1996). *Sivas'ta Hava Kirliliği ve Meteorolojik Parametrelerle İlişkisinin Araştırılması*. 1. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bursa.

Boncukoğlu, R., Kocakerim, M., Bayhan, Y. K. (1991). *Isıtmada Kullanılan Kalitesiz Linyitlerden Kaynaklanan Hava Kirliliği: Yanma ve Hava Kontrolü*. 1. Ulusal Sempozyumu, Ankara.

Buhan, E., Yılmaz, H ve Diğerleri. (1998). *Köyceğiz Lagün Sistemi Lagün İşletmeciliği ve Balıkçılığı*. (akuademi.net. Erişim tarihi: 2-3-2011).

Bulut, C., Atay, R., Uysal, K. (2009). *Eğirdir Gölü'nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnolojik Açından Değerlendirilmesi*. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Anadolu University Journal Of Science And Technology Cilt/Vol.: 10-Sayı/No: 2 , Eskişehir.

Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Burdur Gölü Yönetim Planı, Kasım 2008. (www.burdur-cevreorman.gov.tr/files/burdur.htm. Erişim tarihi: 02-05-2011)

Burdur İli çevre Durum Raporu. (2009). (www2.cedgm.gov.tr/ Erişim tarihi: 7-3-2010).

Bursa İl Çevre Durum Raporu. (2008).
(www.bursacevreorman.gov.tr/pdf/ilcevresorun. Erişim tarihi: 7-3-2011).

Cangir, C., Boyraz, D. (2008). *İklim Değişikliği ve Çölleşme veya Toprak/ Arazi Bozulumunun Türkiye'deki Boyutları ve Çölleşme İle Mücadele*. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2) Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. (jotaf.nku.edu.tr/makaleler/t10.pdf. Erişim tarihi: 1-2-2011)

Cangir, C., Boyraz, D., Haktanır, K. (2005). *Toprak Kaynakları ve Kullanımı*, VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Bildiri Metinleri, (<http://www.zmo.org.tr> Erişim tarihi 28-1-2011).

Ceritli, İ. (1997). *Türkiye'nin Toprak Sorunu*. (www.ekolojidergisi.com.tr/. Erişim tarihi: 1-2-2011).

Çelebi, H., Bal, H. *Orta Anadolu Şartlarında Toprak İşleme ve Ekim Metotlarının Toprak ve Su Muhafaza Bakımından Önemi* (edergi.atauni.edu.tr/index.. Erişim Tarihi: 1-3-2011).

Çepel, N. (1992). *Doğa, Çevre, Ekoloji*, Altın Kitaplar Yayınevi, S.205. İstanbul.

Çevre ve Orman Bakanlığı, *Manyas Gölü Sulak Alan Yönetim Planı* (2007).

Çevre ve Orman Bakanlığı, (1999). *İçme suyu Kaynağı Olarak Eğirdir Gölü'nün Korunması projesi*. Çevre ve Orman Bakanlığı Final Raporu, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Alıcı Ortamları Koruma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, Planlama Dairesi Başkanlığı, 2004.

Çevre ve Orman Bakanlığı Komisyon Raporu (1998). *Tuz Gölü ve Havzası Çevre Durum Raporu*. Ankara.

Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2008). *Akarçay Havzası Koruma Eylem Planı*, Ankara (www.styd-cevreorman.gov.tr).

Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2008). *Van Gölü Havzası Koruma Eylem Planı*.

Çevre Bakanlığı (1995). Kızılırmak Deltası Yönetim Planı Projesi, II. *Gelişme Raporu*.

Çevre Bakanlığı (1999). *Ulusal Çevre ve Kalkınma Durum Raporu*, Ankara.

Çevre ve Orman Bakanlığı ([Www.Cevreorman.Gov.Tr/](http://www.Cevreorman.Gov.Tr/). Erişim Tarihi: 5-7-2011).

Çevre Kanunu (2006). Resmî Gazete Tarih: 13-05-2006 Sayı: 26167, Ankara.

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (2003). Resmî Gazete Tarih: 16 Aralık 2003, Sayı: 25318, Ankara.

Çolakoğlu, H., Çokuysal, B., Çakıcı, H. *Türkiye’de Gübre Üretimi ve Tüketimi* (www.ipipotash.org/.../ Erişim tarihi: 13-2-2011).

Çullu, M. A., Almaca, A., Öztürkmen, A. R., Ağca, N., İnce, F., Derici M. R. (2000). *Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi*. T. C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.

Darkot, B., Tuncel, M. (1995). *Ege Bölgesi Coğrafyası* (3. Baskı). İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul.

Darkot, B., Tuncel, M. (1981). *Marmara Bölgesi Coğrafyası*. İ.Ü. Yayınları No: 2510, İstanbul.

Demir, N., Antepli, S. (2004). *Aşağı Seyhan Ovası Sulaması Taban Suyu ve Tuzluluk Problemleri Değerlendirme Çalışması*. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu. 20-21 Mayıs, Ankara.

Demirci, A., MC Adams, M. A. (2006). *Küçükçekmece Gölü Havzasında Arazi Kullanım Değişimleri ve Su Kalitesi İlişkisi*. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul.

Denizli İl Çevre Durum Raporu (2009). (denizli.cevre orman.gov.tr/. Erişim tarihi: 5-1-2010).

Derilioğlu, G. (2007). *Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı İle Türkiye’deki Mevcut Durumun Değerlendirilmesi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (Library.Cu.Edu.Tr/Tezler/6122. Pdf. Erişim tarihi: 8-6-2011).

D.İ.E. Çevre İstatistikleri. (1990-1997). *Hava Kirliliği*. Ankara.

D.İ.E. Çevre İstatistikleri. (1990-2010). *Hava Kirliliği*. (www.die.gov.tr.16-2-2010).

D.İ.E. Haber Bülteni. (1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Ankara.

D.İ.E. Çevre İstatistikleri (1995). *Havza İstatistikleri*. Ankara.

D.İ.E. Türkiye İstatistik Yıllığı (1994-2000). Ankara.

D.İ.E. (1927-2000). Genel Nüfus Sayım Sonuçları. Ankara.

DİE, Tarımsal İstatistik Göstergeler (1923-2002). Ankara.(http: //www.die.gov.tr.16-2-2010)

DİE, Tarımsal Yapı Üretim, Fiyat Değer. Çeşitli Yıllar. (<http://www.die.gov.tr>.21-5-2011).

DİE, Tarımsal Yapı ve Üretim (1989). Ankara.

D.İ.E. (<http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/CEVRE/29052003.html>. 26-1-2010).

Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu (2006). (www2.cedgm.gov.tr/. Erişim tarihi: 2-1-2009).

DMİGM. *Yıllık Meteoroloji Bülteni* (1929-1985). Ankara.

DMİGM. *Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni*. (1985). Ankara.

DMİGM. *Günlük Meteoroloji Bülteni*. (1970-1985). Ankara.

Doğanay, H. (2011). *Türkiye Ekonomik Coğrafyası*. Pegem Akademi, Ankara.

Doğanay, H. (1994). *Türkiye Beşerî Coğrafyası*. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.

Doğanay, H. (1985). *Erzurum'un Isıtılması Sorunu ve İldeki Linyit Rezervleri*. Enerji Dünyasının Sorunları-Seçenek ve Çözümleri Karşısında Türkiye Sempozyumu. Anadolu Üniv. Eskişehir.

DSİ Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporları. (2005-2010). (www.dsi.gov.tr/).

DPT. Ulusal Çevre Eylem Planı (1998). *Hava Kalitesinin Korunması*. Ankara.

DPT. Ulusal Çevre Eylem Planı (1998). *Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği*. Ankara.

DPT. Ulusal Çevre Eylem Planı (1998). *Tarımsal Teknolojiler ve Çevre*. Ankara.

DPT. Ulusal Çevre Eylem Planı (1998). *Tarım ve Mera Arazilerinin Yönetimi*. Ankara.

DPT Komisyon Raporu(1988). *Tuz Gölü ve Çamaltı Tuzlası ile İlgili Sorunlar ve Çözümler*. Ankara.

DPT (1998). *Türkiye Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı*. Ankara.

DPT (2001). *Uzun Vadeli Strateji ve VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005*. Ankara.

DPT (200). *VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Ormancılık (ÖİKR). Ankara.

DPT (2007). *Dokuzuncu Kalkınma Planı Çevre Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. (<http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/>. Erişim tarihi: 3-2-2011).

DPT (2001). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Su havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu* Dpt: 2555. Öik: 571, Ankara 2001.

DPT, (2007). *Dokuzuncu Kalkınma Planı: Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara. 102 s. (DPT. 2712-ÖİK. 665) ISBN 978-975-19-4031-5. (<http://ekutup.dpt.gov.tr/ormancil/> Erişim tarihi 1-2-2011).

Edirne İli Çevre Durum Raporu (2008). (www2.cedgm.gov.tr/. Erişim tarihi: 15-3-2009).

Eğri, M. (1997). *1996-1997 kış döneminde Malatya İl Merkezi Hava Kirliliği Parametrelerine Meteorolojik Koşulların Etkisi*. (mail.inonu.edu.tr/~tipdergi/include/getdoc. Erişim tarihi: 5-3-2010).

Ekinci, E; Tırıs, M., Türe, İ. (1997). *Ulusal Çevre Eylem Planı: Enerji Sektöründen Kaynaklanan Hava Kirliliği*. DPT. Ankara.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri. 2000, 2006, 2007 (www.enerji.gov.tr).

Eren, Z., Turan, T. (2007). *Doğalgaza Geçiş İle Birlikte Erzurum İlinde Fosil Yakıtlardan Kaynaklanan Hava Kirliliğindeki Değişim*. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. Yaşam Çevre ve Teknoloji. 24-27 Ekim-2007, İzmir (e-kutuphane.cmo.org.tr/. Erişim tarihi: 23-2-2010).

Ergene, A. (1997). *Toprak Biliminin Esasları*. Öz Eğitim Yayınları, İstanbul.

Erinç, S. (1996). *Klimatoloji Metodları*. Alfa Basım Yayım Dağıtım, Yay No: 276, İstanbul.

Erinç, S. (1984). *Ortam Ekolojisi ve Degredasyonel Ekosistem Değişiklikleri*. İstanbul Üniv. Deniz Bil. Ve Coğr. Enst. Yay No: 1, İstanbul.

Erinç, S. (1977). *Vejetasyon Coğrafyası*. İstanbul Üniv. Yay No: 2276, İstanbul.

Erkan, M. E., Vural, A. (2006). *Dicle Nehri'nin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma*. Dicle Tıp Dergisi, Cilt: 33, Sayı: 4, (205-209), Diyarbakır.

Erol, A. *Türkiye'de Arazi Kullanımı ve Havza Yaklaşımı* (edergi.sdu.edu.tr/index. Erişim Tarihi 9-2-2011).

Etemoğlu, A. B., Kırbıyık, M. (1996). *Bursa'da Hava Kirliliğine Genel Bir Bakış*. 1. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bursa.

Garipağaoğlu, N. (2000). *Marmara Denizi Çevresinde Görülen Hava Kirliliğinin Fiziki Coğrafya Şartlarıyla Bağlantıları*. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, Yayın No: 5, İstanbul.

Garipağaoğlu, N. (2001). *Çanakkale’de Hava Kirliliği ve Coğrafi Şartlarla Bağlantıları*. Türk Coğrafya Kurumu 29. Meslek Haftası, Çanakkale.

Garipağaoğlu, N. (2008). *Türkiye Şehirlerinin Hava Kalitesinin Zamanla Değişimine Bağlı Bir Sınıflandırma*. 16-17 Ekim 5.Ulusal Coğrafya Sempozyumu.. Ankara.

Garipağaoğlu, N. (2002). *Türkiye’de Hava Kirliliği ve Coğrafi Esasları*. Arya MatbaacılıkYayıncılık LTD. ŞTİ. İstanbul.

Garipağaoğlu, N. (2003). *Sivas’ın Fiziki Coğrafya Şartlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkileri*. Cumhuriyet’in 80. Yılı Sivas Sempozyumu, 253-271, Sivas.

Garipağaoğlu, N. (2004). *Eskişehir’in Hava Kalitesi ve Klimatik Özellikleri Arasındaki İlişkiler*. 2. Uluslararası Dünden Bugüne Eskişehir Sempozyumu, 285-305, Eskişehir.

Garipağaoğlu, N. (2005). *Türkiye’nin Hava Kalitesinin Belirlenmesinde Yanma Süresi ve Yakıt Kalitesinin Önemi*. Türk Dünyası Araştırmaları Derg. İstanbul. Sayı: 158, 11-26, İstanbul.

Garipağaoğlu, N. (2003). *Türkiye’de Hava Kirliliği Sorununun Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı*. Doğu Coğrafya Dergisi, Sayı: 8, 55-77, Erzurum.

Garipağaoğlu, N. (2010). *Türkiye’de Kentleşmenin, Kent Sayısı, Kentli Nüfus Kriterlerine Göre İncelenmesi ve Coğrafi Dağılışı*. Marmara Coğr. Derg. , İstanbul. Sayı 22, 2010.

Garipağaoğlu N. (2012): “Havza Planlamalarında Coğrafyanın Rolü ve Türkiye’de Havza Planlamacılığı”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:16 (2): 303-336,Erzurum.

Garipağaoğlu, N. (2012). *Meriç-Ergene Havzası Su Kalitesi Üzerinde Şehir, Sanayi ve Ziraat Kaynaklı Baskılar*. Atatürk Üniversitesi Ulusal Coğrafya Sempozyumu, 28-30 Mayıs, Erzurum.

Gaziantep İli Çevre Durum Raporu (2009). (www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/ Erişim tarihi: 5-8-2010)

Göksu Deltası ÖÇKB Su Kalitesi İzleme Projesi Sonuç Raporu. (2004).

Gürer, İ. (2003). *Sultansazlığı Su Kaynakları Yönetim Planı, 1., 2., 3. ve 4. Ara Raporu ve Final Raporu*, Sultansazlığı GEF-II Proje Yönetim Birimi, Kayseri.

Gürtekin, E. (2008). *Elazığ İl Merkezinde Hava Kirliliği. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*.(web.firat.edu.tr/.Erişim Tarihi: 25-5-2011)

Hoşgören, M. Y. (1994). *Türkiye’nin Gölleri*. Türk Coğrafya Derg. Sayı: 29, İstanbul.

Isparta İli Çevre Durum Raporu (2009). (www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/. Erişim tarihi: 6-3-2010).

İbret, Ü., Aydınözü, D. (2009). “Şehirleşmede Yanlış Yer Seçiminin Hava Kirliliği Üzerine Olan Etkisine Bir Örnek: Kastamonu Şehri”. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, Sayı 18, Sayfa 71-88, İstanbul, (www.istanbul.edu.tr/edebiyat/edeb. Erişim tarihi: 5-3-2011).

İnandık, H. (1965). *Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş*. İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay No: 42, İstanbul.

İnandık, H. (1965). *Türkiye Gölleri (Morfolojik ve Hidrolojik Özellikler)*. İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yayınları, No: 44, İstanbul.

İstanbul İli Çevre Durum Raporu (2009). (www.cmo.org.tr/ Erişim tarihi: 9-8-2010).

İşli, İ., Çamurdan, M., İnelli, Y. (1996). *İstanbul Şehir Atmosferinde Ölçülen Kükürt dioksit ve Duman Konsantrasyonlarındaki Değişimin Meteorolojik Parametrelerle Açıklanabilirliği*. 1. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bursa.

İzmir İli Çevre Durum Raporu (2009). (www.cmo.org.tr/dosyalar/cdr2009/izmir.pdf. Erişim tarihi: 17-3-2010).

Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu (2006). (www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/ Erişim tarihi: 5-3-2010).

Kantarıcı, M. (2007). Global BKÜ Pazarı ve Ar-Ge. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, *Bildiriler Kitabı*. 25-26 Ekim 2007, Ankara.

Kaplan, M., Aktaş, M., Güneş, A., Alpaslan, M., Sönmez, S., *Türkiye Gübre Üretim ve Tüketiminin Değerlendirilmesi* (www.zmo.org.tr/. Erişim tarihi: 13-2-2011.).

Karakoç, R. (2004). *Adana'daki Lagünlerin Sorunları ve Çözüm Yolları Toplantısı Raporu*. Adana Tarım İl Müdürlüğü.

Karpuzcu M. (1994). *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*. Kubbealtı Neşriyatı, 28, İstanbul.

Keçeli, A., Karakuyu, M., Kocaman, S., Kara, F. (2008). *Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri Arasındaki Sahanın Arazi Kullanım Değişimlerinin Şehir Planlaması Açısından Değerlendirilmesi*. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 17, Ocak-2008, S: 138-153, İstanbul.

Kendirli, B., Benli, B. (2001). *Türkiye’de Su Kalitesinin İzleme ve Değerlendirilmesi*. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 331, S. 14-24, Ankara.

Kırımhan, S. (2006). *Hava Kirliliği ve Kontrolü*. Turhan Kitabevi. Ankara.

Kocadağıstan, M. E., Boncukoğlu, R., Keskinler, M. E., Turalıoğlu, S. (2002). Erzurum Şehir Merkezinde Kullanılan Fosil Yakıtlar İle Hava Kirliliği Arasındaki İlişki. 16-18 Ekim 2002. Erzurum.

Koç, T., Tağıllı, Ş. (2000). *Edirne Kent Merkezinde Hava Kalitesi*. Türk Coğrafya Kurumu 28. Coğrafya Meslek Haftası, Edirne.

Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi*. Ege Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No: 72. İzmir.

Korkmaz, H. (2008). *Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulan Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü Ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması*. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (2008). /Volume: 5, Sayı/Issue: 9. Antakya.

Korkmaz, H., Karataş, A. (2009). *Asi Nehri'nde Su Yönetimi ve Ortaya Çıkan Sorunlar*. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl/Year: 2009, Cilt/: 6,Sayı/: 12,S.18-40 (www.mku.edu.tr/ Erişim tarihi 15-3-2011).

Kopar, İ., Zengin, M. (2009). *Coğrafi Faktörlere Bağlı Olarak Erzurum Kentinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin İncelenmesi*. Türk Coğrafya Derg. Sayı: 53, İstanbul.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1987). *Türkiye Genel Toprak Amenajmanı Planlaması*, Ankara.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1987). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*, Ankara.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Yıllık Envanter (www.khgm.gov.tr/).

Kukul, Y. S., Anaç, S. *Tarımsal Sulamada Atık Suların Kullanımı* (YS Kukul, A Süer-Havza Kirliliği Konferansı-DSİ.gov.tr. Erişim tarihi: 13-5-2011).

Malatya İli Çevre Durum Raporu (2008). (www.malatyacevreorman.gov.tr/ced/rapor.htm. Erişim tarihi: 13-4-2011).

Manisa Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (manisa.cevre orman.gov.tr/Erişim tarihi: 5-6-2011.).

Muslu, Y. (2000). *Ekoloji ve Çevre Sorunları*. Aktif Yayınevi, İstanbul.

Olhan, E., Ataseven, Y. (2009). *Türkiye'de İçme Suyu Havza Alanlarında Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanabilecek Kirliliği Önleme İle İlgili Yasal Düzenlemeler*. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2) Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 161. Tekirdağ.

Orhon, D., Çetiner, A., Zeren, N., Giritlioğlu, C. (1988). *Küçük Çekmece Atıksu Toplam Alanı İçindeki Endüstri Tesislerinin Konumu ve Kirletici Yüklerinin Belirlenmesi*. İSKİ Genel Müdürlüğü, İstanbul.

Orman Genel Müdürlüğü (2006). *Orman Varlığımız*. OGM Matbaası, Ankara

ÖÇKKB (2004). *Göksu Deltası ÖÇKB Su Kalitesi İzleme Projesi Sonuç Raporu*. Ankara.

ÖÇKKB, (2006). Göksu Deltası. *2006 Yılı Durum Raporu*.

Öğüt, S., Seçilmiş, H. Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri. (idc.sdu.edu.tr/tammetinler/yonetim/yonetim33.pd. Erişim tarihi: 17-2-2011).

Özbek, A. K. (2004). *Fırat Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi ve Sediment Konsantrasyonu Bakımından Değerlendirilmesi*. Atatürk Üniv. Ziraat fak. Derg. 35 (1-2), 21-29, Erzurum.

Özdemir, M. A., Boyraz, Z. (2002). *Elazığ Şehir Merkezinde Hava Kirliliğini Doğuran Nedenler ve Kirlilik Parametrelerinin Zaman İçindeki Değişimine Coğrafi Bir Yaklaşım*, Doğu Coğrafya Dergisi, C.8, 150-163, Erzurum.

Sağlam, M. T., Bellitürk, K. (2003). *Su Kirliliği ve Toprak Üzerindeki Etkisi*. (MT.alatarım-alata.gov.tr Erişim tarihi: 13-3-2011).

Sakarya İli Çevre Durum Raporu (2006). (www2.cedgm.gov.tr/Erişim tarihi: 5-9-2009).

Sargın, S. Isparta Şehri'nin Çevre Sorunları. (www.aku.edu.tr/AKU/DosyaYonetimi/Sosyalbil Enst/dergi/.../Erişim tarihi: 3-3-2011).

Sever, R. (2008). "Malatya'daki Hava Kirliliğine Coğrafi Bir Bakış". *Doğu Coğrafya Dergisi*, Sayı: 20, s.59-76, Erzurum.

Sarı, M. (2006). Türkiye'deki Arazi Varlığı ve Bu Arazilerin Erozyona Olan Duyarlılığı (<http://www.aof.edu.tr>. Erişim tarihi: 13-2-2011).

Sivas İli Çevre Durum Raporu (www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/sivasicd2008.pdf. Erişim tarihi: 25-10-2009).

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği (2002). (www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/23151. html. Erişim tarihi: 02-05-2011).

Sungur, K. A. (1977). *Ankara'da Hava Kirlenmesi Bakımından Isı Terselmesinin Rolü*. İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Derg. Sayı: 22, İstanbul.

Sungur, K. A. 1974-1977: *Klimatik Açıdan Türkiye’de Hava Kirlenmesi Sorunu*. İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Derg. Sayı: 20-21, İstanbul.

Sungur, K. A. (1980). *Isı Terselmesinin (Inversion) Hava Kirliliği Üzerindeki Rolü Ve Negativ Etkisinin Azaltılabilmesi İçin Alınabilecek Önlemler*. İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Derg. Sayı: 23, İstanbul.

Şahin, C. (1989). *Hava Kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri*. Coğrafya Araştırma Derg. Sayı: 1, Ankara.

Şanda, M., Özbek, B. (2006). *Beyşehir Gölü’ndeki Phragmites Australis (cav.) Trin Ex Stend ve Thypa Angustifolia l. Bitkilerinin Ağır Metal İçerikleri*. (fen.selcuk.edu.tr/biyoloji/index.Erişim Tarihi: 16-4-2011).

Tandoğan, A. (1998). *Demografik Temel Kavramlar ve Türkiye Nüfusu*. Eser Ofset Mat. Trabzon.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İl ve Bölge Master Planları (www.tarim.gov.tr/).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal İlaç Üretim ve Tüketim İstatistikleri (www.tarim.gov.tr/).

Taşdemir, M., Göksu, Z. L. (2001). *Asi Nehri’nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri* (Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 2001-jfas.ege.edu.tr. Erişim tarihi: 11-8-2011).

Tayanç, M., Garipağaoğlu, N., Akkoyunlu, B. (2003). *Investigation of the Variabilityfor SO2 and Prticulate Matter Levels İn Fourteen Large Cities of Turkey. International Technical Meeting On Air Pollution Modelling And Its Application . May 26-30-2003 in İstanbul, Turkey*.

TEMA, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (www.tema.org.tr/Sayfalar/.../ToprakErozyonu.html, erişim tarihi: 1-2-2011).

Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. (2010). *Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169 (2010).

TOBB, *Tarım Özel İhtisas Komisyonu Raporu* (1992). Yayın No: Genel: 245, BÖM: 9, Ankara.

Toprak ve Gübre Araştırma Enstitü Müdürlüğü (1988). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*, Ankara.

TÜİK 1991-2001 *Genel Tarım Sayımları İşletme Büyüklük İstatistikleri*, Ankara ([http:// www.tuik.gov.tr/](http://www.tuik.gov.tr/). Erişim tarihi: 10-3-2010).

TÜİK 1990-2010 *Hava İstatistikleri*,. Ankara TÜİK (<http://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi: 3-4-2008, 10-3-2010).

TÜİK *Nüfus İstatistikleri*. Ankara TÜİK (<http://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi: 23-4-2009, 10-5-2010).

TuğrulL, S., Yemenicioğlu, S., Doğan, N., Sağlam, T. *Akdeniz Kıyı Alanları Kirlilik Kaynaklarında Uzun Süreli Eğilim İzleme: Nehirler ve Atıksular (2003-2006)* (akuademi.net. Erişim Tarihi: 30-05-2011).

Turalıoğlu, F. S., Bayraktar, H. (2002:). *Erzurum'da Hava Kalitesinin Dünü, Bugünü Ve Geleceği*, 1. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu, 16-18 Ekim. Erzurum.

TÜBİTAK MAM KÇE, *Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı Hazırlanması Projesi*. 1/90 Güncelleştirme Sayısı: 02 EKII Karadeniz Havzaları Kara Kökenli Kirleticiler UlusalEylemPlanı,2001. ([www.mam.gov.tr/kkkuep/tumuep\(tumkiyilar\)/.../karadenizciltII2.pdf](http://www.mam.gov.tr/kkkuep/tumuep(tumkiyilar)/.../karadenizciltII2.pdf) Erişim tarihi: 1-4-2011).

TÜBİTAK-MAM-ESÇAE, *Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planının Hazırlanması Projesi-II. Aşama: Ege Bölgesi*, Sonuç raporu, 2001.

TÜBİTAK-MAM-ESÇAE, *Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planının Hazırlanması Projesi-I. Aşama: Akdeniz Bölgesi*, Sonuç raporu, 2000.

TÜBİTAK-MAM-KÇE, *Kara Kökenli Kirleticilere İlişkin Ulusal Eylem Planı Hazırlanması Projesi* ([www.mam.gov.tr/kkkuep/tumuep\(tumkiyilar\)/.../marmaraciltII.pdf](http://www.mam.gov.tr/kkkuep/tumuep(tumkiyilar)/.../marmaraciltII.pdf) Erişim Tarihi: 26-05-2011).

Türkiye Çevre Vakfı (1999). *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Ankara.

Türkiye Çevre Atlası (2004). (www2.cedgm.gov.tr/dosya/cevreatlasi/su.pdf. Erişim tarihi: 5-3-2008).

Türk Çevre Mevzuatı. (1992). Türkiye Çevre Vakfı Yayını, , Ankara.

Türk Çevre Mevzuatı Envanteri. (Çevre.Kosgeb.Gov.Tr/. Erişim Tarihi: 12-07-2011).

Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Türkiye Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu (2008) (www.wwf.org.tr/.../WWF_Turkiye_Ramsar_Alanlari_Degerlendirme_Raporu. Erişim Tarihi: 06-05-2011).

Türkiye, Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu (2008). (www.wwf.org.tr/. Erişim Tarihi 12-5-2011).

TMMOB Su Politikaları Kongresi. *Türkiye'de Su Kaynakları Potansiyeli: Kullanımı, Sorunları ve Çözüm Önerileri* (R Kanber-e-kutuphane.imo.org.tr. Erişim tarihi: 19- 03-2011).

TÜSİAD (2002) “Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Çevre”, Türkiye İş Adamları Derneği, Yayın No. TÜSİAD-T/2002-9/331,

Uyanık, E. *Tekel Kaldırım Tuzlası*, Ş. Koçhisar, Ankara (maden.org.tr. Erişim Tarihi: 04-06-2011).

Van Gölü Havzası Koruma Eylem Planı (2008).

Van İli Çevre Durum Raporu (2007). (www2.cedgm.gov.tr/ Erişim Tarihi.2-3-2008).

Yücel, S. (2002). *Yeşilirmak Deltası ve Kıyı Şeridinde Kirlilik Araştırması ve Kirliliğin Biyolojik Canlılar Üzerinde Etkilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

<http://ekutup.dpt.gov.tr/tarim/gosterge/2008.pdf> Erişim tarihi: 19-04-2011.

www.fao.org, Erişim tarihi: 28.01.2011

www.tugem.gov.tr/tugemweb/gubre_uretim.html Erişim tarihi: 13-02-2011

www.cec.org, www.bayindirlik.gov.tr. Erişim tarihi: 3-8-2010.