

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>



TOPOGRAFYALAR III: KIYI, KARST VE VOLKAN TOPOGRAFYALARI

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI

PROF. DR. DENİZ EKİNCİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI



TOPOGRAFYALAR III: KIYI, KARST VE VOLKAN TOPOGRAFYALARI

Prof. Dr. DENİZ EKİNCİ

ÖNSÖZ

Yerkabuğu üzerinde ve kısmen de içinde iç ve dış etmen ve süreçler tarafından oluşturulan yer şekillerini tasvir etmek, onların oluşum ve gelişimleri ile coğrafi dağılışlarını nedenleriyle birlikte ortaya koymak jeomorfoloji biliminin temel amacıdır. Yerşekillerinin tanımlanması, tasvir edilmesi, kantitatif ve kalitatif olarak değerlendirilmesi, sınıflandırılması, dağılışlarının ortaya konulması, onların oluşum ve gelişimlerinde etkili olan etmen ve süreçlerin belirlenmesi, oluşum ve gelişim safhalarının saptanması bu bakımdan jeomorfolojinin en temel konuları olarak ifade edilebilir.

Yeryuvarının uzun jeolojik tarihçesi boyunca atmosfer koşullarına bağlı olarak farklı iklim bölgelerinde, farklı aşındırma etmen ve süreçleri hâkim olmuştur. Bu bölgeler kendilerini aşındıran farklı aşındırma etmen ve süreçlerine bağlı olarak yerşekli bakımından değişik görünüm kazanmıştır. Nemli bölgelerde akarsular, kurak bölgelerde rüzgârlar, soğuk iklim bölgelerinde buzullar faaliyetlerini sürdürmüştür. Bununla birlikte yer yer aynı bölgede farklı etmen ve süreçler değişik zamanlarda rol oynayarak polijenik topografyaların oluşmasına imkân vermiştir.

Genel olarak son 10.000 yılda insanla tanışan ve yaklaşık 4,6 milyon yılı geride bırakan yeryuvarı, bu uzun kronolojisi boyunca kıvrılma, kırılma gibi tektonik hareketler, magma çıkışlarına sahne olan volkanik faaliyetler, iklimde ısınma ve soğumalar ile bunların ortaya çıkardığı iklimik koşulları doğal süreçler olarak yaşamış ve yaşamaktadır. Dolayısıyla yerşekillerinin oluşum ve gelişimleri hâlâ aktif olarak devam etmektedir. Yerşekillerinin oluşum ve gelişimlerinde çok çeşitli etmen ve süreçler rol oynamaktadır. Bilindiği gibi bunların bir kısmı faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi yeryuvarın iç kısmından, magmadan alan iç etmen ve süreçler, diğer bir kısmı ise faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi Güneş'ten alan dış etmen ve süreçler olarak bilinmektedir.

Bu dersimiz ise farklı iklim bölgelerinde de görülebilecek kıyı, karst ve volkan topografyalarının konularını kapsamaktadır. Kıyı, karst ve volkan topografyalarının öğretilmesini amaçlayan ders için ise “Topografyalar III: Kıyı, Karst ve Volkan Topografyaları” adlı ders notlarımız ortaya konulmuştur. Coğrafya bilimi lisans düzeyindeki öğrencilerimiz için hazırlanan bu çalışma; öğrenci dostu olmanın bir gereği olarak kısa, açık, basit ve öğretmeyi amaçlayan bir ders kitabı olarak hazırlanmıştır. Kitaptaki bilgilerin kaynaktaki su gibi berrak, öz ve anlaşılır olmasına özen gösterilmiştir. Kitabın Coğrafya öğrencilerimiz için topografyalar konularında merak uyandırması ve bu disiplini aşkla sevmeleri dileklerimle.

Deniz EKİNCİ
İstanbul, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
YAZAR NOTU	VII
1. KIYI TOPOGRAFYASI: KAVRAMLAR	1
1.1. Jeomorfolojik Bakımdan Kıyı ile İlgili Tanımlar	7
1.2. Yasalar Bakımdan Kıyı ile İlgili Tanımlar.....	9
2. KIYILARIN ŞEKİLLENMESİNDE ETKİLİ OLAN ETMEN VE SÜREÇLER.....	20
2.1. Tektonik ve Litolojik Yapı.....	26
2.2. İç Etmen ve Süreçler	26
2.3. Dış Etmen ve Süreçler.....	26
2.4. Zaman.....	28
2.5. Kıyı Bölgesinin Jeomorfolojik Özellikleri.....	29
3. KIYILARDA AŞINDIRMA YERŞEKİLLERİ.....	35
3.1. Falez veya Yalıyar.....	41
3.2. Dalga Aşındırma Düzlüğü veya Abrazyon Platformu	44
3.3. Asılı Vadi	46
3.4. Biyoerozyon Şekilleri.....	47
4. KIYILARDA BİRİKTİRME YER ŞEKİLLERİ	54
4.1. Birikim Düzlüğü veya Birikim Platformu.....	60
4.2. Plaj.....	61
4.3. Kıyı Oku.....	62
4.4. Kıyı Kordonu veya Koy Seti.....	64
4.5. Tombolo	66
4.6. Delta	70

4.7. Resif	73
4.8. Kıyı Kumulları	77
4.9. Kıyı (Yalı) Taşları	78
5. KIYI TOPOGRAFYASININ GELİŞİMİ	88
5.1. Dik Profilli Derin (Yüksek) Kıyılarda Gelişim	95
5.2. Yatık Profilli Sığ (Alçak) Kıyılarda Gelişim	98
6. KIYI MORFOLOJİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ KESİNTİLER VE KARIŞIKLIKLAR	109
6.1. Deniz Seviyesi Değişimleri	116
6.2. Küresel İklim Değişimleri Olgusu	116
6.3. Küresel İklim Değişimlerinin Olası Sonuçları ve Kıyılar Üzerindeki Etkileri	122
6.4. Olası Güncel Deniz Seviyesi Değişimlerinin Ölçüsü	132
7. KIYI TİPLERİ	143
7.1. Fiyordlu Kıyılar	150
7.2. Skayerli Kıyılar	152
7.3. Rialı Kıyılar	153
7.4. Haliçli ve Limanlı Kıyılar	156
7.5. Kalanklı Kıyılar	157
7.6. Setli veya Lidolu Kıyılar	158
7.7. Dalmaçya Tipi Kıyılar	159
7.8. Sürempoze Kıyılar	161
7.9. Volkanik Kıyılar	161
7.10. Mercan Kıyıları	162
7.11. Alüvyal Birikim Kıyıları	163
7.12. Tektonik Kıyılar	163
8. KARST TOPOGRAFYASI: GENEL ÖZELLİKLER	171

8.1. Kayaçların Yerşekillerinin Oluşum ve Gelişim Üzerindeki Etkileri.....	177
8.2. Karstlaşma Üzerinde Etkili Olan Faktörler	183
8.2.1. Kayaç Cinsi	184
8.2.2. İklim	185
8.2.3. Tabakalanma Özellikleri	188
8.2.4. Jeomorfolojik Özellikler	189
8.2.5. Zaman.....	191
9. KARSTİK YERŞEKİLLERİ	199
9.1. Lapyra.....	206
9.2. Dolin.....	210
9.3. Uvala	213
9.4. Polye.....	214
9.5. Obruk.....	217
9.6. Düden	218
9.7. Mağara.....	219
9.8. Kör ve Kuru Vadi.....	220
9.9. Çıkmaz Vadi.....	221
9.10. Doğal Tünel ve Köprü.....	221
9.11. Traverten ve Karstik Birikim Şekilleri.....	222
9.12. Sarkıt	223
9.13. Dikit.....	224
9.14. Damlatası Sütunu	224
9.15. Traverten Taraçası.....	224
9.16. Traverten Konisi.....	225
9.17. Traverten Seti ve Traverten Seti Gölü.....	225

9.18. Yumru.....	226
9.19. Birikme Filonu	226
9.20. Kalker Kabuk	226
10. KARSTİK SAHALARDA JEOMORFOLOJİK GELİŞİM	235
10.1. Döngünün Gençlik Devresi.....	243
10.2. Döngünün Olgunluk Devresi.....	244
10.3. Döngünün İhtiyarlık Devresi	245
11. VOLKAN TOPOGRAFYASI: GENEL ÖZELLİKLER.....	252
11.1. Volkanizma Sırasında Yeryüzüne Ulaşan Maddeler	259
11.2. Magmanın Soğuyarak Katılaşması ile Oluşan Kayaçlar.....	262
11.3. Volkanizma ve Volkan Tipleri.....	264
11.3.1. Havai Tipi Volkanizma	265
11.3.2. Stromboli Tipi Volkanizma.....	266
11.3.3. Vulkano Tipi Volkanizma.....	266
11.3.4. Pele Tipi Volkanizma.....	266
11.4. Volkan Topografyasının Morfolojik Özelliklerini Şekillendiren Temel Faktörler.....	266
12. VOLKANİK YERŞEKİLLERİ.....	274
12.1. Volkanlar.....	280
12.2. Krater, Kaldera ve Sommalar.....	283
12.3. Maar ve Dietremalar.....	287
12.4. Volkanik Domlar ve Kuleler	289
12.5. Lav Akıntıları ve Lav Örtüleri	291
13. VOLKAN TOPOGRAFYASINDA VOLKANİK YAPILAR ÜZERİNDE AŞINIM ŞEKİLLERİ.....	304
13.1. Barrancos ve Planez	310
13.2. Aşınım Kalderası.....	311

13.3. Lahar ve Çamur Akıntıları	312
13.4. Neck, Dayk ve Volkan İskeleti	313
13.5. Platolar, Kornişli Vadiler ve Mesalar.....	314
13.6. Tersleşmiş Rölyef.....	315
14. PSÖDOVOLKANİK ŞEKİLLER İLE VOLKANLARIN DAĞILIŞI	323
14.1. Psödovolkanik Şekiller.....	329
14.1.1. Çamur Volkanları.....	329
14.1.2. Meteorit Kraterleri.....	330
14.1.3. Bomba ve Mayın Çukurları.....	330
14.1.4. Tuz Tıkaçları	331
14.2. Volkanların Yeryüzündeki Dağılışı	331
KAYNAKÇA	339

YAZAR NOTU

Topografyalar III: Kıyı, Karst ve Volkan Topografyaları belirtilen sahalardaki rölyefi detaylandırarak yerşekillerini, onların oluşum ve gelişimlerini ele almaktadır. Çalışmada görsel öğelere ağırlık verilmiş, fotoğraflar ve blokdiagramlar ile zenginleştirilmiştir.

Topografyalar III: Kıyı, Karst ve Volkan Topografyaları, her bölümü öğrenci dostu ve pedagojik bir yaklaşımla ele alınan beş kısımdan oluşmaktadır.

Birinci kısım *bölüm girişi*dir. Bölüm girişi bir iç kapak sayfası ile başlar ve devamında *bölüm numarası ve ismi, Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz, Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular, Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri, Bölümün Anahtar Kavramları* ve gerekli ise Açıklamaları gibi *bölüm hazırlık öğelerinden* oluşur.

İkinci kısım akademik olarak ders kazanımlarına uygun bir şekilde düzenlenen konu yapısından ibaret *bölüm metnidir*.

Üçüncü kısım bir dersin bölümleri içindeki konuya ait aktarılan veya araştırılacak bilgileri öğrencinin kendi kendine çalışabilmesini yönlendiren *bölüm uygulamalarıdır*. Bu kısım, Uygulamalar ve Uygulama Soruları'ndan oluşur. Uygulamalar öğrenciye aktarılan bir bilginin tekrarlanmasını amaçlayan soru veya yönlendirici metinler ile aktarılan bilgiyi tamamlayıcı araştırma konularından oluşmaktadır. Öğrenciye uygulama yaptırmak için bulması gereken hedefler, yapması gereken aktiviteler, tekrar etmesi gereken öğrenme oyunları, tekrar etmesi gereken metinler veya başka kaynaklar veya metinde yer almayan ve kendi çıkarımlarını sağlaması gereken sorular sorulmuştur. Bu uygulama yerine getirildikten sonra öğrencinin Uygulama Soruları ile kendini sınaması sağlanmıştır. Uygulamanın tamamlanmasının ardından uygulama kazanımlarını ölçmek amacıyla hazırlanan Uygulama Soruları genelde açık uçlu sorulardan oluşmaktadır ve uygulama kazanımını öğrencinin değerlendirmesine yönelik hedefi araştırılan sorular şeklindedir.

Dördüncü kısım olan *Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti* ile de bölüm konusu bitirildikten sonra bölüm sonunda net ve kısa cümlelerle bölümde değinilen konular bölüm hedeflerinde beklenen öğrenci kazanımlarına göre ele alınmış ve bölümde öncelikli konular bu kısımda vurgulanmıştır.

Beşinci kısım *Bölüm Soruları* 'ndan ibarettir, her bölüm sonunda o bölümde bahsedilen konuları kapsayacak şekilde hazırlanan 10 adet yoklama vardır. Sorulara ait cevaplar, tüm sorular bittikten sonra *Cevaplar* ara başlığı ile yatay olarak sorulardan sonra verilmiştir.

Lisans düzeyinde verilen bu konular hakkında daha fazla bilgi edinmek isteyenler kitap sonunda yer alan *kaynaklardan* ve diğer elektronik veri tabanlarından faydalanabilirler.

1. KIYI TOPOGRAFYASI: KAVRAMLAR

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu derste kıyı hakkında genel bilgiler verilecektir. Kıyı hakkındaki tanımlar ve kavramlar ortaya konulacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Kıyı bölgesinin siyasi coğrafyaya etkileri söz konusu olabilir mi?
2. Kıyılarda ne gibi ekolojik sorunlar yaşanabilir?
3. Kıyı bölgeleri nerelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyı Topografyası: Kavramlar	Kıyı bölgesi hakkında jeomorfolojik ve yasal mevzuata göre kavramlar ve kıyı bölgesi öğrenilir.	Kıyı Topografyası hakkındaki kavramlar açıklanır. Blokdiagramlar üzerinden örnekler verilir.

Anahtar Kavramlar

- Kıyı
- Kıyı Bölgesi
- Kıyı Şeridi
- Ön Kıyı
- Ard Kıyı
- Sahil Şeridi
- Yüksek Kıyı
- Alçak Kıyı
- Plaj
- Kıyı Kenar Çizgisi
- Kıta Sahanlığı

Giriş

Kıyı topografyasına ait yer şekillerini, kıyının var olduğu her bölgede ve dolayısıyla her iklim altında görmek mümkündür. Bu nedenle kıyı topografyası iklime bağlı olarak meydana gelen, her biri kendine has iklim özellikleri olan ve dolayısıyla bu iklim özelliklerine bağlı olarak gelişmiş kurak, yarı kurak, glasyal ve periglasyal veya flüvyal morfejenetik bölgelerden farklı olarak sadece bir iklime bağlı olmadan meydana gelmektedir. Okyanus, deniz ve göl kıyıları esas olarak aynı etken ve süreçler tarafından işlenir. Bununla beraber arada bazı farklar da yok değildir.

Deniz kıyıları genellikle daha çeşitli kıyı tiplerine sahip bulunur. Zaman süreci içerisinde daha hızlı gelişir ve döngü aşamalarını daha hızlı yaşar. Okyanuslarda büyük etkinlik derecelerine ulaşan metcezir olayı, büyük göllerde dahi morfolojik bir rol oynayamayacak kadar ehemmiyetsizdir.

Mercanlar da yalnız belirli şartları arz eden deniz kıyılarında yaşar, göllerde mevcut değildir. Dalga enerjisi açık deniz kıyılarında çok fazladır ve bu sebepten burada kıyı gelişimi daha süratlidir. Östatik hareketlerin tesiri ancak deniz kıyıları için söz konusudur. Buna mukabil, plüvial seviye değişimleri yalnız gölleri ilgilendirir.

Fakat bütün bu gibi farklara rağmen şekillenmenin esas mekanizması gerek deniz gerekse göl kıyıları için aynıdır ve bu sebepten dolayı morfolojide göller ve denizler arasında sınıflandırma yapmadan sadece kıyı topografyasından söz edilir.

1.1. Jeomorfolojik Bakımdan Kıyı ile İlgili Tanımlar

Kıyı morfolojisine geçmeden önce kıyıyla ilgili birtakım tanım ve kavramlar açıklığa kavuşturulacaktır. Kara ile denizin temas sahasında karadan denize doğru şeritler hâlinde yer alan bazı kısımlar aşağıdaki gibidir.



Şekil 1.1: Kıyı ve Çevresi

Kıyı: Önünde dalga aşındırması düzlüğü (abrazyon platformu) olan aktif falezli kıyılarda, deniz sularının (veya göl sularının) en alçak oldukları zaman çekildikleri sınır ile falezlerin kaidesi arasında kalan şeride denir.

Kumluk, çakıllık, taşlık, kayalık, sazlık ve bataklık alanların kara tarafında sona erdiği sınır çizgisi, kıyıların derinliğini belirlediğinden kıyılar genel görünümüne göre *alçak kıyılar* ve *yüksek kıyılar* olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

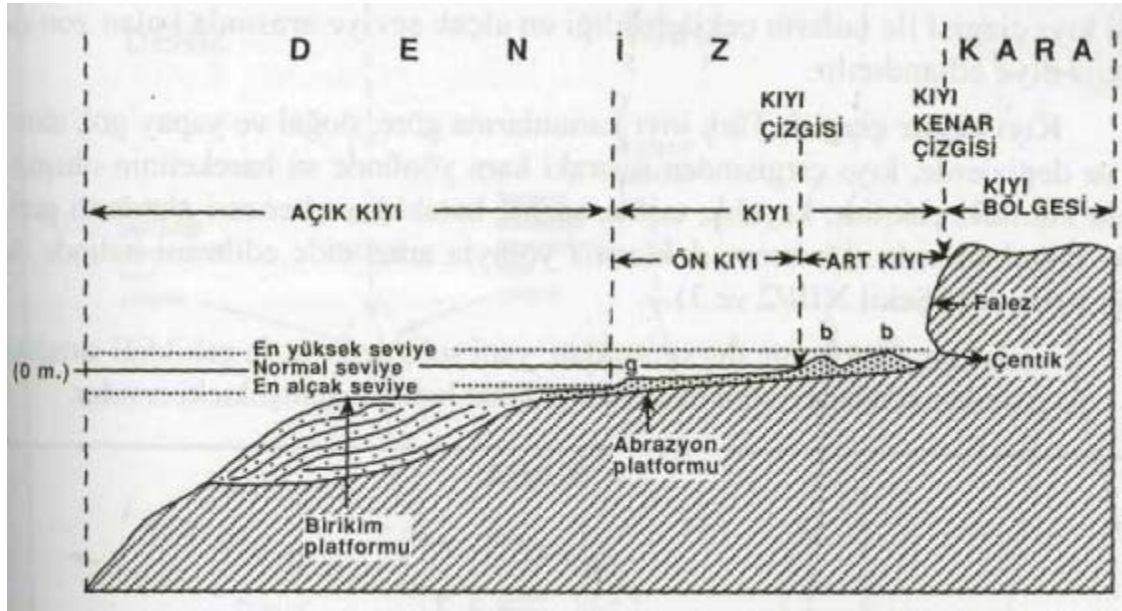
Yüksek Kıyı: Plajı olmayan, genellikle falezle sonlanan ve kıyı ile kıyı kenar çizgisinin karşılaştığı kıyılardır. Bu kıyılarda oluşan falezler, dalga ve akıntıların yapmış oldukları aşındırma faaliyetleri sonucunda meydana gelen ve ana kayanın cinsine ve tektonik yapıya göre 100 metre kadar yükseltiye ulaşabilen dikliklerdedir.

Alçak Kıyı: Kıyı çizgisinden sonra da devam eden, su hareketlerinin oluşturduğu plaj, hareketli ve sabit kumulları da içeren kıyı kordonu, lagün gölü, lagün alanları, sazlık, bataklık ile kumluk, çakıllık, taşlık ve kayalık alanları içeren kıyılardır.

Kıyı Çizgisi: Herhangi bir anda kara ile denizi ayıran sınıra kıyı çizgisi denir (Şekil 1.2). Herhangi bir anda kara ile denizi ayıran kıyı çizgisi sabit değildir.

Gelgit olaylarına, sürekli rüzgârlara ve göllerde ses olayına bağlı olarak ileri geri yer değiştirir. Sürekli met seviyesi esnasında kıyı çizgisinin bulunduğu mevki, normal kabul edilir fakat bazen bilhassa ekinokslar esnasında şiddetlenen metcezir olayları esnasında veya karaya doğru esen şiddetli ve devamlı rüzgârların tesiri altında sular, bu sınırın daha yukarısına kadar

yükselebilir. Yer değiştirme miktarı, deniz seviyesinde meydana gelen oynamaların genliğine ve kıyı profiline göre değişir. Yüksek falezli kıyılarda önemsiz olduğu hâlde kıyı ovaları gibi alçak kıyılarda büyük boyutlara ulaşabilir.



Şekil 1.2: Yüksek Bir Kıyının Başlıca Kısımları

Kıyı çizgisinin deniz tarafına çekilerek oluşturduğu çizgi, *alçak deniz seviyesi kıyı çizgisi* ve denizin kara tarafına ilerlemesi ile oluşan sınır çizgisi ise *yüksek deniz seviyesi kıyı çizgisi* olarak ifade edilmektedir. Ülkemizde yürürlükte olan Kıyı Kanunu ve kanunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasına dair olan 3830 numaralı uygulama yönetmeliğine göre ise kıyı çizgisi; deniz, göl ve akarsularda, suyun taşkın durumları dışında, kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan ve meteorolojik olaylara göre değişen doğal çizgidir. Kıyı da iki kısma ayrılmaktadır. Bunlar:

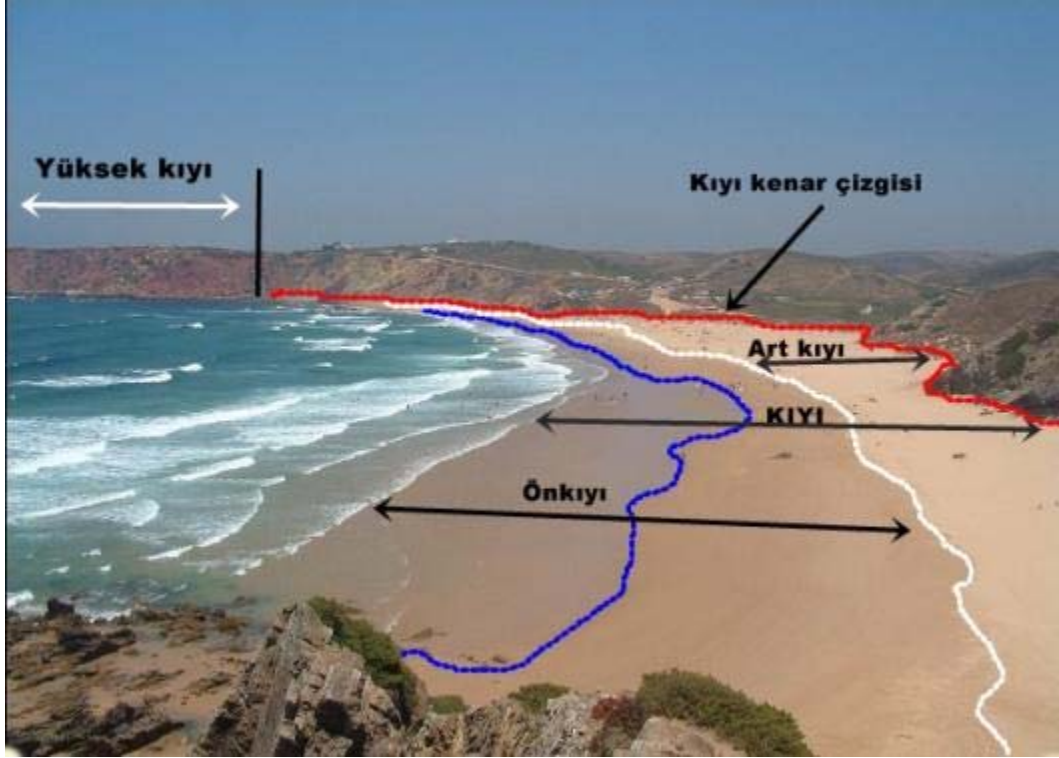
Ön Kıyı: Suların normal seviyede bulunduğu zamandaki kıyı çizgisi ile en alçak seviyede bulunduğu zamandaki kıyı çizgisi arasında kalan kıyı kısmıdır.

Arka veya Art Kıyı: Suların normal seviyede bulunduğu zamanki kıyı çizgisi ile yüksek seviyede bulunduğu zamanki kıyı çizgisi veya falezlerin cephesi arasında kalan kıyı kısmıdır.

Kıyı Bölgesi: Falezlerin cephesinden veya yüksek kıyı çizgisinden itibaren karanın içine doğru uzanan ve genişliği yerden yere değişen sahadır. Denizin bugünkü seviyesine göre dalgalar bu kısma erişemezler.

Taban seviyesi ovalarının ve delta ovalarının kıyıları gibi alçak kıyılarda ise kıyının kara tarafındaki sınırını, yüksek deniz seviyesinin ötesinde, fırtınalı zamanlardaki dalgalar ve bunların yayılmalarıyla oluşan suların ulaştıkları noktaları birleştiren çizgi meydana getirir. Bu kıyı şeridinde plaj sahası, lagünler, bataklıklar, kıyı setleri, kıyı kumulları vb. yer alır.

Kıyı bölgesi, karanın deniz suları altında kalan bölümü ile denizin etkilediği kara tarafı ve karanın etkilediği deniz tarafındaki alan olarak bilinmektedir. Falezlerin gerisinden başlayıp karanın içerisine doğru uzanan ve genişliği belli olmayan bir zon olarak tanımlanmıştır. Bu alan; lagün, körfez ve düzlük gibi denizden uzak olan alanları kapsadığı gibi sahil hattı ve plajları da içine almaktadır. Başka bir ifadeyle bu alan, kara ve deniz arasındaki geçiş bölgesidir (Fotoğraf 1.1).

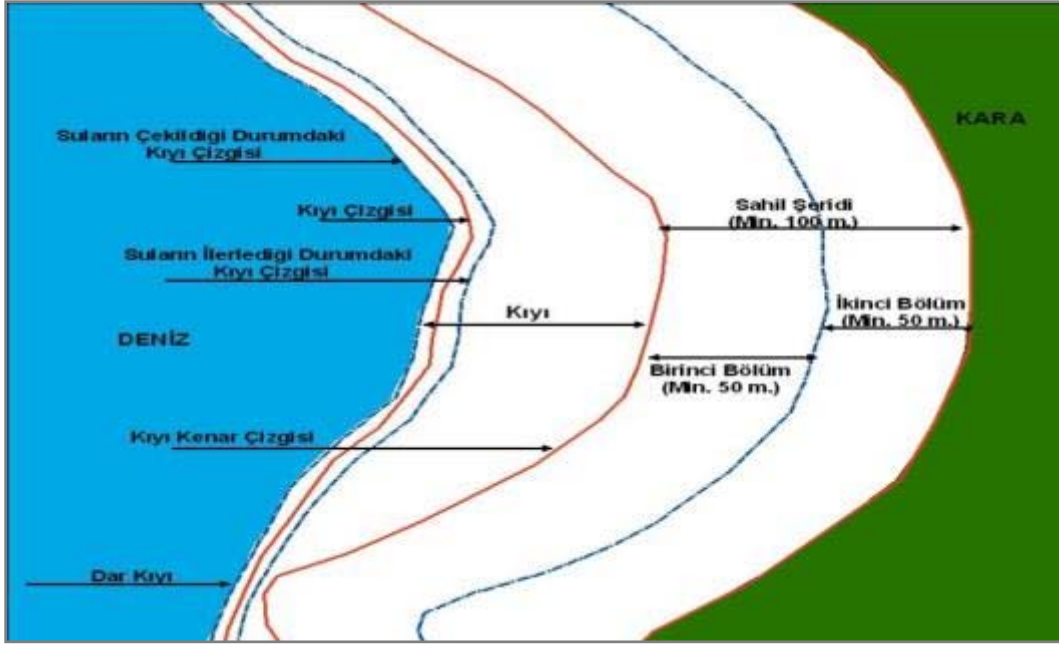


Fotoğraf 1.1: Kıyı Bölgesi

Açık Kıyı: Ön kıyının dış sınırından -diğer bir ifade ile suların en fazla çekildiği sıradaki kıyı çizgisinden- açıklara doğru uzanan sığ fakat sınırı belli olmayan genişlikteki zondur.

1.2. Yasalar Bakımdan Kıyı ile İlgili Tanımlar

17 Nisan 1990 tarihinde yürürlüğe giren 3621 sayılı Kıyı Kanunu ve bunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasını içeren 3830 sayılı uygulama yönetmeliğine göre de bazı yaklaşımlar ve sınıflandırmalar söz konusudur (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: 17 Nisan 1990 Tarih ve 3621 Sayılı, 11 Temmuz 1992 Tarih ve 3830 Sayılı Değişiklik RG: 30 Mart 1994, 21890 Kanunlara Göre Kıyı ile İlgili Tanımlar

Kıyı: Deniz, göl ve akarsuların kıyı çizgisi boyunca devam eden kumluk, çakıllık, taşlık ve bataklık alanlarının kara yönündeki doğal çizgisi arasında kalan alan olarak tanımlanmaktadır.

Sahil (Plaj): Dalga hareketlerine bağlı olarak suların en fazla yükseldiği dönem ile en çok çekildiği dönem arasında kumların yayıldığı bölgeye *sahil* (plaj) adı verilir. Sahiller sabit zonlar olmakla birlikte genişlikleri jeolojik yapıya göre değişebilmektedir.

Sahil Şeridi: 13 Ekim 1992 tarihinde 21374 numaralı Resmi Gazete’de yayınlanan Kıyı Kanunu ve uygulama yönetmeliğine göre deniz, tabii ve suni göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönündeki yatay olarak en az 100 metre genişliğindeki alandır. Bu bölüm, sahil şeridinin birinci bölümü ve ikinci bölümü olmak üzere iki bölümden oluşur. Kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönündeki ilk 50 metrelik kısım, sahil şeridinin birinci bölümü olarak adlandırılır. Sahil şeridinin birinci bölümünden sonra kara yönünde devam eden ikinci 50 metrelik bölüm ise sahil şeridinin ikinci bölümüdür. Bu bölüm aynı zamanda toplumun yararlanmasına açık olması gereken alandır.

Kıyı Kenar Çizgisi: Denizsel koşulların etkisi altındaki alan ile karasal koşulların etkisi altındaki alanı birbirinden ayıran ve karasal kıyı olarak tanımlanan alanın kara yönündeki doğal sınırı (karasal kıyı kenar çizgisi) ile kıyı dinamiklerinin etkilerinin deniz tabanında tamamen ortadan kaybolduğu deniz tarafındaki sınır (denizel kıyı kenar çizgisi) arasında kalan çizgidir.

Karasal kıyı kenar çizgisi, aynı zamanda korunması gereken doğal kaynak niteliğindeki kıyının kara yönündeki sınırını belirlediği gibi yerleşimin ve özel mülkiyetin deniz yönündeki sınırını da temsil etmektedir.

17 Nisan 1990 tarihli ve 20495 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Kıyı Kanunu ve uygulama yönetmeliğine göre deniz, doğal ve yapay göl ile akarsuların alçak basık kıyı özelliği gösteren kesimlerinde, kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu (ön kıyı) kumsal ve kıyı kumullarından oluşan kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların (art kıyı) doğal sınırırır.

Arazinin eğim, yükselti, yarılma derecesi vb. jeomorfolojik özellikleri, kıyının kara tarafındaki sınırını belirleyen önemli faktörler olduğundan kıyı kenar çizgisi ile kıyı çizgisi paralel olarak birbiriniz izlemez.

Kıta Sahanlığı: Kıyılar, kıtaların sona erdiği bir sınır olmadığından kıtalar deniz altında da bir noktaya kadar devam etmektedir. Jeolojik ve jeomorfolojik anlamda kıta sahanlığı, genellikle kıtanın açık derin deniz diplerine kadar uzanan su altında kalmış doğal uzanım bölümlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. *Kıta şelfi*, *kıta düzü*, *kıta eşiğı* olarak da bilinen kıta sahanlığı, farklı derinliklere ve çukurlara sahip olmakla birlikte genel eğimi 1/8 derece ile 3 derece arasında değişmektedir. Genişliğı ise 1-1000 km arasındadır. Dış sınırının su derinliğı, yeryüzü ortalamasına göre 130 m olan fakat genellikle kıtanın deniz altında 200 m derinliğe kadar uzanan doğal parçasıdır.

Uygulamalar

1. Kıyıya sahip olan bir hava fotoğrafı üzerinde kıyıları inceleyiniz.
2. Bir fiziki coğrafya haritası üzerinden kıyı bölgelerini inceleyiniz.
3. 17 Nisan 1990 tarihli ve 20495 sayılı Resmi Gazete'yi inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. Sahada kıyılar yüksek mi alçak mı?
2. Kıyının rengi hangi renkle gösterilmiştir?
3. Kıyı hakkındaki yasal düzenlemeyi okuma imkânınız oldu mu?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yeryuvarın uzun jeolojik tarihçesi boyunca atmosfer koşullarına bağlı olarak farklı iklim bölgelerinde farklı aşındırma etmen ve süreçleri hâkim olmuştur. Bu bölgeler kendilerini aşındıran farklı aşındırma etmen ve süreçlerine bağlı olarak yerşekli bakımından değişik görünüm kazanmıştır. Nemli bölgelerde akarsular, kurak bölgelerde rüzgârlar, soğuk iklim bölgelerinde buzullar faaliyetlerini sürdürmüştür. Bununla birlikte yer yer aynı bölgede farklı etmen ve süreçler değişik zamanlarda rol oynayarak polijenik topografyaların oluşmasına imkân vermiştir.

Genel olarak son 10.000 yılda insanla tanışan ve yaklaşık 4,6 milyon yılı geride bırakan yeryuvarı; bu uzun kronolojisi boyunca kıvrılma, kırılma gibi tektonik hareketler, magma çıkışlarına sahne olan volkanik faaliyetler, iklimde ısınma ve soğumalar ile bunların ortaya çıkardığı iklimik koşulları doğal süreçler olarak yaşamış ve yaşamaktadır. Dolayısıyla yerşekillerinin oluşum ve gelişimleri hâlâ aktif olarak devam etmektedir.

Yerşekillerinin oluşum ve gelişimlerinde çok çeşitli etmen ve süreçler rol oynamaktadır. Bilindiği gibi bunların bir kısmı faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi yeryuvarın iç kısmından, magmadan alan iç etmen ve süreçler, diğer bir kısmı ise faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi Güneş'ten alan dış etmen ve süreçler olarak bilinmektedir.

Kuvvet kaynağını yeryuvarın iç kısımlarından almayan fiziksel parçalanma, kimyasal ayrışma, yeraltı suları, akarsular ve seyelan, buzullar, dalgalar ve akıntılar, rüzgâr ile canlılar (bitkiler, hayvanlar ve insanlar) gibi dış etkenler ve dış süreçlerin esas özelliği, iç etkenler ve süreçlerle meydana gelen şekilleri aşındırıp düzleştirmeye çalışmalarıdır. Dış etkenlerin topografya üzerindeki etkileri belli süreçler yoluyla olur. Kayaçların ısı farkları ve donma, çözülme ile ufalanması, kimyasal bileşimlerinin değişikliğe uğraması sonucunda unsurları arasındaki bağın gevşemesi, toprakların oluşumu statik süreçlerdir. Diğer ise mobil süreçler olup bunlar parçalanmış unsurları taşır ve biriktirir.

Bu süreçlere bağlı olarak kayaçlar parçalanır, parçalanmış malzeme dış etkenler tarafından farklı bir lokasyona taşınır, taşınmış malzeme terk edilir, birikim meydana gelir.

Kayaçların mekanik parçalanması, kimyasal olarak ayrışması dolayısıyla çözülmesi; çözülen unsurların taşınması ve biriktirilmesi, kütle hareketleri, erozyon başlıca süreçlerdir. Bu süreçleri gerçekleştiren etkenler ise akarsular, yeraltı suları, seyelanlar, rüzgâr, dalgalar ve akıntılar, buzullar, gelgit ve canlılardır (organik etkenler).

İç etmen ve süreçlerin oluşturduğu yerşekillerini aşındırarak ortadan kaldırmaya ve yer aldıkları sahalara alçaltıp düzleştirmeye çalışan bu aşındırma etmen ve süreçlerinin yerkabuğu ve dolayısıyla onun malzemesi üzerindeki etkileri, birbirinden farklı olarak meydana gelir. Diğer bir ifade ile belirtilen dış etmen ve süreçlerin hepsinin yeryüzünde etkin olmadığı, etkin

etmen ve süreçlerin ise farklı derecelerde olduğu söylenebilir. İklim yerçekillerinin oluşum ve gelişiminde rol oynayan bir diğer etmendir. Yerçekilleri, çeşitli iklim bölgelerinde bu iklimlerin özelliklerine bağlı etmen ve süreçlere göre şekillenmektedir.

Bunlardan başka her iklim bölgesinde de görülebilecek şekiller mevcuttur. Bunlardan biri de kıyı bölgeleridir.

Kıyı topografyasına ait yer şekillerini, kıyının var olduğu her bölgede ve dolayısıyla her iklim altında görmek mümkündür. Bu nedenle kıyı topografyası iklime bağlı olarak meydana gelen, her biri kendine has iklim özellikleri olan ve dolayısıyla bu iklim özelliklerine bağlı olarak gelişmiş kurak, yarı kurak, glasyal ve periglasyal veya flüvyal morfejenetik bölgelerden farklı olarak sadece bir iklime bağlı olmadan meydana gelmektedir. Okyanus, deniz ve göl kıyıları esas olarak aynı etken ve süreçler tarafından işlenir. Bununla beraber arada bazı farklar da yok değildir.

Kıyılarda şekillenmenin esas mekanizması gerek deniz gerekse göl kıyıları için aynıdır ve bu sebepten dolayı morfolojide göller ve denizler arasında sınıflandırma yapmadan sadece kıyı topografyasından söz edilir.

Önünde dalga aşındırması düzlüğü (abrazyon platformu) olan aktif falezli kıyılarda, deniz sularının (veya göl sularının) en alçak oldukları zaman çekildikleri sınır ile falezlerin kaidesi arasında kalan şeride kıyı denir. Kumluk, çakıllık, taşlık, kayalık, sazlık ve bataklık alanların kara tarafında sona erdiği sınır çizgisi, kıyıların derinliğini belirlediğinden kıyıları genel görünümüne göre *alçak kıyılar* ve *yüksek kıyılar* olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Herhangi bir anda kara ile denizi ayıran sınıra kıyı çizgisi denir. Herhangi bir anda kara ile denizi ayıran kıyı çizgisi sabit değildir.

17 Nisan 1990 tarihinde yürürlüğe giren 3621 sayılı Kıyı Kanunu ve bunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasını içeren 3830 sayılı uygulama yönetmeliğine göre de bazı yaklaşımlar ve sınıflandırmalar söz konusudur.

Kıyı, deniz, göl ve akarsuların kıyı çizgisi boyunca devam eden kumluk, çakıllık, taşlık ve bataklık alanlarının kara yönündeki doğal çizgisi arasında kalan alan olarak tanımlanmaktadır. Dalga hareketlerine bağlı olarak suların en fazla yükseldiği dönem ile en çok çekildiği dönem arasında kumların yayıldığı bölgeye *sahil* (plaj) adı verilir. Sahiller sabit zonlar olmakla birlikte genişlikleri jeolojik yapıya göre değişebilmektedir.

Kıta sahanlığı ise kıyılar, kıtaların sona erdiği bir sınır olmadığından kıtalar, deniz altında da bir noktaya kadar devam etmektedir. Jeolojik ve jeomorfolojik anlamda kıta sahanlığı, genellikle kıtanın açık derin deniz diplerine kadar uzanan su altında kalmış doğal uzanım bölümlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. *Kıta şelfi*, *kıta düzü*, *kıta eğiği* olarak da bilinen kıta sahanlığı, farklı derinliklere ve çukurlara sahip olmakla birlikte, genel eğimi 1/8 derece ile 3 derece arasında değişmektedir. Genişliği ise 1-1000 km arasındadır. Dış sınırının

su derinliği, yeryüzü ortalamasına göre 130 m olan fakat genellikle kıtanın deniz altında 200 m derinliğe kadar uzanan doğal parçasıdır.

Bölüm Soruları

1) Kıyı topografyasına ait yer şekillerini kıyının var olduğu her bölgede ve dolayısıyla her iklim altında görmek mümkündür.

Yukarıdaki cümlede kıyı topografyaları hakkında hangi bilgi için farkındalık oluşturulmak istenmiş olabilir?

- a) Kıyı topografyasının monosiklik topografya olmadığı bilgisi
- b) Kıyı topografyasının polijenik topografya olmadığı bilgisi
- c) Kıyı topografyasının morfojenetik bölgelerden biri olmadığı bilgisi
- d) Kıyı topografyasının kıyılardaki yer şekilleri olduğu bilgisi
- e) Kıyı topografyasının monoklimatik bölgelerden biri olduğu bilgisi

2) Okyanus, deniz ve göl kıyıları esas olarak aynı etken ve süreçler tarafından işlenir. Bununla beraber arada bazı farklar da yok değildir. Aşağıdakilerden hangisi bu farklardan biri değildir?

a) Deniz kıyıları genellikle daha çeşitli kıyı tiplerine sahip bulunur. Zaman süreci içerisinde daha hızlı gelişir ve döngü aşamalarını daha hızlı yaşarlar.

b) Okyanuslarda büyük etkinlik derecelerine ulaşan metcezir olayı, büyük göllerde dahi morfolojik bir rol oynayamayacak kadar ehemmiyetsizdir.

c) Mercanlar da yalnız belirli şartları arz eden deniz kıyılarında yaşar, göllerde mevcut değildir. Dalga enerjisi, açık deniz kıyılarında çok fazladır ve bu sebepten burada kıyı gelişimi daha süratlidir.

d) Östatik hareketlerin tesiri ancak deniz kıyıları için söz konusudur. Buna mukabil plüviyal seviye değişimleri yalnız gölleri ilgilendirir.

e) Şekillenmenin esas mekanizması deniz ve göl kıyıları için aynı değildir.

3) Önünde dalga aşındırması düzlüğü (abrazyon platformu) olan aktif falezli kıyılarda deniz sularının (veya göl sularının) en alçak oldukları zaman çekildikleri sınır ile falezlerin kaidesi arasında kalan şerit aşağıdaki terimlerden hangisi ile ifade edilir?

- a) Kıyı
- b) Kıyı Bölgesi
- c) Ön Kıyı
- d) Arka Kıyı

e) Kıyı Çizgisi

4) Kıyılar, kıtaların sona erdiği bir sınır olmadığından, kıtalar deniz altında da bir noktaya kadar devam etmektedir. Jeolojik ve jeomorfolojik,ü genellikle kıtanın açık derin deniz diplerine kadar uzanan su altında kalmış doğal uzanım bölümleri hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

a) Kıyı

b) Ön Kıyı

c) Ard Kıyı

d) Falez

e) Kıta sahanlığı

5) Kıyı çizgisi sabit midir?

6) Türkiye’de kıyılarla ilgi yasal düzenlemeler mevcut mudur?

7) Kıyı bölgesini karanın içinde sınırlamak için ne gibi ölçütler mevcuttur?

8) Sahil şeridi neresidir?

9) Açık kıyı neresidir?

10) Ön kıyı neresidir?

Cevaplar

1) c, 2) e, 3)a, 4) e, (5-10 arasındaki soruların cevapları için metne ve kitabın sonundaki kaynakçaya bakınız.)

2. KİYİLARIN ŞEKİLLENMESİNDE ETKİLİ OLAN ETMEN VE SÜREÇLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyı şekillerinin oluşum ve gelişimlerini açıklayabilmek için çok çeşitli etken ve süreçleri dikkate almak gerekir. Açıkçası hiçbir topografya tipi, çok çeşitli etken ve süreçlerin tesirine bu kadar karışık bir şekilde bağlı değildir. Kıyı topografyası ve kıyı tipleri, iç ve dış etken ve süreçlerin mahiyetine ve bunların teşkil edebilecekleri çeşitli kombinasyonlara bağlı olarak çok çeşitli şekil ve tiplere sahip bulunur. Kıyı şekillenmesi ve netice itibariyle kıyı tiplerinin meydana gelişi üzerinde rol oynayan etmen ve süreçler bu derste ele alınacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Kıyı şekillenmesindeki başlıca etmen nedir?
2. Deniz seviyesi değişimleri kıyılar üzerinde nasıl etkili olur?
3. Farklı kayaç tipleri, kıyılarda farklı görüntüler ortaya çıkmasına nasıl etki eder?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyılarının şekillenmesinde etkili olan etmen ve süreçler	Kıyılarının şekillenmesinde etkili olan etmen ve süreçler olarak tektonik ve litolojik yapı; iç, dış etmen ve süreçler, zaman ve kıyı bölgesinin jeomorfolojik özellikleri kavramış olur.	Kıyılarının şekillenmesinde etkili olan etmen ve süreçler olarak tektonik ve litolojik yapı; iç, dış etmen ve süreçler, zaman ve kıyı bölgesinin jeomorfolojik özellikleri açıklanır, örnekler verilir.

Anahtar Kavramlar

- Tektonik
- Litolojik
- Yapı
- Dış etmen
- İç etmen
- Süreçler
- Zaman
- Kıyı
- Jeomorfoloji
- Taban seviyesi
- Kaide
- Abrazyon
- Korrazyon
- Korrozyon
- Atrisyon
- Boğulmuş kıyı
- Resif

Giriş

Kıyılar, kendilerini şekillendiren etmen ve süreçler sonucunda oluşan aşındırma ve biriktirme faaliyetleri ile belirginleşir. Kıyılar çok çeşitli etmen ve süreçlerin (amil ve vetirelerin) tesiri altında şekillenmiş ve şekillenmektedir. Hâlen yeryüzünde müşahade edilen asli kıyı tipleri, esas itibarıyla iki etkene bağlı olarak meydana gelmiştir: Bunlardan birincisi; taban (kaide) seviyesinin son pozitif hareketi, diğeri ise transgresyon neticesinde denizle temas hâline geçerek kıyı hâline dönüşen bölgenin jeomorfolojik özellikleridir.

Taban seviyesinin güncel sınırı transgresyon şeklinde tezahür ettiğine göre küresel sularla bağlantılı bütün kıyılar, -sınırlı bazı istisnalar haricinde- boğulmuş kıyılar grubuna girer. Bu ortak oluşum mekanizmasına rağmen yeryüzünde çeşitli kıyı tiplerinin görülmesi, sular altında kalan sahaların topografik hususiyetleri arasında büyük farkların mevcut olmasının bir neticesidir. Böylece kıyı hâline geçen sahanın morfolojik özelliklerinin asli kıyı tiplerinin meydana gelmesi bakımından en mühim ve kesin rolü oynamış olduğu ifade edilebilir.

Kıyı çizgisi, zaman süreci içerisinde daima aynı yerde kalmamış, bilakis zamanın akışı esnasında bazen karaya, bazen de denize doğru ilerlemiştir. Bu olayın jeomorfoloji bakımından büyük ehemmiyette sonuçları vardır. Buna göre bugünkü kıyı çizgisi, kara ile deniz arasında, nispeten çok yakın bir jeolojik mazide teessüs etmiş bir sınırdır. Bu sınırın daha yukarısında eski kıyı şekilleri mevcut olabileceği gibi bugün, deniz tarafından örtülmüş olan sahalarda da belirli bir derinliğe kadar eski kara şekillerine rastlanabilir.

2.1. Tektonik ve Litolojik Yapı

Kıyıyı teşkil eden tabakaların durumu veya tektonik yapı ile bu tabakaların litolojik özellikleri, kıyı şekli üzerinde gerek ana hatlarıyla, gerekse teferruatla derin tesirler icra eder. Örnek olarak tabakaların kıyı çizgisine paralel kıvrımlar hâlinde uzandıkları sahalarda, kıyı genellikle düz bir uzanış gösterir. Böyle bir sahada aynı dirençteki tabakalar, denizle uzun bir mesafe boyunca temas edeceğinden bu durum dalgalar tarafından çeşitli tabakalar arasında mevcut direnç farklarının belirtilmesine uygun değildir. Hâlbuki uzanış istikameti kıyıya dik olduğu veya kıyı ile bir açı teşkil ettiği takdirde dalgalar farklı direnç ve dayanımdaki tabaka başları ile temas eder ve kısa bir zamanda kıyıda, bazı kısımların daha fazla aşınması neticesinde girintili çıkıntılı bir şekil ortaya çıkar. Tabakaların denize doğru eğimli olduğu kıyılarda daha yatık profilili falezler meydana gelir ve kıyının tahribi, tabaka boyunca meydana gelen kaymalar vb. kütle hareketleri neticesinde ayrıca kolaylaştırılır. Buna karşılık tabakaların karaya doğru eğimli veya yatay olduğu kıyılar, daha dik falezlerin oluşmasına müsaittir. Yine kıyı bölgelerinin litolojik, stratigrafik ve tektonik yapıları, falezlerin geriletilme hızlarına etki yaptığı gibi, onların değişik şekiller almalarında da rol oynar

2.2. İç Etmen ve Süreçler

İç etmenlerin kıyı şekillenmesi üzerindeki etkileri iki yoldan olur: Öncelikli olarak kıyının asıl şeklini ve kıyı bölgesinin yapısını belirlemek sureti ile etki eder. Kıyının volkanik maddelerden oluşması, yatay veya faylı bir yapı göstermesi veya diskordant örtülü bir karakterde olması, şekillenmesi ve gelişimi üzerinde önemli rol oynar. İç etmenlerin diğer etkisi, taban seviyesinin mevkiinde değişikliklere sebep olarak kıyı şekillenmesinde oynamalara ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açmak sureti ile olur. Kıyı bölgesinin epirojenik hareketlerle yükselmesi ile kıyı taraçaları oluşur. Epirojenik olarak alçalması, bükülmesi veya meyillenmesi ise karalar yüzeyine ait şekillerin deniz altında kalmasına sebep olur.

2.3. Dış Etmen ve Süreçler

Karaların şekillenmesinde rol oynayan dış etkenler arasında dalgalar, akıntılar, metcezir hareketleri ve organizmaların faaliyeti üzerinde durulur fakat kıyıların şekli ve gelişimleri bu faktörlerle birlikte aynı zamanda çözülme, kütle hareketleri, sellenme, akarsular gibi diğer dış etken ve süreçlere de sıkı bir şekilde bağlıdır. Dalgalarla gerileyen bir falez dikliği, aynı zamanda bu etken ve süreçler tarafından da işlenir ve alçaltılır. Kıyılardaki birikim şekillerinin hiç değilse bir kısım malzemesi, akarsular tarafından denize sürüklenen enkazdan meydana gelmektedir. Bazı kıyılarda faaliyetlere rüzgâr da karışır ve kıyıda kumulların oluşmasına sebep olur. Kutup kıyılarında ve subpolar kıyılarda buz teşekkülü de önemli etkiler ortaya çıkartabilir.

Kıyı bölgelerindeki yer şekillerinin oluşum ve gelişimlerinde esas olarak dalgaların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin rolü görülür. Dalga aşındırması gerek su kütlesinin gerekse bu su kütlesiyle birlikte taşınan kum, çakıl, blok gibi unsurların kıyılara çarpması ve onları tahrip etmesi yoluyla gerçekleşir. Bu yollardan su kütlesinin doğrudan

yaptığı aşındırma etkisine hidrolik etki denir.

Yükün kıyılardaki aşındırma faaliyetlerine ise dar anlamda abrazyon veya korrazyon adı verilir. Bu tür aşındırma, dalgaların kırılma zonlarında yer alan ve yeterli miktarda detritik malzemenin bulunduğu kıyılarda büyük boyutlara erişir. Bu arada dalgalarla taşınan veya karadan koparılan unsurlar, birbirlerine ve zemine sürtünmek suretiyle ufalanma şeklinde bir parçalanmaya da maruz kalır. Bu ise atrisyon olayı olarak isimlendirilir. Ayrıca kalker gibi eriyebilen kayaçların yer aldığı kıyılarda deniz suyunun bu kayaçları çözmesi veya eritmesi yoluyla da bir aşındırma meydana gelebilir. Bu olay ise korrozyon olarak tanımlanır.

Dalgalar gerek kendilerinin karadan kopardıkları gerekse akarsular gibi aşındırma etmenleri tarafından karadan getirilen çeşitli boyutlardaki unsurları kıyı boyunca taşıyıp diğer ifade ile enkaz göçü ile biriktirerek birtakım biriktirme şekillerinin oluşmasına yol açar. Kıyı bölgelerindeki yer şekillerinin oluşum ve gelişimlerinde rol oynayan diğer etmenlere örnek olarak akıntılar, canlılar, rüzgâr, deniz buzları ve karasal etmenler gösterilebilir.

Kıyıların şekillenmesinde dalgalardan sonra en önemli etkiyi meydana getiren faktör ise akıntılardır. Kıyı akıntılarının esas rolü, dalgaların veya akarsuların temin ettikleri kum ve silt gibi ince unsurlu maddelerin taşınması ve bunların akıntının nakil gücünün zayıfladığı veya fiilen sona erdiği yerlerde biriktirmesidir. Örneğin akıntılar kıyılarda aşındırma faaliyetlerinde bulundukları gibi bol miktarda yük taşıyıp biriktirerek biriktirme şekillerinin oluşumlarına da olanak sağlarlar. New Foundland açıklarında yer alan Grand Bank, Labrador soğuk su akıntısıyla kuzeyden sürüklenen aysberglerin erimesi sonucu, içlerindeki detritik malzemenin birikimi sonucu meydana gelmiştir.

Kayalık kıyılarda uygun koşullarda canlılar (alg ve liken gibi bitkilerle bazı gastropoda ve lamellibranchiata türleri gibi hayvanlar) tarafından meydana getirilen çeşitli, küçük biyojenelik yer şekilleri görülmektedir. Deniz suyuyla sürekli ve/veya zaman zaman temas eden kaya yüzeylerinde yer alan bu şekillere örnek olarak sürtünme izleri, küçük delikler, havuzcuklar, çentikler gibi aşındırma (biyoerozyon) şekilleriyle kabuk gibi birikim şekilleri gösterilebilir.

Mercanlar çok küçük canlılardır ve muayyen şartlar altında koloniler kurmak sureti ile yaşadıkları ve bu koloniler bazen çok geliştiği için kıyılar üzerinde şekillendirici bir rol oynar. Mercanlar her kıyıda bulunmaz. Yaşayıp üreyebilmeleri için derinliğin 50-60 metreden daha fazla olmaması, su sıcaklığının hiçbir zaman 18 dereceden aşağıya düşmemesi, suyun bulanık olmaması gerekir. Bu şartlar ancak tropikal bölge denizlerinin bazı kısımlarında gerçekleşmiştir ve bu sebepten mercanların yayılış sahası da aynı şartlara bağlıdır. Deniz suyunun CaCO_3 bakımından zengin olması ve hafif akıntılarla sakin bir şekilde ve devamlı olarak değişmesi, mercan kolonilerinin gelişmelerini teşvik eden diğer şartlardır. Mercan adı verilen canlıların yaşadıkları sıcak bölge okyanuslarında ve denizlerde onların iskelet artıklarının yığılması sonucu *resif* adı verilen birikim şekilleri yer alır.

Alg adı verilen su bitkileri de -mercanların tesiri ile mukayese edilmemek ile beraber- kıyı topografyasında rol oynayabilir. Bunlar gerek tatlı gerekse tuzlu suda

yaşayabilir. Sularda kalsiyum karbonatın çok miktarda bulunduğu sahalarda algler, hayati faaliyetleri neticesinde kalsiyum karbonatın sudan ayrılarak dibe çökmesine yardım eder. Bu suretle bazen büyük hacimlere erişen ve kalsiyum karbonattan oluşan çökme şekilleri meydana gelir.

Kıyıların özelliklerinde ve kısmen de şekillenmesinde rol oynayan organik amiller arasında mangrove ve yosun formasyonlarına da değinilebilir. Bunlardan mangrovelar, ancak bazı tropikal ve subtropikal kıyılarda görülür ve metcezir seviyeleri arasında kalan kıyı şeridinde sık bir topluluk teşkil eder. Bu topluluk, bataklık diplerini tercih eder ve sakin sularda daha iyi gelişir.

İnsanlar da çeşitli yollardan kıyı şekillenmesi üzerinde etkili olurlar. Gerçekten insanlar kıyılarda inşa ettikleri rıhtım, dalgakıran, liman gibi tesislerle kıyıların şekillerini değiştirdikleri gibi buralardaki doğal jeomorfolojik gelişim sürecinde birtakım kesinti ve bozulmalara da yol açar. Örneğin Hollanda'da deniz baskınlarından kurtulmak ve denizden yer kazanmak amacıyla yapılan setler ve dolayısıyla polderler, kıyının doğal gelişimini engellediği gibi kıyı çizgisinin kısılmasına da yol açmıştır. İnsanların etkisine bir diğer örnek olarak akarsular üzerinde yaptıkları barajlarla her yıl kıyıya taşınan yük miktarında önemli ölçüde azalmaya sebep olmaları gösterilebilir.

Rüzgârlar, kıyı kumullarının oluşumlarında rol oynar.

Deniz buzlarından bankizler, oluşumları sırasında kıyılara basınç yaparak onları tahrip ettikleri gibi çarpma yoluyla da aşındırmada bulunabilir. Soğuk ılıman ve yarı kutbi bölgedeki deniz ve bilhassa göl kıyılarında görülür fakat bu etkinin önemli bir ölçüye varabilmesi için kıyıyı teşkil eden kayaların dayanıksız ve bilhassa gevşek depolardan oluşuyor olması gerekir. Soğuk bölgelerin kıyılarında göl ve denizlerin yüzeyi kışın buz tutar, yazın ise buzlar çözülür. Bu süreçler esnasında meydana gelen genişlemeler neticesinde -buz örtüsü dâhilinde olduğu gibi- buz önü vasıtası ile kıyı üzerinde de büyük bakılar meydana gelir. Bunun neticesinde kıyıda çökmeler, üst üste yığılmalar ve pek de güzel olmayan şekiller meydana gelir. Yine kıyıya ulaşan karasal buzulların uç kısımlarının kopmasıyla denizlere girmiş olan aysbergler de kıyılarda çarpma yoluyla aşındırma yapar.

Sel ve seyelan suları, falezleri yarıp parçalayarak onların alçaltılıp yatıklaştırılmaları ve geriletilmelerinde rol oynar. Akarsuların kıyıya bol miktarda alüvyon getirmeleri ve bunların uygun koşullarda kıyıda birikmeleri sonucunda taban seviyesi ovaları veya delta ovaları gibi yer şekilleri meydana gelir.

2.4. Zaman

Zaman unsuru, topografya şekillerinin meydana gelişi üzerinde kayda değer rol oynar. Bu, kıyı topografyası için de geçerlidir. Zaman unsurunun doğrudan doğruya tesiri, şekillenmenin kıyının geçirdiği gelişim safhalarında kendini gösterir. Zamanın dolaylı tesiri ise bu gelişim sürecinde çeşitli şekilde kesintilerin meydana gelmesi ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açılması ile kendini gösterir. Bu kesinti ve karışıklıklar

faylar, epirojenik hareketler, volkanik faaliyetler gibi iç kuvvetlerle meydana gelebilecekleri gibi iklim oynamaları veya değişimleri neticesinde de meydana gelebilir. İklim oynamalarına bağlı olarak meydana gelen östatik oynamalar, Pleistosen esnasında çok defa meydana gelmiş ve büyük etkiler bırakmıştır. Esasen bugünkü kıyı çizgisi de hemen bütün yeryüzünde son deglasyasyona paralel olarak meydana gelen Flandriyen transgresyonu ile tayin edilmiştir. Bu sebepten dolayıdır ki küresel sularla bağlantılı yeryüzü kıyılarının hemen geneli, gelişim bakımından gençlik safhasından ileri geçememiştir.

2.5. Kıyı Bölgesinin Jeomorfolojik Özellikleri

Kıyı çizgisinden başlamak sureti ile belirli bir mesafe boyunca geriye doğru uzanan kıyı bölgesinin topografya özelliklerinin bir taraftan asıl kıyı şeklini belirlemek diğer taraftan kıyının işlenmesi ve gelişimi üzerinde rol oynamak sureti ile çok önemli bir etkisi vardır. Bir transgresyon neticesinde karaya doğru ilerleyen denizin ovalara sokulduğu sahalarda kıyı alçak ve düz bir şekil alacak, böylece komşu dağlık sahaların kısmen sular altında kalması ile adalı ve çok girintili çıkıntılı bir kıyı çizgisi meydana gelecektir. Asıl kıyı şeklinde görülen bu fark, kıyının daha sonraki şekillenme ve gelişimini de ana hatları ile belirler.

Eski buzulların oydukları derin vadilerin deniz tarafından işgali, fiyordların flüviyal etkenlerle işlenmiş, platolar içinde yarılmış akarsu vadilerinin sular altında kalması ile rialı ve haliçli bir oluşum meydana getirmiştir. Karstik kanyonların boğulması ise kalankların oluşumuna yol açmıştır. Rölyefin kıyıya dik istikametle uzanan dağlarla bunlar arasındaki depresyonlardan oluştuğu olduğu Ege kıyılarında dağlar büyük çıkıntılar teşkil eden dik kıyılarla nihayetlendikleri hâlde depresyonlar alçak, sığ ve düz kıyılarla sınırlanmıştır. Dalmaçya kıyılarında ve küçük bir sahada olmakla beraber Güney Menteşe’de, Kaş civarında kıyıya paralel uzanışlardan meydana gelmiş ve vadilerle derin bir şekilde yarılmış olan arazinin deniz tarafından istilasası, kıyıya paralel adalar, adacıklar, kanallar, koylar ve burunlardan oluşan özel bir kıyı tipinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Hâlbuki uzanış istikametinin aynı şekilde kıyıya kabaca paralel olduğu Karadeniz kıyılarında böyle bir manzara görülmez çünkü bu saha, kıyıya paralel vadilerle yarılmamış olduğu gibi arazi de kısa mesafeler dâhilinde çok fazla yüksekliklere erişmektedir. Kıyı bölgesinin gösterdiği bu farklılardan dolayıdır ki son pozitif hareketler sonucunda deniz, iç kısımlara doğru fazla sokulamamış ve böylece Karadeniz kıyılarında Dalmaçya tipi benzer bir kıyı tipi meydana gelmemiştir.

Uygulamalar

1. Flandriyen transgrasyonu hakkında bilgi edininiz.
2. Mercanların hayat koşullarını araştırınız.
3. İnsanların kıyılardaki faaliyetlerini araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1)Flandriyen transgrasyonu ile kıyılar nasıl etkilenmiştir?
- 2)Mercanlar kıyı şekillenmesinde nasıl etki yapar?
- 3)İnsanlar kıyılarda şekillendirici bir faktör müdür?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Kıyılar, kendilerini şekillendiren etmen ve süreçler sonucunda oluşan aşındırma ve biriktirme faaliyetleri ile belirginleşir. Kıyılar çok çeşitli etmen ve süreçlerin (amil ve vetirelerin) tesiri altında şekillenmiş ve şekillenmektedir. Hâlen yeryüzünde müşahade edilen asli kıyı tipleri, esas itibarıyla iki etkene bağlı olarak meydana gelmiştir: Bunlardan birincisi taban (kaide) seviyesinin son pozitif hareketi, diğeri ise transgresyon neticesinde denizle temas hâline geçerek kıyı hâline dönüşen bölgenin jeomorfolojik özellikleridir.

Taban seviyesinin güncel sınırı transgresyon şeklinde tezahür ettiğine göre küresel sularla bağlantılı bütün kıyılar, -sınırlı bazı istisnalar haricinde- boğulmuş kıyılar grubuna girer. Bu ortak oluşum mekanizmasına rağmen yeryüzünde çeşitli kıyı tiplerinin görülmesi, sular altında kalan sahaların topografik hususiyetleri arasında büyük farkların mevcut olmasının bir neticesidir. Böylece kıyı hâline geçen sahanın morfolojik özelliklerinin asli kıyı tiplerinin meydana gelmesi bakımından en mühim ve kesin rolü oynamış olduğu ifade edilebilir.

Kıyıyı teşkil eden tabakaların durumu veya tektonik yapı ile bu tabakaların litolojik özellikleri, kıyı şekli üzerinde gerek ana hatlarıyla, gerekse teferruatla derin tesirler icra eder.

İç etmenlerin kıyı şekillenmesi üzerindeki etkileri iki yoldan olur: Öncelikli olarak kıyının asıl şeklini ve kıyı bölgesinin yapısını belirlemek sureti ile etki eder. İç etmenlerin diğeri etkisi, taban seviyesinin mevkiinde değişikliklere sebep olarak kıyı şekillenmesinde oynamalara ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açmak sureti ile olur.

Karaların şekillenmesinde rol oynayan dış etkenler arasında dalgalar, akıntılar, metcezir hareketleri ve organizmaların faaliyeti üzerinde durulur.

Kıyı bölgelerindeki yer şekillerinin oluşum ve gelişimlerinde esas olarak dalgaların aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin rolü görülür.

Zaman unsuru, topografya şekillerinin meydana gelişi üzerinde kayda değer rol oynar. Bu, kıyı topografyası için de geçerlidir. Zaman unsurunun doğrudan doğruya tesiri, şekillenmenin kıyının geçirdiği gelişim safhalarında kendini gösterir. Zamanın dolaylı tesiri ise bu gelişim sürecinde çeşitli şekilde kesintilerin meydana gelmesi ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açılması ile kendini gösterir.

Kıyı çizgisinden başlamak sureti ile belirli bir mesafe boyunca geriye doğru uzanan kıyı bölgesinin topografya özelliklerinin bir taraftan asıl kıyı şeklini belirlemek diğeri taraftan kıyının işlenmesi ve gelişimi üzerinde rol oynamak sureti ile çok önemli bir etkisi vardır. Bir transgresyon neticesinde karaya doğru ilerleyen denizin ovalara sokulduğu sahalarda kıyı alçak ve düz bir şekil alacak, böylece komşu dağlık sahaların kısmen sular altında kalması ile adalı ve çok girintili çıkıntılı bir kıyı çizgisi meydana gelecektir. Asıl kıyı şeklinde görülen bu fark, kıyının daha sonraki şekillenme ve gelişimini de ana hatları ile belirler.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdakilerden hangisi kıyıların oluşum ve gelişiminde etkili olan faktörlerden biri değildir?

- a) İç etmen ve süreçler
- b) Dış etmen ve süreçler
- c) Döngü
- d) Yapı
- e) Jeomorfolojik özellikler

2) Aşağıdakilerden hangisi kıyıların oluşum ve gelişiminde etkili olan dış etmen ve süreçlerden biri değildir?

- a) İnsan
- b) Dalgalar
- c) Zaman
- d) Akıntılar
- e) Mercanlar

3) Hâlen yeryüzünde müşahade edilen asli kıyı tipleri esas itibariyle iki etkene bağlı olarak meydana gelmiştir. Aşağıdakilerden hangisinde bu iki faktör bir arda verilmiştir?

a) Taban seviyesinin son pozitif hareketi-Transgresyon neticesinde denizle temas hâline geçerek kıyı hâline dönüşen bölgenin jeomorfolojik özellikleri

b) Flandriyen Hareketi-Tektonik yapı

c) Kalabriyen Hareketi-Kalabriyen transgresyonu sonucu oluşan kıyı bölgesinin jeomorfolojik özellikleri

d) Tireniyen Transgresyonu-Milaziyen su yükselmesine bağlı oluşan kıyının litolojik yapısı

e) Zaman ve iç etmen ve süreçler

4) Antropojenik kıyı kavramlarından ne anlamalıyız?

5) Sn pozitif öztatik hareketin ismi ve özellikleri nedir?

6) Resifler kıyı şekillenmesinde nasıl etkili olur?

7) Buzulların erimesi kabuk hareketlerini etkilemesi yoluyla kıyılarda nasıl bir etki yapmış olabilir?

8) Buzulların erimesi deniz seviyesinde meydana getirdiği değişim ile kıyılarda nasıl bir etki meydana getirmiş olabilir?

9) Taban seviyesi hangi yollarla değişime uğrar?

10) Litolojik yapı hangi yollarla kıyıyı şekillendirir?

Cevaplar

1) c, 2) c, 3) a, (4-10 arasındaki soruların cevapları için metne ve kaynakçadaki ilgili eserlere bakınız.)

3. KIYILARDA AŞINDIRMA YERŞEKİLLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyılarda bulunan yerşekilleri, diğer topografyalarda olduğu gibi esas olarak iki sürecin etkisi altında oluşmuştur. Bu süreçlerden biri aşındırma, diğeri ise biriktirmedir. Buna bağlı olarak yer şekilleri de -aşındırma ve biriktirme şekilleri olmak üzere- iki grupta toplanabilir. Bunlardan başlıca aşındırma şekillerini falezler (yalıyarlar), dalga aşındırma düzlükleri (abrazyon platformları) ve asılı vadiler teşkil eder. Bunların dışında ayrıca biyoerozyon şekilleri de bu başlık altında açıklanacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Antalya falezleri nasıl oluşmuştur?
2. Yüksek kıyılarda hangi şekiller dikkat çeker?
3. Kıyılardaki canlıların şekillenme üzerinde etkisi söz konusu mudur?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyılarda aşındırma yerşekilleri	Kıyılarda aşındırma yerşekilleri olan falezler veya yalıyarlar, dalga aşındırma düzlükleri veya abrazyon platformları, asılı vadiler ve bunların yayılım sahalarını kavrar.	Kıyılarda aşındırma yerşekilleri olan falezler veya yalıyarlar, dalga aşındırma düzlükleri veya abrazyon platformları, asılı vadiler açıklanır ve bunların dağılışı açıklanır. Animasyonlar gösterilir.

Anahtar Kavramlar

- Falez
- Yalıyar
- Abrazyon platformu
- Asılı vadi

Giriş

Kıyının asli profilinin özellikleri, şekillenmenin mahiyet ve yönünü belirleyen çok önemli bir faktördür. Şekillenme hususunda aşınım veya biriktirmenin daha büyük rol oynaması ve bunların faaliyet sahaları, kıyı hâline geçen bir sahanın başlangıç anındaki yani asli profiline bağlı olarak gelişir. Dalga aşındırmasının tesirlerine ilk defa maruz kalan bir kıyı profili, türlü şekil ve eğimde olabilir. Bu, kıyı hâline gelen sahanın morfolojik karakterlerine bağlıdır. Geri kısmı dağlık ise profil, dik bir eğim arz eder. Profilin deniz seviyesi üstünde kalan kısmı yüksek, deniz altında kalan kısmı ise derin olur. Bu sebeple bir ova veya iyi tesviye edilmiş bir aşınım yüzeyi denizle temasa geldiği takdirde az eğimli, alçak ve basık bir kıyı profili meydana gelir. Bu vaziyette kıyı çizgisinin gerisindeki saha alçak olduğu gibi önünde kalan kısım da sığ olacaktır. Kıyı gerisinin yüksek olması, daha çok aşındırma şekillerinin oluşmasına imkân hazırlar. Bu aşındırma yer şekilleri aşağıdaki gibidir:

3.1. Falez veya Yalıyar

Kıyıların başlangıç anındaki profilleri, dalgaların çatlamasına imkân verecek bir eğimde olan yüksek kıyılarda dalgaların aşındırma faaliyetleri, şüphesiz ki derhâl tesirini gösterir. Bunun neticesinde bir müddet sonra dik kıyının kaidesinde dalgaların ve bunların sürükledikleri katı maddelerin kıyıya çarptıkları yerde bir çentik meydana gelir. Bunun gelişip büyümesi ile üst kısımdaki kayalar çöker, kayar. Bu kaymalar ve çökmeler esnasında meydana gelen enkaz, dalgalar tarafından adeta bir değirmen gibi öğütülür, elenir ve kıyı çizgisinden uzaklara taşınır. Bu suretle dalgalar, tekrar doğrudan doğruya kıyıdaki dikliğin eteğine ulaşmak imkânını bulur. Neticede altı oyulan kayaların çökmeleri, kaymaları ile ilgili olarak kıyı çizgisinin hemen gerisinde bir diklik meydana gelir ki buna falez veya yalıyar denir (Şekil 3.1).

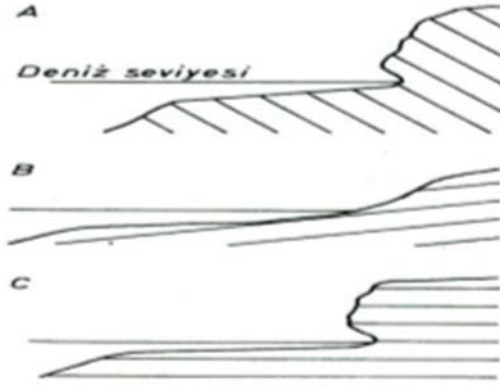


Şekil 3.1: Falezli Kıy

Dolayısıyla falezler; okyanus, deniz ve göllerin kenarlarında yer alan ve dalga aşındırması sonucu meydana gelen dikliklerdir. Deniz ve göllerin kenarlarında görülen bazı dikliklerin oluşumlarında dalga aşındırmasının rolü yoktur. Bu tür dikliklere sözde falez denir. Falezlerin bir kısmı iyice gerilemiş ve dalga aşındırmasının etkisi dışında kalmıştır. Fırtınalı zamanlarda dahi dalgaların erişemediği bu falezlere ölü falez adı verilir.

Falezlerin dikliği ile tabakaların durumu ve özellikleri arasında da münasebet vardır (Şekil 3.2). Falezler, yer aldıkları kıyıdaki tabakaların eğim yön ve değerlerinin gösterdikleri farklılıklara bağlı olarak çeşitli görünümde olur. Tabakaların yatay oldukları veya karaya doğru eğimli bulundukları kıyılardaki falez profilleri, daha dik veya daha sarpıtır hatta bazı durumlarda asılı vaziyettedir (Fotoğraf 3.1, 3.2, 3.3). Hâlbuki tabakalar denize doğru meyilli ise falez profili daha az diktir (Fotoğraf 3.4, 3.5, 3.6). Falezi teşkil eden kayaların dayanıklı olması hâlinde falezin gerilemesi daha yavaş cereyan eder. Ancak unsurları arasındaki bağlar gevşek, diyaklazlarla çok parçalanmış ve genellikle daha az dayanıklı kayaların yayılış sahasında falezin teşekkülü ve gerilemesi çok daha süratlidir. Dolayısıyla tabakaların denize doğru eğimli olduğu kıyılarda, falez profilleri daha yatıktır. Özellikle arada killi, marnlı

tabakalar da mevcutsa bunların üzerlerinde yer alan tabakaların denize doğru kaymaları, falezlerin eğiminin azalmasında yardımcı olur.



Şekil 3.2: Falez Profilleri (Hoşgören, 2010)

A: Tabakalar karaya doğru eğimli, **B:** Tabakalar denize doğru eğimli, **C:** Tabakalar yatay



Fotoğraf 3.1: Yatay Tabakalara Sahip Dik Falez



Fotoğraf 3.2: Yatay Tabakalara Sahip Dik Falez



Fotoğraf 3.3: Yatay Tabakalara Sahip Dik Falez (Santa Maria Adası, Şili)



Fotoğraf 3.4: Denize Doğru Eğimli Tabakalara Sahip Az Eğimli Falez (Tongue, Yeni Zelenda)



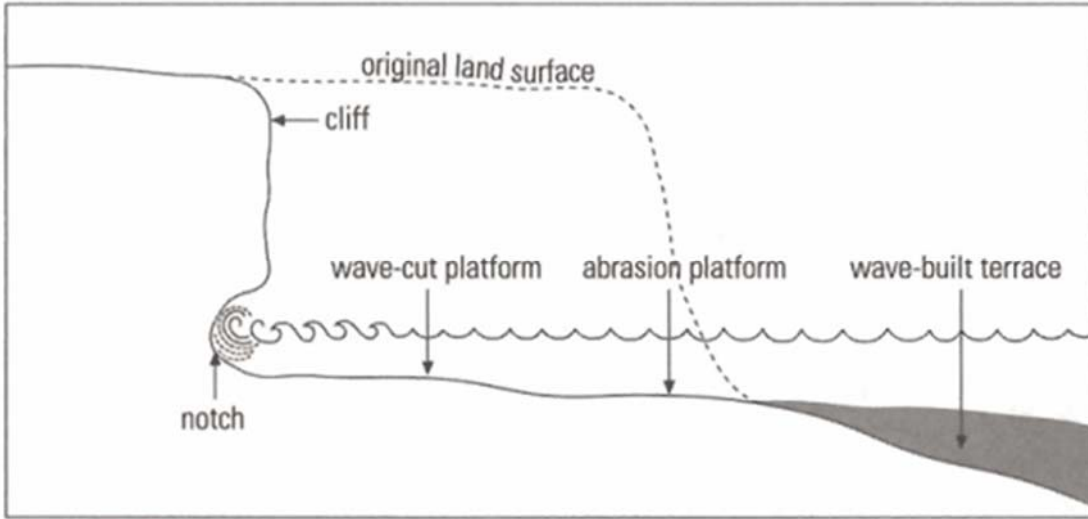
Fotoğraf 3.5: Denize Doğru Eğimli Tabakalara Sahip Az Eğimli Falez (Tongue, Yeni Zelenda)



Fotoğraf 3.6: Denize Doğru Eğimli Tabakalara Sahip Az Eğimli Falez (Kuzey Santa Cruz, Kaliforniya)

3.2. Dalga Aşındırma Düzlüğü veya Abrasyon Platformu

Kıyı profilinde çentiğin meydana gelmesi ve bunun gelişmesi neticesinde, falez dikliğinin teşekkül ederek gerilmesine paralel olarak kıyı çizgisi önünde dalgaların aşındırma faaliyetlerinin eseri olan bir sahanlık veya bir platform ortaya çıkar. Dalga aşındırması sonucu gerileyen falezlerin önlerinde oluşan düzlük veya platformlara abrazyon platformu denir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Falezlerin önünde abrazyon platformu dikkat çekiyor.

Falez geriledikçe abrazyon platformu genişler fakat bu platform, her zaman ideal bir düzlük manzarasında değildir. Çok defa üzerinde dalga tesirine karşı direnmiş sağlam kısımlar, kaya bakiyeleri ve adacıklar görülür. Böylece bu platformlar düz olabilecekleri gibi üzerlerinde aşımından kurtulmuş kısımlar, kaya kalıntıları ve adacıklar da içerebilir. Diğer taraftan abrazyon platformunu sadece falezlerin dalgalar tarafından geriletilmesi neticesinde meydana gelmiş bir aşınım yüzeyi olarak değerlendirmek de doğru değildir. Platform giderek parçalanır ve nihayet aşınım artığı kayalar denizin içinde platformun bakiyesi olarak dikkat çeker (Fotoğraf 3.7).



Fotoğraf 3.7: Abrazyon Platformları ve Aşınım Artığı Kayalar

3.3. Asılı Vadi

Falezlerin gerilemeleri sırasında kıyı bölgesinde yer alan akarsulara ait vadilerin ağız kısımları, gerileme hızından daha büyük bir hızla derinleştirilemezlerse taban kısımları deniz seviyesinden daha yukarıda kalır (Şekil 3.4, Fotoğraf 3.8). Bu şekildeki vadilere asılı vadi denilmektedir.



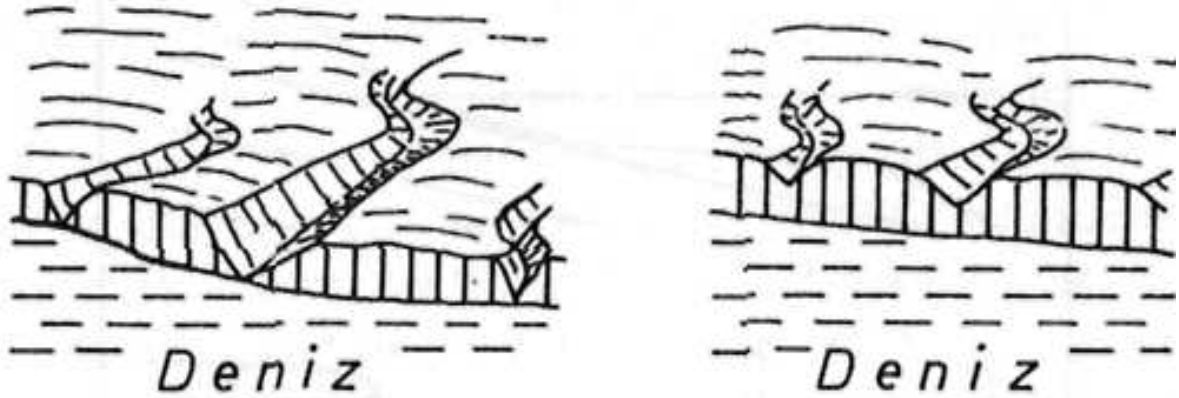
Şekil 3.4: Asılı Vadi



Fotoğraf 3.8: Asılı Vadi ve Şelale

Büyük akarsulara ait vadiler, bu görünümü daha güç kazanır çünkü onların ağız kısımlarındaki tabanları, deniz seviyesine çok yakın bir yükseltide olmak üzere karanın içine doğru uzun mesafeler dâhilinde devam eder ve dolayısıyla deniz seviyesiyle olan

bağlantılarını korur. Küçük akarsu vadilerinin tabanları ise geriye doğru hızla yüksekliklerinden daha çabuk asılı hâle geçer (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Asılı Vadilerin Oluşum Mekanizması (Hoşgören, 2010)

3.4.Biyoerozyon Şekilleri

Bunlar dalgaların korazyon için kullanacakları kum, çakıl, blok gibi detritik malzemenin bulunmadığı derin ve kayalık kıyılarda Gastropoda, Lamellibranchiata, Artropoda, Spongia türü birtakım canlılar ile alg ve liken türü bazı bitkiler tarafından meydana getirilen küçük yerçekilleridir. Sürtünme izleri, küçük çukurlar, kuyu havuzcukları ve çentikler gibi değişik şekillerde olan bu yerçekilleri kalker, kumtaşı, bazalt ve radyolarit gibi çeşitli kayalar üzerinde oluşabilmektedir.

Bu biyoerozyon şekilleri, kayalık kıyılardaki birbiri üzerinde yer alan farklı ekolojik (Sublitoral, Eulitoral, Supralitoral) zonlara bağlı olarak meydana gelmektedirler.

Bunlardan en alttaki sublitoral zon denizin en alçak seviyesinin altında kalan zondur. Diğer bir deyişle üst sınırını en alçak su seviyesinin meydana getirdiği zona karşılık gelir. Bu nedenle de sürekli olarak su altında bulunur. Bu zonda yassisolungaçlılar, eklembacaklılar, süngerler ve yengeçler gibi çeşitli hayvanlar yaşamakta ve bunlar kayaları kazıyarak, oyarak aşındırmaktadırlar.

Eulitoral zon en alçak ve en yüksek su seviyeleri arasında kalan zottu meydana getirir. Bu zon zaman zaman su altında kalır, zaman zaman da su yüzüne çıkar. Sürekli nemlidir. Gerek kayaların yüzeyinde gerekse onların çatlak, yarık gibi boşluklarının içinde yaşayan mavi ve yeşil algler nedeniyle sarımsı yeşilimsi renktedir. Burada çentikler başlıca yerçekillerini meydana getirir. Bunlar, bu zondaki kayalarda yaşayan algleri yerken aynı zamanda kayaları aşındıran bazı gastropoda türleri tarafından meydana getirilmiştir. Şekil olarak dalga aşındırması sonucu meydana gelen falez çentiklerine benzer. Kaya içine doğru birkaç santimetre ile birkaç metre arasında sokulan yatay girintiler oluşturur.

Supralitoral zon ise en yüksek su seviyesinin üzerinde yer alır. Dalgalardan sıçrayan sularla ıslanır. Toprak tabakasının oluşabildiği ve karasal bitkilerin yetişebildiği bir zondur.

Rengi koyu kahverengi veya siyahımsıdır. Bu renk bir mavi alg türünden ileri gelir. Bu algler bazı gastropoda türlerinin besin maddesini oluşturur. Bu gastropoda türleri besinlerini yerken onların yer aldıkları kayaların çatlaklarını genişletip derinleştirerek kayaları aşındırır. Bunun gibi taş yiyici özellikleri olan yassısolungaçlılar kaya yüzeylerinde birkaç milimetre derinliğinde olan ve çapları da birkaç milimetre ile 10 milimetre arasında değişen küçük çukurluklar meydana getirir. Bu zonda ayrıca alg, liken gibi bitki türlerinin salgıladıkları asitler ile hayvanların çukur yerlere bıraktıkları yumurtalardan çıkan asitler de kayaları kimyasal ayrışma yoluyla aşındırır. Bu zonda oluşan yerşekillerinin başlıcalarını küçük çukurlar, keskin, tırtıklı kenarları olan sürtünme izleri ve düztabanlı, kenarları tırtıklı, daire veya elips şeklindeki kaya havuzcukları meydana getirir. Gerek çukurlar gerekse havuzcuklar zamanla birbirleriyle birleşerek genişleyebilir.

Uygulamalar

1. Falezli bir kıyıda inceleme yapınız.
2. Antalya falezleri hakkında araştırma yapınız.
3. Doğu Karadeniz kıyılarında inceleme yapınız.

Uygulama Soruları

1. Falezi teşkil eden kayaç hangi özelliktedir?
2. Antalya falezleri hangi kayaçtan müteşekkildir?
3. Doğu Karadeniz kıyılarında tektonik hareketlerin rolü var mıdır?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Kıyıların başlangıç anındaki profilleri, dalgaların çatlamasına imkân verecek bir eğimde olan yüksek kıyılarda dalgaların aşındırma faaliyetleri, şüphesiz ki derhâl tesirini gösterir. Bunun neticesinde bir müddet sonra dik kıyının kaidesinde dalgaların ve bunların sürükledikleri katı maddelerin kıyıya çarptıkları yerde bir çentik meydana gelir. Bunun gelişip büyümesi ile üst kısımdaki kayalar çöker, kayar. Bu kaymalar ve çökmeler esnasında meydana gelen enkaz, dalgalar tarafından adeta bir değirmen gibi öğütülür, elenir ve kıyı çizgisinden uzaklara taşınır. Bu suretle dalgalar, tekrar doğrudan doğruya kıyıdaki dikliğin eteğine ulaşmak imkânını bulurlar. Neticede altı oyulan kayaların çökmeleri, kaymaları ile ilgili olarak kıyı çizgisinin hemen gerisinde bir diklik meydana gelir ki buna falez veya yalıyar denir.

Kıyı profilinde çentiğin meydana gelmesi ve bunun gelişmesi neticesinde falez dikliğinin teşekkül ederek gerilmesine paralel olarak, kıyı çizgisi önünde dalgaların aşındırma faaliyetlerinin eseri olan bir sahanlık veya bir platform ortaya çıkar. Dalga aşındırması sonucu gerileyen falezlerin önlerinde oluşan düzlük veya platformlara abrazyon platformu denir.

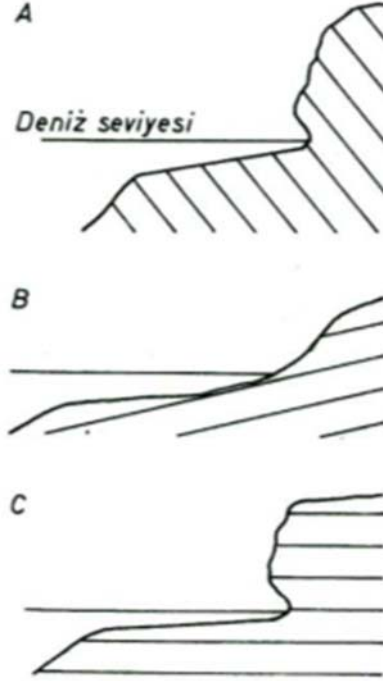
Falez geriledikçe abrazyon platformu genişler fakat bu platform, her zaman ideal bir düzlük manzarasında değildir. Çok defa üzerinde dalga tesirine karşı direnmiş sağlam kısımlar, kaya bakiyeleri ve adacıklar görülür. Böylece bu platformlar düz olabilecekleri gibi üzerlerinde aşımından kurtulmuş kısımlar, kaya kalıntıları ve adacıklar da içerebilir. Diğer taraftan abrazyon platformunu, sadece falezlerin dalgalar tarafından geriletilmesi neticesinde meydana gelmiş bir aşınım yüzeyi olarak değerlendirmek de doğru değildir. Platform giderek parçalanır ve nihayet aşınım artığı kayalar denizin içinde platformun bakiyesi olarak dikkat çeker.

Falezlerin gerilemeleri sırasında kıyı bölgesinde yer alan akarsulara ait vadilerin ağız kısımları, gerileme hızından daha büyük bir hızla derinleştirilemezlerse taban kısımları deniz seviyesinden daha yukarıda kalır. Bu şekildeki vadilere asılı vadi denilmektedir.

Dalgaların korazyon için kullanacakları kum, çakıl, blok gibi detritik malzemenin bulunmadığı derin ve kayalık kıyılarda Gastropoda, Lamellibranchiata, Artropoda, Spongia türü birtakım canlılar ile alg ve liken türü bazı bitkiler tarafından meydana getirilen küçük yerşekilleri ise biyoerozyon şekilleri olarak bilinir. Sürtünme izleri, küçük çukurlar, kuyu havuzcukları ve çentikler gibi değişik şekillerde olan bu yerşekilleri kalker, kumtaşı, bazalt ve radyolarit gibi çeşitli kayalar üzerinde oluşabilmektedir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki şekilde A ve C ile gösterilen falez profillerinin dik olmasının temel sebebi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



- a) Tabakaların istikameti
- b) Kıyının litolojik yapısı
- c) Dalgalar
- d) Akıntılar
- e) Bakı

2) Falezlerin gerilemeleri sırasında kıyı bölgesinde yer alan akarsulara ait vadilerin ağız kısımları, gerileme hızından daha büyük bir hızla derinleştirilemezlerse taban kısımları deniz seviyesinden daha yukarıda kalırlar. Bu durumda oluşan yer şekli aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) Abrazyon platformu
- b) Çentik
- c) Asılı Vadi
- d) Taraça
- e) Seki

3) Kıyı profilinde çentiğin meydana çelmesi ve bunun gelişmesi neticesinde falez dikliğinin gerilmesine paralel olarak kıyı çizgisi önünde dalgaların aşındırma faaliyetlerinin eseri olan bir sahanlık ortaya çıkar. Sözü edilen yer şekli aşağıdakilerden hangisidir?

a) Abrazyon platformu

b) Falez

c) Asılı Vadi

d) Taraça

e) Birikim platformu

4. Falezler nasıl oluşur?

5. Falezlerin diklik dereceleri üzerinde etkili olan faktörler nelerdir?

6. Tebeşir, kalker gibi kayalardan oluşan kıyıların dik olma nedeni nedir?

7. Falezlerin gerilemesi ile önlerinde ana kayalık üzerinde gelişen yerçekli nedir?

8. Biyoerozyon şekilleri niçin mikro yerçekilleri grubundadır?

9. Vallause nedir?

10. Kıyılardaki sürtünme izleri, küçük çukurlar, kuyu havuzcukları ve çentiklerin oluşumunda hangi etmenler söz sahibidir?

Cevaplar

1) a, 2) c, 3) a (4-10 arasındaki sorular için metni inceleyiniz, elektronik veri tabanlarında araştırmalar yapınız.)

4. KIYILARDA BİRİKTİRME YER ŞEKİLLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyılarda yer alan yer şekilleri, diğer topografyalarda olduğu gibi esas olarak iki sürecin etkisi altında oluştuğu bir önceki bölümde ifade edilmiş idi. Bu süreçlerden biri aşındırma, diğeri ise biriktirmedir. Buna bağılı olarak yer şekilleri de aşındırma ve biriktirme şekilleri olmak üzere iki grupta toplanabilir. Bunlardan biriktirme şekillerinin başlıcalarını ise birikim düzlükleri (birikim platformları), plajlar, ön kıyı setleri, arka kıyı setleri, kıyı okları, kıyı kordonları, tombololar, deltalar, resifler ve kıyı kumulları meydana getirir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Nil Deltası nasıl oluşmuştur?
2. Küçük Çekmece Lagünü nasıl oluşmuştur?
3. Mercanlar hangi koşullarda yaşar?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

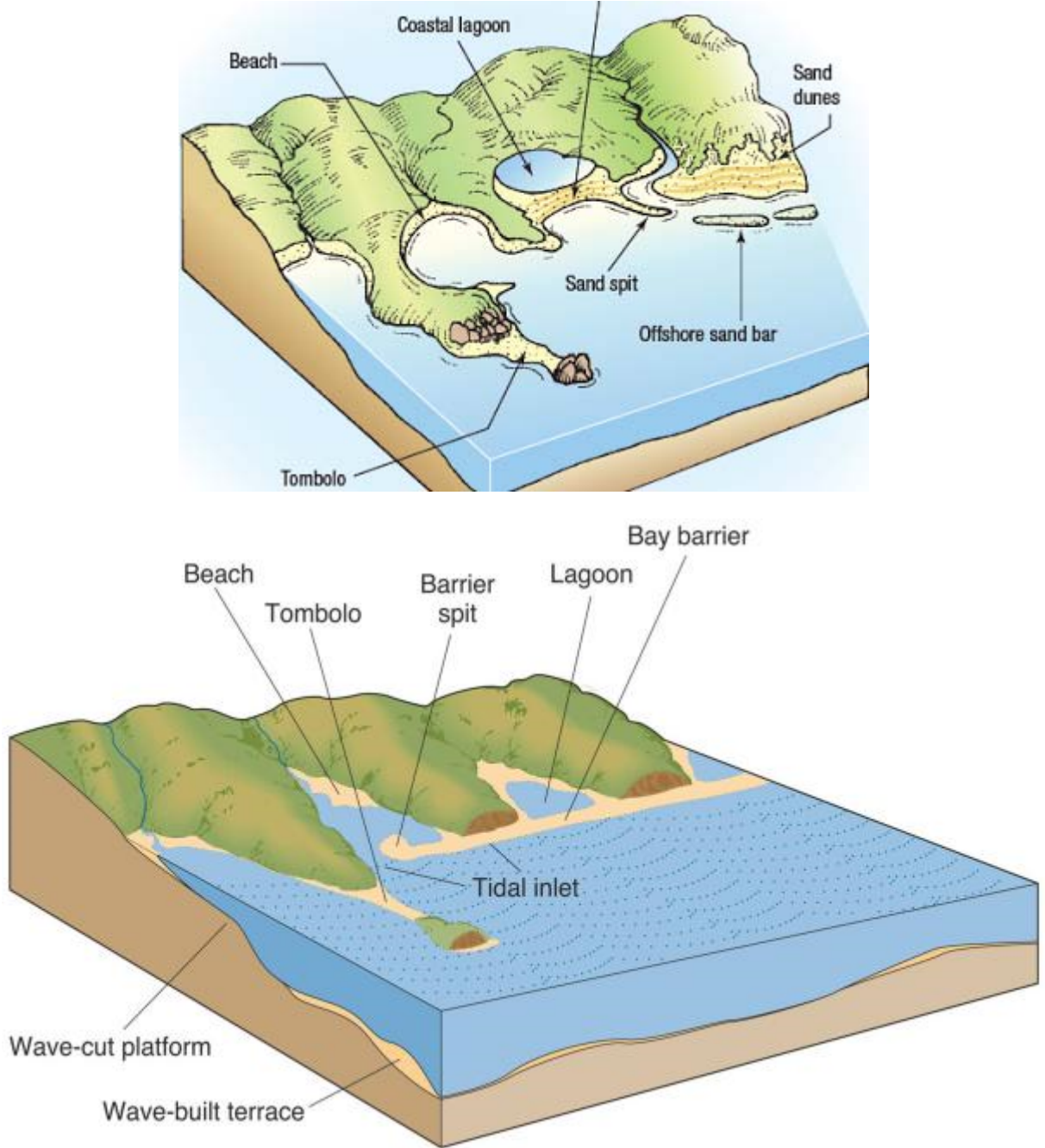
Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyılarda biriktirme yer şekilleri	Kıyılarda biriktirme yer şekillerinden olan birikim düzlükleri veya birikim platformları, plajlar, kıyı okları, kıyı kordonları veya koy setleri, tombololar, deltalar, resifler, kıyı kumulları, kıyı taşları veya yalı taşlarını, onların oluşum ve gelişim mekanizmalarını ve dağılışlarını öğrenir.	Kıyılarda biriktirme yer şekillerinden olan birikim düzlükleri veya birikim platformları, plajlar, kıyı okları, kıyı kordonları veya koy setleri, tombololar, deltalar, resifler, kıyı kumulları, kıyı taşları veya yalı taşlarını, onların oluşum ve gelişim mekanizmaları ve dağılışları açıklanır.

Anahtar Kavramlar

- Birikim Düzlekleri
- Birikim Platformları
- Plajlar
- Kıyı Okları
- Kıyı Kordonları
- Koy Setleri
- Tombololar
- Deltalar
- Resifler
- Kıyı Kumulları
- Kıyı taşları
- Yalı taşları

Giriş

Daha çok kara üzerinden akarsular tarafından getirilen, falezlerin işlenmesiyle oluşan veya dalgalar ve akıntılar tarafından taşınan yükün kıyıda birikmesi sonucu oluşan yer şekilleridir. Birikim düzlükleri (birikim platformları), plajlar, ön kıyı setleri, arka kıyı setleri, kıyı okları, kıyı kordonları, tombololar, deltalar, resifler ve kıyı kumulları birikim şekillerini meydana getirir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Kıyılarda Birikim Yerşekilleri

4.1. Birikim Düzlüğü veya Birikim Platformu

Zamanla yekdiğerine ve deniz dibine sürtünerek gittikçe ufalan enkaz, dalga hareketleriyle ve çeşitli akıntılarla açığa doğru nakledilir ve orada ebatlarına göre elenerek abrazyon platformunun dış kenarında depo edilirler. Bu deponun kalınlaşması neticesinde abrazyon platformunun dış kenarında bir birikim platformu meydana gelmiş olur. Kıyıda mevcut detritik unsurların dalga hareketleri ve çeşitli akıntılarla kıyı açığına doğru nakledilmeleri ve dalga aşındırma düzlüğünün (abrazyon platformunun) dış kenarında yığılmalarıyla meydana gelen bu düzlüklere birikim platformu denir (Fotoğraf 4.1).



Fotoğraf 4.1: Falezlerin önünde birikim platformu dikkat çekiyor (Reyes Kıyıları).

Birikim platformlarının genişliği zamanla artar. Bunun neticesinde eğimleri de azalır. Başka kelimelerle ifade etmek istendiği takdirde kıyı çizgisi önünde yer alan sığ kısmın genişliği zamanla artar. Bu dalga tesiri bakımından çok mühim sonuçları olan bir süreçtir çünkü platformlar sığlaştıkça dalgaların falezin dibine kadar sokulmaları ve orada çatlamaları güçleşir. Bu vaziyette dalgalar, kıyı çizgisinden gittikçe daha uzakta çatlamaya ve kıyı çizgisine veya falez dibine varıncaya kadar hemen bütün enerjilerini sürtünmeyi yenmek ve mevcut enkazı nakletmek için sarf etmeye başlar. Bu şartlar altında falezin dalga aşındırması neticesinde gerilemesi ise son derece yavaşlamış olur.

4.2. Plaj

Plajlar, kıyı çizgisi boyunca uzanan kum ve/veya çakıllardan oluşmuş biriktirme şekilleridir. Plajları meydana getiren bu detritik unsurların içinde kavrı parçalarıyla iri bloklar da bulunabilir. Plajlar, falezlerin önlerinde ve kıyı ovalarının kenarlarında yer alır. Falezlerin önlerinde yer alanlar ince şeritler hâlinde olduğu hâlde, kıyı ovalarının kenarlarındakiler nispeten geniş alanlar kaplar (Fotoğraf 4.2).



Fotoğraf 4.2: Plajlı Kıyılar

Plajları meydana getiren kum, çakıl gibi unsurların esas kaynağını alüvyonlar teşkil eder. Akarsular tarafından karadan kıyıya taşınan alüvyonlar, dalga ve kıyı akıntıları tarafından kıyı çizgisi boyunca taşınıp biriktirilerek plajları meydana getirir. Akarsu, sel ve seyelan sularının dışında dalgaların çarpma yoluyla (hidrolik aşındırma + korrazyon) karadan kopardıkları unsurlar da plajlara malzeme sağlar. Kaya düşmesi, göçme, heyelan gibi kütle hareketleri sonucu falezlerin eteğine düşen ve dalgaların etkisine giren kütleler, plajların bir diğer malzeme kaynağını oluşturur. Ayrıca çöllerin kıyılarında yer alan plajlara rüzgârlarla da malzeme taşınır.

Plajları oluşturan irili ufaklı bu unsurlar, dalgalar tarafından ileri geri hareket ettirildiği gibi kıyı çizgisine paralel olarak yana doğru da hareket ettirilir. Dalga hareket yönünün kıyı çizgisine dik olduğu durumda plaj yüzeyinde ilerleyen ve geri çekilen sular, unsurların da ileri geri hareket etmelerine neden olur. Buna karşılık dalga yönünün kıyı çizgisine verev olduğu durumda unsurlar, önce dalganın ilerlediği yönde ileriye ve kısmen de yana doğru atılır. Sular geri çekilirken geldikleri yolu takip etmez ve plajın eğimi boyunca en kısa yoldan denize ulaşır. Bu sırada daha önce ileriye doğru taşıdığı unsurları da beraberinde sürükler. Böylece zamanla kıyı çizgisi boyunca yana doğru bir unsur taşınması meydana gelmiş olur. Enkaz göçü adı verilen bu olay sonucunda hâkim dalga yönünün kıyı çizgisine verev olduğu kıyılarda kıyı boyunca önemli miktarda unsur taşınmaktadır.

4.3. Kıyı Oku

Kıyı akıntıları, kıyı çizgisinin bütün girinti ve çıkıntılarını takip etmez. Bunlar, daha ziyade bir çıkıntıdan diğerine yani bir burundan ötekine uzanırlar fakat burunlar arasında yer alan koyların ve girintilerin ağızlarında derinlik fazladır. Bu sebepten dolayı taşıdığı maddelerle birlikte bir burundan diğerine yönelen bir kıyı akıntısı, koyların ağzına rastlayan bu derin suları geçerken sürüklediği maddelerin bir kısmını buralarda dibe bırakır. Bu birikim sürecinin uzun bir zaman devam etmesi hâlinde dibe çökelen maddeler yavaş yavaş yükselerek deniz seviyesine kadar ulaşır (Fotoğraf 4.3).



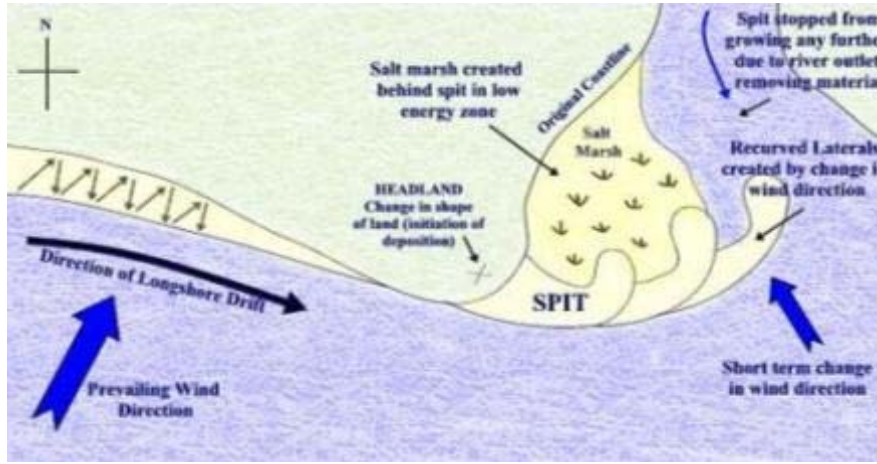
Fotoğraf 4.3: Bir Kıyı Okunun Gelişimi (Kız Kumu)

Biriktirme, akıntının burnu terk ettiği noktadan başladığından bu suretle meydana gelen deponun bir ucu buruna bağlıdır ve oradan koyun ağzına doğru uzanır. Deponun yüzeyi deniz seviyesine kadar yükseldiği andan itibaren bu, dalgalar tarafından da işlenmeye başlar. Bunun neticesinde bu deniz altı setinin dış yamacı dalgalar tarafından aşındırılır. Ardından koparılan maddelerin bir kısmı, dalgalar tarafından setin üst kısmına ve iç yamacı üzerine yığılır. Bunun neticesinde deniz altı seti yavaş yavaş yükseklik kazanarak bir müddet sonra suların üstüne çıkar. Bunun yüzeyi üzerinde bir yandan dalgalar, bir yandan rüzgârlar aşındırma ve biriktirme suretiyle değişiklikler yapar. Böylece girintili çıkıntılı kıyılarda enkaz göçü ve kıyı akıntılarıyla taşınan kum, çakıl gibi çeşitli boyuttaki unsurlar, girintilerin veya koyların nispeten derin olan ön kısımlarında hız azalması veya ters akıntıların varlığı gibi nedenlerle biriktirilir. Unsurların üst üste yığılmalarıyla oluşan birikintilerin su yüzüne çıkmaları ve aynı zamanda koyların ağızlarındaki bir burundan karşı buruna doğru uzanmalarıyla ok biçiminde birikim şekilleri gelişir. İşte bu suretle meydana gelen ve bir ucu

bir buruna bağlı, diğer ucu ise serbest olan birikim Şekillerine kıyı oku adı verilir (Şekil 4.2, 4.3, Fotoğraf 4.4, 4.5).



Şekil 4.2: Birleşik Kancalı Kıyı Oku



Şekil 4.3: Birleşik Kancalı Kıyı Okun Gelişimi



Fotoğraf 4.4: Kıyı Oku (Dungeness Kıyı Oku, Washington)



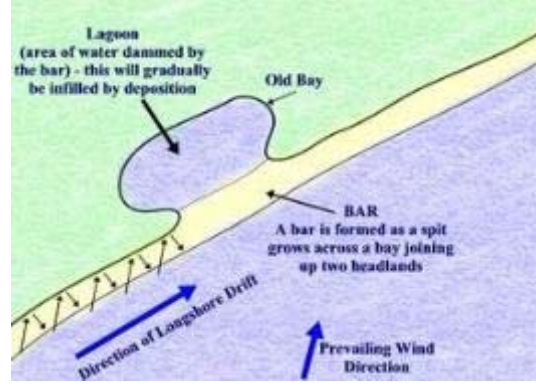
Fotoğraf 4.5: Kıyı Oku (Dorset, Chesil kıyıları, UK)

4.4. Kıyı Kordonu veya Koy Seti

Bir kıyı okunun koyun ağzını kapatacak şekilde gelişmesi ve karşı buruna bağlanmasıyla da kıyı kordonu meydana gelir (Şekil 4.4, 4.5). Bir burundan başlamak suretiyle bir koyun ağzını kapatan kıyı oklarına koy seti denilir. Kıyı kordonunun oluşumuyla eskiden koy olan kısım, denizden ayrılarak göl hâline geçer. Bu göle lagün denir. Diğer bir ifade ile bu tür lagünler, ağızları kıyı kordonlarıyla kapanarak göl hâline dönüşmüş koy veya körfezlere karşılık gelir (Fotoğraf 4.6).



Şekil 4.4: Koy Seti



Şekil 4.5: Koy Seti



Fotoğraf 4.6: Kıyı Kordonu ve Lagün (Hiddenseenear Stralsund, Almanya)

Kıyı kordonlarının üzerinde genellikle bir gedik bulunur (Fotoğraf 4.7). Bu gedik, okyanus veya denizle lagünlerin bağlantısını sağlar fakat bu gedikler sığdır. Kıyı oklarının ve kıyı kordonlarının karaya veya lagüne bakan kenarları girintili çıkıntılıdır. Bu durum onların gelişimleri sırasında uç kısımlarının, dalgaların etkisiyle, sürekli olarak iç kısma doğru bükülmelerinden ileri gelir.



Fotoğraf 4.7: Kıy Kordonu, Gedik ve Lagün (NSW Avustralya Kıyıları)

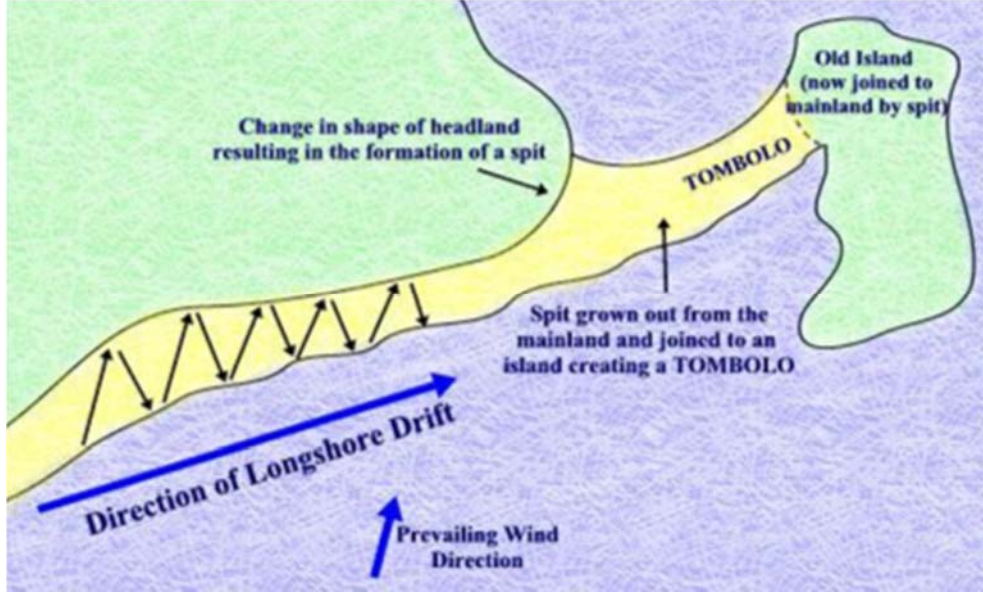
Kıy kordonlarına örnek olarak yurdumuzdaki Küçükçekmece (Şekil 4.6) ve Büyükçekmece lagünlerini Marmara Denizi'nden ayıran kıy kordonları gösterilebilir. Bunların üzerlerinden D100 kara yolu geçmektedir. Ayrıca Fethiye'deki Ölüdeniz lagününü Akdeniz'den ayıran kıy kordonu ile Baltık Denizi'nin güneyindeki Frisches Htiff ve Kurisches Haj'f lagünlerini, Baltık Denizi'nden ayıran kıy kordonları da örnektir.



Şekil 4.6: Küçükçekmece Üzerindeki Koy Seti

4.5. Tombolo

Bir adayı, karaya veya adaları birbirine bağlayan setlere veya kıy oklarına tombolo adı verilir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Tombolo ve Oluşumu

Bunlar da oluşum bakımından kıyı okları ile aynıdır. Bir kıyıdan başlayarak ilerleyen bir ok zamanla kıynın önündeki bir adaya kadar uzanır ve nihayet ona bitişir (Fotoğraf 4.8, 4.9, 4.10).



Fotoğraf 4.8: Tombolo, Karystos, Euboea, Yunanistan



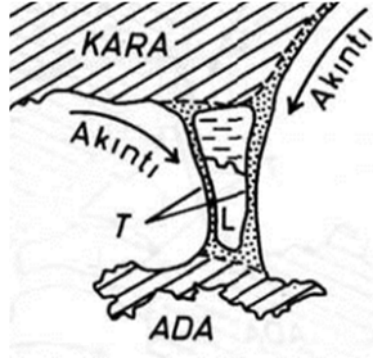
Fotoğraf 4.9: Tombolo, Melek Yolu, Shodo Adası, Japonya



Fotoğraf 4.10: Tombolo, Hong Kong

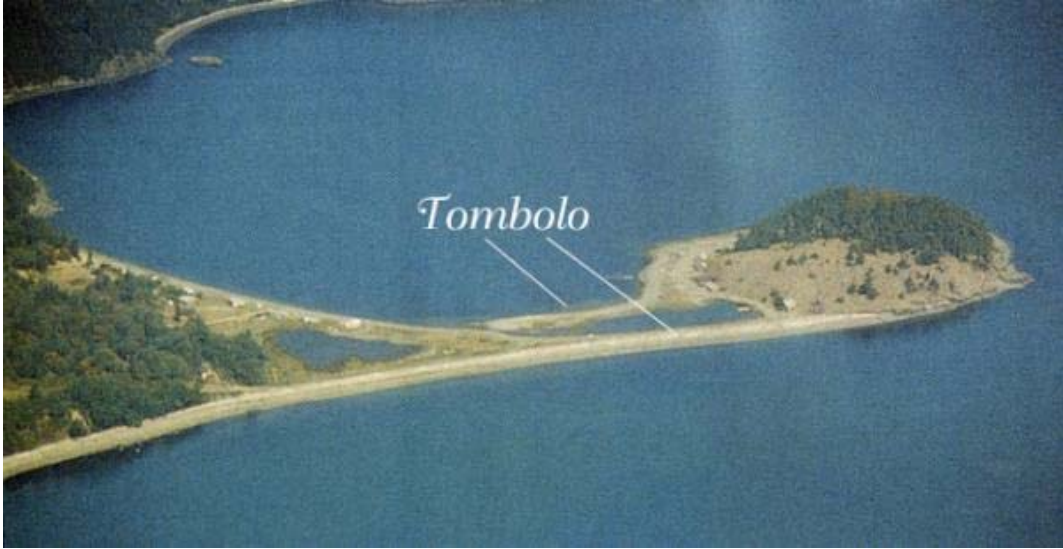
Bazen bir adanın birden fazla okla karaya bağlandığı görülebilir (Şekil 4.8, Fotoğraf 4.11). Bu hâl, bilhassa farklı istikametteki iki akıntının, bir burnun tersinde birbirini kesecek şekilde uzandıkları hâllerde meydana gelir. Bazen bir tombolo üzerinde dalgaların fırlattıkları maddelerin birikimi ile artkırı setleri meydana gelir. Bu kıyı setlerinin birbirini ardından oluşumu ve yekdiğerine eklenmeleri neticesinde tombolo, alüvyondan oluştuğunda, geniş bir

kıstak manzarası gösterir. Kapıdağ Yarımadası'nı karaya bağlayan tombolo, bu şekilde genişlemiştir.



Şekil 4.8: İkili Tombolo

Bunlar genellikle karadan adaya doğru ilerleyerek onu karaya bağlamıştır. Bununla beraber adalardan karaya doğru gelişmiş tombololar da vardır. Bağlanma tek bir tombolo ile olabileceği gibi (basit tombolo), iki veya üç tombolo ile de olabilir (Şekil 4.8). Son iki durumda tombololar arasında lagünler yer alır (Fotoğraf 4.12). Tomboloların yurdumuzdaki en güzel örneklerini Marmara Denizi'nin güneyindeki Kapıdağ Yarımadası'nı karaya bağlayan Belkıs Tombolosu ile Karadeniz kıyısındaki Sinop Tombolosu meydana getirir.



Fotoğraf 4.11: Çiftli tombolo ve lagün



Fotoğraf 4.12: İkili Tombolo, Lagün, Asharoken Kıyısı

4.6. Delta

Akarsuların okyanus veya denizlere döküldükleri ağız kısımlarında esas olarak onların taşıyıp getirdikleri çeşitli boyuttaki flüvyal kökenli unsurların yığılmasıyla meydana gelmiş, basit ve karakteristik şekliyle denize doğru delta veya üçgen şeklinde çıkıntı yapan birikim şekilleridir (Şekil 4.9). Bununla beraber deltaların oluşum ve gelişimlerinde dalgalar ve akıntılar da mühim rol oynayabilir.



Şekil 4.9: Delta

Akarsular tarafından getirilen enkazın dalgalar ve çeşitli akıntılarla akarsu ağzlarından uzaklaştırılan malzemeden daha fazla olması, bir deltanın oluşumu için gerekli olan ilk şarttır. Bu şartın yerine getirildiği akarsu ağzlarında, ilk olarak, denize doğru dik bir şekilde uzanan iki tabii set meydana gelir ve sular üstüne çıkar fakat akarsuların yığıldığı maddelerin bir kısmı, dalgalar tarafından yerinden oynatılır ve bunlar, dalgaların sağladığı enkazla karışarak kıyı akıntıları ve dalgalar tarafından nehrin tabii setleri ile kıyı arasındaki kuytu sulara sürüklenerek oralarda biriktirilir. Böylece doğal setin iki tarafında oluşan bu birikim süreçleri neticesinde nehrin ağzında üçgene benzeyen bir birikinti şekli meydana gelir ki buna -eski Yunan alfabesinde delta harfine benzediği için- delta adı verilir. Bu küçük şekil, akarsuyun zamanla daha ileriye doğru uzanan tabii sellerinin iki tarafında devam eden birikme olayları neticesinde gittikçe büyür. Akarsuyun taşıdığı malzeme ne kadar fazla ise deltanın oluşturduğu üçgenin tepesi de o kadar görünür bir hâl alır. Bu şekildeki deltalara *basit deltalar* adı verilir.

Birikimin maksimum olduğu faal ağız kolları arasında kalan ve daha az beslenen kısımlar ise koylar veya girintiler hâlinde geride kalır. Böylece delta, basit üçgen şeklinden ayrılır, girintili çıkıntılı bir hâl alır. Bu özellikleri gösteren deltalara da *karışık delta* denir.

Deltaların oluşumu ve gelişimini etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar:

- Akarsuyun taşıdığı enkaz miktarı
- Deniz dibinin topografya şekli
- Dalga şiddeti
- Akıntı durumu
- Taban seviyesi olayları (tektonik ve öztatik hareketler)

Kıyıya sonradan eklenmiş biriktirme şekilleri olan deltaların oluşum, gelişim ve şekillenmelerinde dalgalarla kıyı akıntılarının da rolleri vardır. Deltaların oluşumu için akarsular tarafından kıyıya bol miktarda alüvyon getirilmesi ve bu alüvyonun orada birikmesine olanak sağlayacak koşulların var olması gerekir. Kıyının çok derin olması

veya alüvyonların kıyı akıntılarıyla başka yerlere taşınması gibi nedenler, delta oluşumunu ve gelişimini engeller veya güçleştirir. Delta oluşumu için uygun şartlar varsa akarsularla kıyıya getirilen alüvyonlar önceleri onların ağız kısmında ve denizin dibinde birikir. Zamanla bir taraftan ileriye ve yanlara doğru yayılan bu detritik unsurlar, bir taraftan da yükselir ve su yüzüne çıkar. Böylece eğimleri çok az, kısmen küçük göl ve bataklıklarla kaplı kara parçaları olan deltalar meydana gelir.

Deltalar birbirlerinden farklı taban, cephe ve üst tabakalar olmak üzere üç tabaka grubundan meydana gelmiştir. Bunlardan taban tabakaları, deltanın en alt kısmını oluşturur; mil (0.02-0.002 mm'ler arası) ve kil (0.002 mm'den küçük) boyutlarındaki unsurlardan meydana gelmiştir. Bu çok küçük unsurlar, bir müddet suda asılı kaldıktan ve kıyı çizgisinin oldukça açığına taşındıktan sonra dibe çöken unsurlardır. Cephe tabakaları, taban tabakalarının üzerinde yer alır. Deltanın gelişimi sırasında onun cephesi boyunca biriken çakıl gibi nispeten iri unsurlardan meydana gelmiştir. Cephe tabakaları ve bunların oluşturdukları delta cephesi oldukça eğimlidir. Eğim değeri ortalama olarak 30°-40° arasında bulunur. Üst tabakalar ise cephe tabakalarının üzerlerini örtüp deltanın yüzeyini meydana getirir ve ince unsurludur.

Mısır'daki Nil Deltası (Fotoğraf 4.13), ABD'deki Mississippi Deltası (Fotoğraf 4.14), Venezuela'daki Orinoko Deltası, İtalya'daki Po Deltası, Romanya'daki Tuna Deltası, Rusya'daki Volga Deltası ve Nijerya'daki Nijer Deltası örnek gösterilebilir. Ülkemizden ise Kızılırmak Deltası (Bafra Ovası), Yeşilırmak Deltası (Çarşamba Ovası), Gediz Deltası, Büyük Menderes Deltası, Göksu Deltası (Silifke Ovası) ve Seyhan-Ceyhan Deltası (Çukurova) deltalara örnek verilebilir.



Fotoğraf 4.13: Nil Deltası

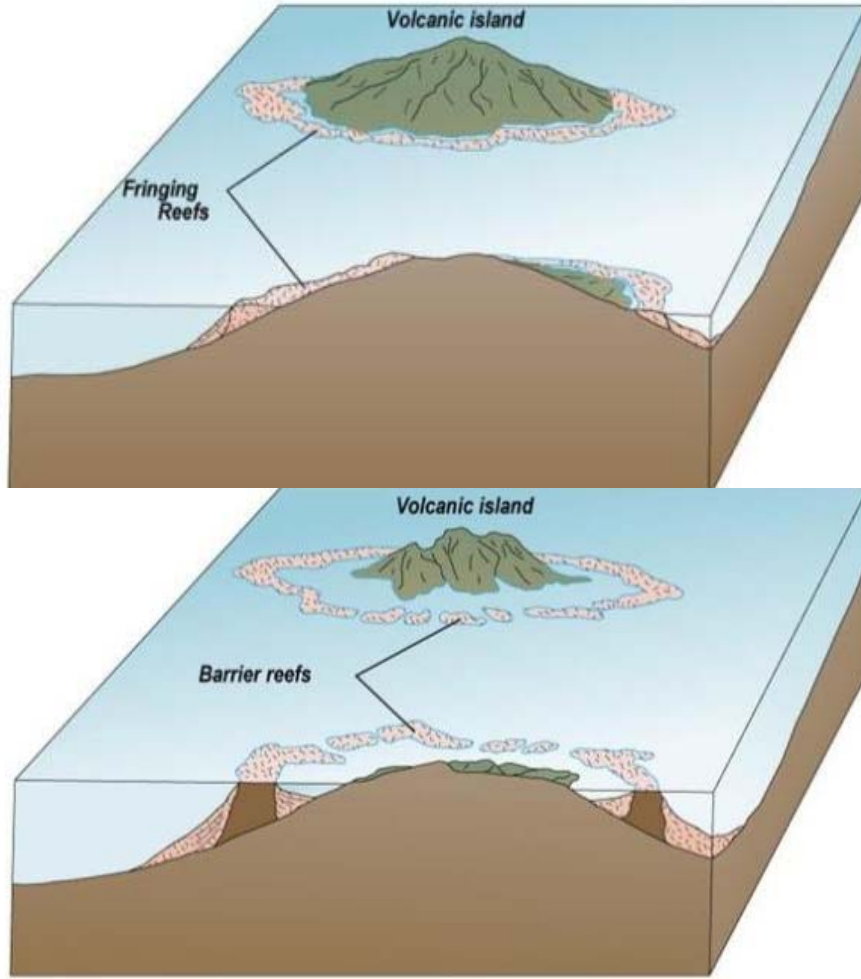


Fotoğraf 4.14: Mississippi Deltası

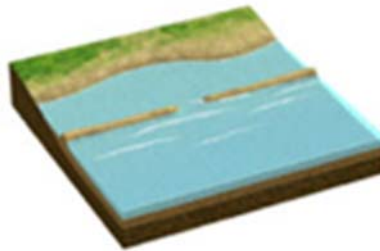
4.7. Resif

Denizlerin yüzeyinin tahminen 8 milyon kilometre karelik bir kısmında polip adı verilen canlılar, kıyıların şekillenmesinde faal bir rol oynamaktadır. Bu küçük canlılar, koloniler hâlinde yaşar ve mercan resifi adı verilen yapıları meydana getirir. Resifler, mercan adı verilen koloniler hâlinde ve bir yere tutunarak yaşayan deniz canlılarının kalker iskeletlerinin (polipiye) üst üste yığılması ve su yüzüne çıkmasıyla meydana gelen biriktirme şekilleridir. Bununla beraber bir resifin yalnızca mercan kolonisinden ibaret olmadığı da bir gerçektir. İçlerinde az olarak diğer canlılara ait kalıntılarla inorganik detritik unsurlar da bulunur. Bu durumda resifler organik kökenlidir ve mercanların yaşam sahaları olan intertropikal bölgelerde, okyanuslarda ve denizlerde gelişmişlerdir. Mercanlar, sıcaklığı 18°'nin üzerinde (Optimum sıcaklık 25° ile 30° arasındadır.) olan tuzlu sularda yaşar. Bu sular, aynı zamanda temiz ve hafif çalkantılı olmalı, derinlikleri ise esas olarak 60 metreyi geçmemelidir. Resifin içeriği, genellikle %80-90 oranında kalsiyum karbonattır. Derin kısımlara doğru inildikçe ve eski resiflerde bu kalkerin dolomite dönüştüğü görülür.

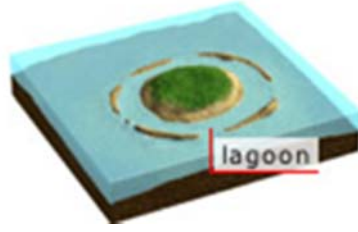
Mercan resifleri bulunuş durumları bakımından üç büyük tipe ayrılır (Şekil 4.10, Şekil 4.11, 4.12). Bunlar; Kıyı, Kenar veya Saçak (Fringing) resifleri, Set (Bariyer) resifleri ve Atollerdir (Fotoğraf 4.15, 4.16).



Şekil 4.10: Resif Tipleri



Şekil 4.11: Set Resifi



Şekil 4.12: Atol



Fotoğraf 4.15: Atafu Atolü, Tokelau, Pasifik Okyanusu



Fotoğraf 4.16: Saçak Resifi, Pasifik Okyanusu

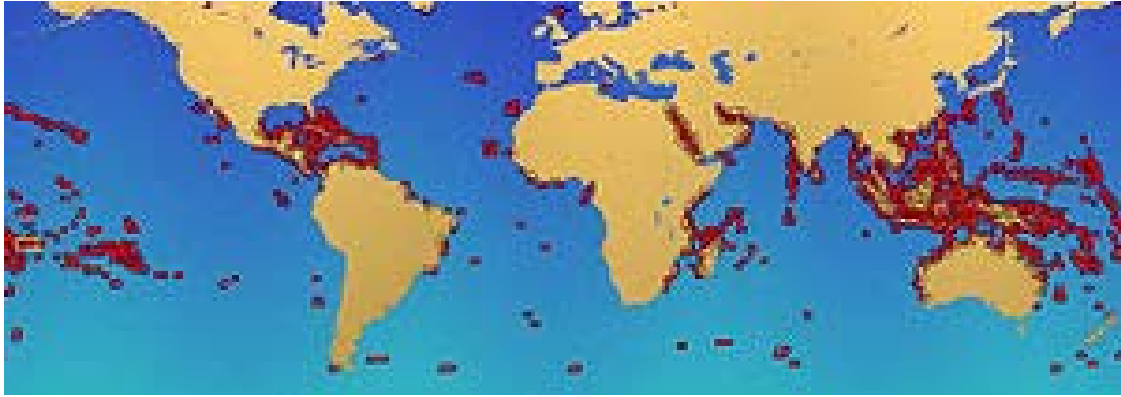
Kıyı resifleri, kıyının bitişiğinde bulunur. Kenar resifi adı da verilen bu resifler, genellikle volkanik adaların kıyılarına yerleşmiş ve onları çevrelemiştir. Bu durumda doğrudan doğruya kıyıyı meydana getirir. Bazı durumlarda ise ada ile resif arasında dar bir lagün yer alabilir. Kıyı resiflerinin adaya bakan yamaçları az eğimli oldukları hâlde okyanus tarafındaki yamaçları çok eğimlidir.

Set resifleri, kıyı resiflerinden farklı olarak kıyı çizgisinin açığında bulunur. Kıyı ile aralarında okyanusa birkaç yerden açık olan bir lagün yer alır. Bu lagün, bazen çok büyük olabilir. Örneğin Avustralya'nın kuzeydoğu kıyıları açığındaki Büyük Set Resifi'ne ait olan lagünün genişliği 100 kilometreyi bulur. Resifin uzunluğu ise 2000 kilometreye yakındır.

Atoller ise okyanusların ortasında yer alan çember, halka veya elipse benzer şekildeki resiflerdir. Halkanın ortasında, sığ olan ve çapı atolden atole değişen bir lagün bulunur. Bu

lagün, kendisini kuşatan resifin bir veya birkaç yerinde bulunan gedikler vasıtasıyla okyanusla bağlantılıdır. Atollerin deniz seviyesinden olan yükseklikleri fazla değildir; birkaç metreyi bulur. Genişlikleri ise nadiren 1 kilometreyi geçer. Buna karşılık çevre uzunlukları, birkaç kilometre ile birkaç yüz kilometre arasında değişir. Örneğin Büyük Okyanus'taki Marşal Adaları grubundaki elips şekilli Bikini Atolu'nun doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu 41.834 metre, kuzey-güney doğrultusundaki genişliği 24.135 metredir. Çevre uzunluğu ise 106.194 metreyi bulur. Lagünü, 630.000 metreye yakın bir yüz ölçümüne sahiptir ve en derin yeri 58,5 metreyi bulur.

Atollerin daha çok pasifikte yoğunlaştığı dikkat çeker (Şekil 4.13). Büyük Okyanus'taki Marşal Adaları grubundaki atoller gösterilebilir. Bunların sayısı 29'u bulur. Bu atollerin bazıları şunlardır: Taongi, Bikini, Enivretok, Rongetap, Rongerik, Namu, Majuro, AUinglapalap, Mili ve Jaluit atolleri. Atollere diğer bir örnek olarak Hint Okyanusu'ndaki Seyşel Adaları grubunda yer alan Cosmoledo, Ajrican, Eagei ve St. Joseph atolleri ile Meksika Körfezi'nin güney kısmındaki Cayo Arenas, Cayo Nuevo, İsla Perez ve İsla Desterrada atolleri verilebilir.



Şekil 4.13: Atollerin Dağılışı

Resiflerin deniz altında kalan kısımlarının yüksekliği, bazı set resifi ve atollerde yüzlerce metreyi bulabilmektedir. Gerçekten, örneğin, Hawai Adaları'ndan Oahu'da yapılan sondajlarda 360 metre derinliğe kadar mercan resifi geçilmiştir. Bikini atolünde ise resif kalınlığı 750 metre civarındadır. Mercanlar, 60 metreden daha derin sularda yaşamsal fonksiyonlarını devam ettiremediklerine göre bu kadar kalın resif oluşumu nasıl gerçekleşmiştir? Bu hususta çeşitli görüşler bulunmaktadır.

Platform hipotezine göre okyanusların dibinde, derinlikleri mercanların yaşayabilecekleri azami derinliği aşmayan deniz altı sırtları, banklar veya platolar mevcuttur. Platform şeklindeki bu sığlıklar, abrazyon faaliyetleri, pelajik organizmaların birikimi veya volkanik patlamalar neticesinde meydana gelmiş olabilecekleri gibi daha önceden çökmüş bazı eski karaların veya silsilelerin yüksek kısımları da olabilir. Bu çeşit sığlıklar üzerinde yerleşen mercan kolonileri, zamanla yukarıya doğru yükselir. Bu sırada -yukarıda açıklanan biyolojik şartlar altında- daha ziyade açık deniz istikametinde gelişirler. Bunun neticesinde platformun topografik hususiyetlerine göre ya bir set resifi veya bir atol şeklini kazanır.

Öztatik hareketler hipotezine göre buzullar esnasında deniz seviyesinin alçalması neticesinde deniz seviyesi üstüne yükselen eski resifler ve diğer belirgin deniz dibi şekilleri, zamanla dalgalar tarafından aşındırılmış ve bunların yerinde abrazyon platformları meydana gelmiştir. Sonunda interglasiyal şartların dönüşümüne göre deniz seviyesi yükselirken mercanlar bu abrazyon platformları üzerine yeniden yerleşmiş ve deniz seviyesi yükseldiği takdirde kolonilerini yukarıya doğru sürmüştür. Bu gelişme, özellikle açık deniz istikametinde olmuş, bunun neticesinde de merkezî kısım, bir lagüne dönüşmüş; çevre kısmında ise set resifi veya atoller meydana gelmiştir.

Yer kabuğu hareketleri hipotezine göre ileri sürülen görüş, bulguların en çok doğruladığı açıklama tarzı olarak görünüyor. Söz konusu sübsidans kuramı, hem resiflerin büyük kalınlıklara erişmelerini hem de set resifleriyle atollerin oluşumlarını açıklamak bakımından dikkate değerdir. Buna göre kıyı resifi ile çevrilmiş olan bir ada alçaldığı takdirde bu adanın kıyısında mevcut olan saçak resifi zamanla bir set resifi hâline dönüşür çünkü mercanlar, açık deniz tarafında büyümeleri için en müsait şartları bulur. Koloninin ancak bu taraftaki kısmı adanın alçalmasına ayak uydurmak suretiyle alçalma nispetinde yukarıya doğru yükseltebilecektir. Alçalma devamlı olduğu takdirde bu sayede koloni ile ada arasında bir lagün meydana gelecek ve bunun neticesinde mercan kolonisi, bir set resifi karakteri oluşturacaktır. Alçalma hareketinin daha büyük ölçülere erişmesi hâlinde ada, sular altına tamamı ile gömülecek ve bunun neticesinde de set resifi bir atol şeklini alacaktır.

4.8. Kıyı Kumulları

Kıyı bölgelerinde yer alan ve esas olarak deniz tarafından esen rüzgârların taşıma ve biriktirme faaliyetleri sonucu meydana gelmiş bulunan kum örtüleri ve kumullardır (Fotoğraf 4.17). Kurak ve Yarıkurak Bölgeler topografyasında görüldüğü gibi çeşitli tipte olur. Yurdumuzun Bafra ve Çarşamba Ovaları kıyılarında, Sakarya Deltası kıyılarında, Karaburun'da, Kilyos'ta, Şile'de, Çukurova ve Silifke Ovası kıyılarında... kıyı kumullarına örnekler bulunur.



Fotoğraf 4.17: Oregon Kıyı Kumulları

4.9. Kıyı (Yalı) Taşları

Bunlar yeryüzünün belirli sahalarında kıyı nahiyesindeki gevşek maddelerin kireçli bir çimento ile bağlanmaları neticesinde meydana gelen kumtaşı ve konglomera karakterinde oluşuklardır (Fotoğraf 4.18, 4.19). Kıyıtaşı veya yalıtaşı adı verilen bu oluşuklarda bağlayıcı çimentonun kalsit olduğu ortaya konulmuştur. Buna karşılık bağlanan unsurların kuvars veya kavrı kumu, mercan kırıntısı, bazalt veya andezit çakılı veya bloku, şişe kapağı, bir konserve kutusu veya antik bir sütun parçası gibi boyut ve terkip bakımından çok değişik olabileceği tesbit edilmiştir. Bu sebeplerden dolaydır ki dar anlamda yalıtaşı teriminin yalnızca kalker bir çimentoyla bağlanmış ve kıyı nahiyesinde meydana gelmiş bu çeşit oluşuklar için kullanılması ve demir bileşikler, silis veya diğer maddelerle çimentolaşmış kıyı malzemesinin bu terimin kapsamı dışında tutulması tavsiye edilmektedir.



Fotoğraf 4.18: Kıyıtaşı, Cornwall, Greenaway Kıyıları



Fotoğraf 4.19: Kıyıtaşı, Reunion Kıyıları

Uygulamalar

1. Side kıyıları hakkında bir inceleme yapınız.
2. Çukurova ve çevresini bir harita üzerinde inceleyiniz.
3. Küçükçekmece Gölü ve çevresini bir uydu görüntüsü üzerinde inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. Side kıyılarında yalı taşı mevcut mudur?
2. Delta ve lagünleri müşahede edebildiniz mi?
3. Lagünü ve kıyı kordonunu fark ettiniz mi?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Daha çok kara üzerinden akarsular tarafından getirilen, falezlerin işlenmesiyle oluşan veya dalgalar ve akıntılar tarafından taşınan yükün kıyıda birikmesi sonucu oluşan yer şekilleridir. Birikim düzlükleri (birikim platformları), plajlar, ön kıyı setleri, arka kıyı setleri, kıyı okları, kıyı kordonları, tombololar, deltalar, resifler ve kıyı kumulları birikim şekillerini meydana getirir.

Zamanla yekdiğerine ve deniz dibine sürtünerek gittikçe ufalan enkaz, dalga hareketleriyle ve çeşitli akıntılarla açığa doğru nakledilir ve orada ebatlarına göre elenerek abrazyon platformunun dış kenarında depo edilir. Bu deponun kalınlaşması neticesinde abrazyon platformunun dış kenarında bir birikim platformu meydana gelmiş olur.

Plajlar, kıyı çizgisi boyunca uzanan, kum ve çakıllardan oluşmuş biriktirme şekilleridir. Plajları meydana getiren bu detritik unsurların içinde kavkı parçalarıyla iri bloklar da bulunabilir. Plajlar, falezlerin önlerinde ve kıyı ovalarının kenarlarında yer alır. Falezlerin önlerinde yer alanlar ince şeritler hâlinde oldukları hâlde kıyı ovalarının kenarlarındakiler nispeten geniş alanlar kaplar.

Kıyı akıntıları, kıyı çizgisinin bütün girinti ve çıkıntılarını takip etmez. Bunlar, daha ziyade bir çıkıntıdan diğerine yani bir burundan ötekine uzanır fakat burunlar arasında yer alan koyların ve girintilerin ağızlarında derinlik fazladır. Bu sebepten dolayı taşıdığı maddelerle birlikte bir burundan diğerine yönelen bir kıyı akıntısı, koyların ağzına rastlayan bu derin suları geçerken sürüklediği maddelerin bir kısmını buralarda dibe bırakır. Bu birikim sürecinin uzun bir zaman devam etmesi hâlinde dibe çökelen maddeler yavaş yavaş yükselerek deniz seviyesine kadar ulaşır. Biriktirme, akıntının burnu terk ettiği noktadan başladığından bu suretle meydana gelen deponun bir ucu buruna bağlıdır ve oradan koyun ağzına doğru uzanır. Deponun yüzeyi deniz seviyesine kadar yükseldiği andan itibaren bu, dalgalar tarafından da işlenmeye başlar. Bunun neticesinde bu deniz altı setinin dış yamacı dalgalar tarafından aşındırılır. Ardından koparılan maddelerin bir kısmı, dalgalar tarafından setin üst kısmına ve iç yamacı üzerine yığılır. Bunun neticesinde deniz altı seti yavaş yavaş yükseklik kazanarak bir müddet sonra suların üstüne çıkar. Bunun yüzeyi üzerinde bir yandan dalgalar, bir yandan rüzgârlar aşındırma ve biriktirme suretiyle değişiklikler yapar. Böylece girintili çıkıntılı kıyılarda enkaz göçü ve kıyı akıntılarıyla taşınan kum, çakıl gibi çeşitli boyuttaki unsurlar, girintilerin veya koyların nispeten derin olan ön kısımlarında hız azalması veya ters akıntıların varlığı gibi nedenlerle biriktirilir. Unsurların üst üste yığılmalarıyla oluşan birikintilerin su yüzüne çıkmaları ve aynı zamanda koyların ağızlarındaki bir burundan karşı buruna doğru uzanmalarıyla ok biçiminde birikim şekilleri gelişir. İşte bu suretle meydana gelen ve bir ucu bir buruna bağlı, diğer ucu ise serbest olan birikim şekillerine kıyı oku adı verilir.

Bir kıyı okunun koyun ağzını kapatacak şekilde gelişmesi ve karşı buruna bağlanmasıyla da kıyı kordonu meydana gelir.

Bir adayı karaya veya adaları birbirine bağlayan setlere veya kıyı oklarına tombolo adı verilir.

Deltalar akarsuların okyanus veya denizlere döküldükleri ağız kısımlarında esas olarak onların taşıyıp getirdikleri çeşitli boyuttaki flüvyal kökenli unsurların yığılmasıyla meydana gelmiş, basit ve karakteristik şekliyle denize doğru delta veya üçgen şeklinde çıkıntı yapan birikim şekilleridir. Bununla beraber deltaların oluşum ve gelişimlerinde dalgalar ve akıntılar da mühim rol oynayabilir.

Denizlerin yüzeyinin tahminen 8 milyon kilometre karelik bir kısmında polip adı verilen canlılar, kıyıların şekillenmesinde faal bir rol oynamaktadır. Bu küçük canlılar, koloniler hâlinde yaşar ve mercan resifi adı verilen yapıları meydana getirir. Resifler, mercan adı verilen koloniler hâlinde ve bir yere tutunarak yaşayan deniz canlılarının kalker iskeletlerinin üst üste yığılması ve su yüzüne çıkmasıyla meydana gelen biriktirme şekilleridir.

Kıyı kumulları kıyı bölgelerinde yer alan ve esas olarak deniz tarafından esen rüzgârların taşıma ve biriktirme faaliyetleri sonucu meydana gelmiş bulunan kum örtüleri ve kumullardır.

Yalıtışları ise yeryüzünün belirli sahalarında kıyı nahiyesindeki gevşek maddelerin kireçli bir çimento ile bağlanmaları neticesinde meydana gelen kumtaşı ve konglomera karakterinde oluşuklardır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki şekillerden hangisi diğerlerinden farklıdır?

- a) Kıyı okları
- b) Kıyı kordonları
- c) Tombololar
- d) Falezler
- e) Deltalar

2) Deltaların oluşumu ve gelişimini etkileyen bazı faktörler mevcuttur. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi değildir?

- a) Akarsuyun taşıdığı enkaz miktarı
- b) Deniz dibinin topografya şekli
- c) Dalga şiddeti
- d) Akıntı durumu
- e) Tabaka seviyesi olayları

3) Zamanla yekdiğerine ve deniz dibine sürtünerek gittikçe ufalan enkaz dalga hareketleri ve çeşitli akıntılarla açığa doğru nakledilir ve orada, ebatlarına göre elenerek abrazyon platformunun dış kenarında depo edilir. Bu deponun kalınlaşması neticesinde abrazyon platformunun dış kenarında oluşan yerşekli aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Birikim Platformları
- b) Plajlar
- c) Kıyı Okları
- d) Tombololar
- e) Deltalar

4) Aşağıdaki şekil hangi, kıyı şekline işaret etmektedir?



a) Kıyı Kordonu

b) Delta

c) Skayer

d) Fiyord

e) Ova

5) Aşağıdaki şekil hangi, kıyı şekline işaret etmektedir?



a) Kıyı Kordonu

b) Delta

c) Skayer

d) Fiyord

e) Ova

6) Aşağıdaki şekil hangi, kıyı şekline işaret etmektedir?



a) Tombolo

b) Delta

c) Skayer

d) Burun

e) Ova

7) Atoller nasıl oluşur?

8) Lagünlerin oluşumunda boğulmuş kıyı olmanın sağladığı avantajlar mevcut mudur?

9) Tuzla Kamil Abduş ve Küçükçekmece lagünlerindeki ekolojik sorunlar nelerdir?

10) Deltalardaki mekânsal kullanım delta oluşum ve gelişimini nasıl etkiler?

Cevaplar

1) d, 2e, 3) a, 4) a, 5) b, 6) a (7-10. sorular için araştırma yapınız.)

5. KIYI TOPOGRAFYASININ GELİŞİMİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyılarda çok çeşitli etmen ve süreçlerin tesiri altında meydana gelen çeşitli aşınım ve birikim şekilleri bütün bu etken ve süreçlerin tesiri altında ve uzun bir zaman boyunca gerek yatay gerekse dikey yönlerde ne gibi bir değişim ve gelişim geçireceği bu dersimizde ele alınarak değerlendirilecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Aşınım döngüsünün temel ilkeleri nelerdir?
2. Kıyılarda döngü nasıl cereyan eder?
3. Dik ve yatık profilli kıyılarda gelişim süreçleri farklı olabilir mi?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyı topografyasının gelişimi	Dik profilli derin (yüksek) ve yatık profilli sığ (alçak) kıyılarda gelişim süreçlerini kavrar.	Dik profilli derin (yüksek) ve yatık profilli sığ (alçak) kıyılarda gelişim süreçleri açıklanır. Örnekler verilir. Harita ve fotoğraf üzerinden gösterilir.

Anahtar Kavramlar

- Dik Profilli Derin (Yüksek) Kıyı
- Yatık Profilli Sığ (Alçak) Kıyı
- Teşekkül
- Oluşum
- Tekamül
- Gelişim
- Aşınım döngüsü
- Başlangıç
- Gençlik
- Olgunluk
- Yaşlılık
- Polisiklik
- Monosiklik

Giriş

Kıyılarda görülen yerçekillerinin zaman dâhilinde az çok belirli bir sıraya göre geliştikleri ve bu kıyı gelişiminin muayyen safhalarını karakterize eden şekillerin mevcudiyeti söz konusudur. Dolayısıyla her bir farklı şekil ve süreç döngünün farklı bir seviyesine işaret etmektedir.

Hatırlanacağı üzere aşınım sürecinin başlaması ve bitmesi bir dönü olarak ifade edilmektedir ve döngü gençlik, olgunluk ve yaşlılık safhaları olarak tasnif edilmektedir fakat bu esnada deniz seviyesinin veya karanın mevkiinde herhangi bir değişiklik meydana gelmediği farz edilmiştir. Bu gibi seviye değişimlerinin meydana gelmesi hâlinde kıyı gelişiminin kesintiye uğrayacağı ve değişen şartlara tekabül eden yeni bir döngünün başlayacağı şüphesizdir. Anlaşılabacağı üzere kıyı hâline geçen bir sahanın geçireceği değişimin mahiyeti, genel bir kural olarak, başlangıç anındaki morfolojik karakteri yani asli kıyı şekli tarafından tayin edilir. Daha açık bir ifade ile gelişimin seyri ve mahiyeti, asli şekillerin bir sonucudur. Bu böyle olduğuna göre çok değişik asli kıyı şekillerine tekabül etmek üzere gene çok değişik gelişim tiplerinin mevcut olabileceği düşünülebilir.

Fakat bu safhaların erişilmesi, yalnız aradan geçen zamanın uzunluğuna değil, aynı zamanda kıyı bölgesini meydana getiren kayaların direnç derecelerine ve söz konusu kıyının şekillenmesinde rol oynayan etken ve süreçlerin şiddet derecesine de bağlıdır. Bu sebepten dolaydır ki gelişim bakımından aynı safhaya ait karakteristik şekilleri arz eden fakat biri dirençli, diğeri dayanıksız kayalardan yapılmış olan iki kıyı, şekillenmenin süresi yani bu safhanın erişilmesi için aradan geçen zamanın uzunluğu bakımından aynı yaşta değildir. Dayanıksız kayalardan oluşan kıyılarda safhalara daha erken erişilir. Mesela böyle bir kıyı olgunluk safhasını karakterize eden manzarayı gösterdiği anda dirençli kayalardan yapılmış aynı yaşla bir diğer kıyı çizgisi ancak gençlik safhasında bulunur.

Kıyı gelişimine ait bu safhaların yeryüzünde ne dereceye kadar yaygın oldukları, üzerinde durulması gereken önemli bir sorudur. Kıyıların büyük ekseriyeti hâlen gençlik safhasının hususiyetlerini arz eder. Olgunluk safhasına erişmiş kıyılara ait örnekler nispeten daha azdır. İhtiyarlık safhasına erişmiş kıyılara ise şimdiye kadar hemen hiçbir örnek gösterilmemiştir. Bu şayanı dikkat durumun başlıca sebebini bugünkü kıyı çizgisinin nispeten çok yakın bir mazide meydana gelmiş olması teşkil eder. Bugünkü deniz seviyesine zamanımızdan takriben 6-10 bin sene önce erişilmiştir. Hâlbuki kıyı gelişiminin olgunluk fakat bilhassa ihtiyarlık safhalarının erişilmesi için çok daha uzun bir zamana ihtiyaç vardır. Kıyıların en büyük kısmı henüz gençlik safhasında bulunduğu göre Flandr transgresyonundan bu yana geçen zamanın kıyıların olgunluk ve bilhassa ihtiyarlık safhasına erişmesi için kâfi uzunlukta olmadığı düşünülebilir.

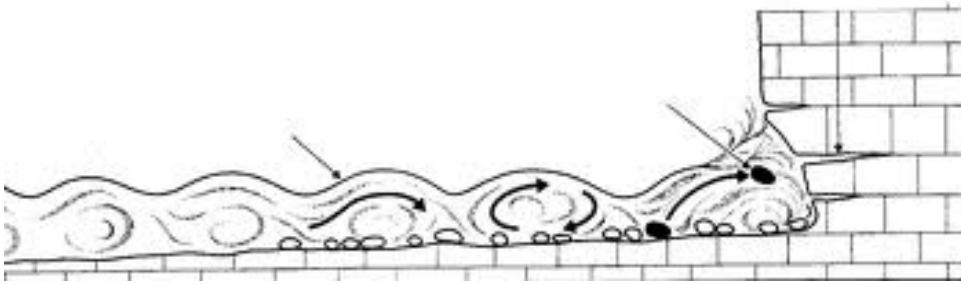
Bununla beraber bütün bu farklı asli kıyı şekillerini geçirecekleri gelişimin mahiyeti bakımından iki büyük gruba ayırabiliriz.

1. Dik Profilli Derin (Yüksek) Kıyılar

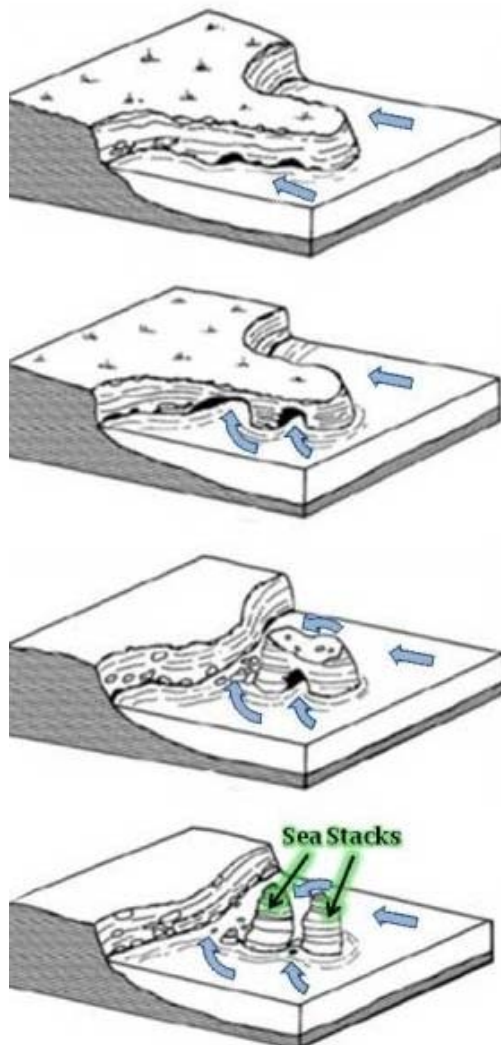
2. Yatık Profilli Sığ (Alçak) Kıyılar

5.1. Dik Profilli Derin (Yüksek) Kıyılarda Gelişim

Yüksek ve eğimli rölyef arz eden vadilerle yarılmış bir sahanın örnek olarak dağlık bir bölgenin deniz ile temas hâlinde meydana gelecek asli kıyı şekli, dik ve derin olması ve kıyı çizgisinin girintili çıkıntılı bir seyir izlemesi ile dikkat çeker (Şekil 5.1, 5.2).

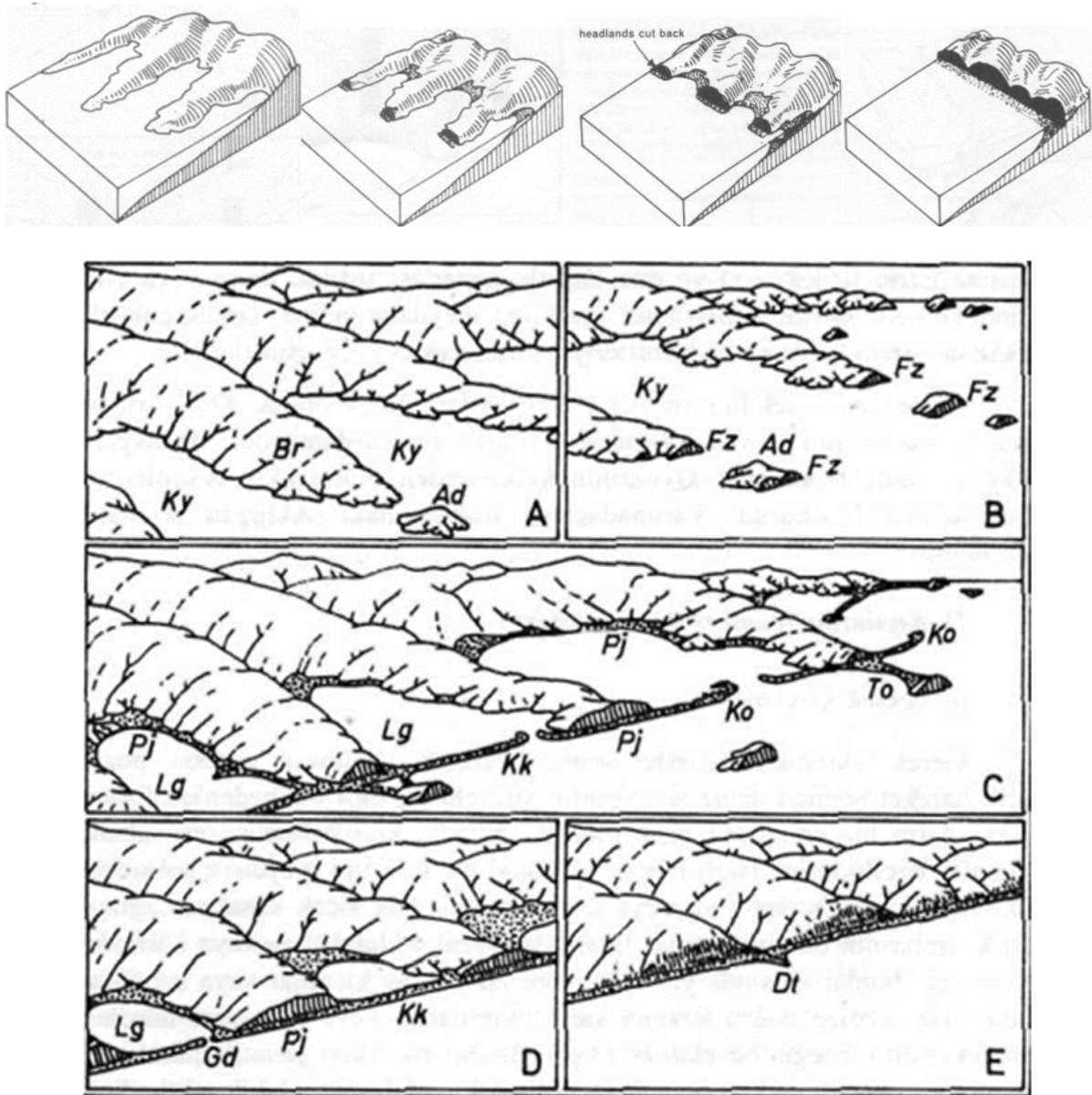


Şekil 5.1: Yüksek Kıyı ve Aşınım Süreci



Şekil 5.2: Yüksek Kıyı ve Aşınım Süreci

Böyle bir kıyının önünde adalar da bulunabilir. Engebeli, akarsularca yarılmış bir karanın sular altında kalması ile bu tip bir kıyı meydana gelir. Bazı istisnai lokasyonlar haricinde bugünkü kıyıların asli şeklini tayin etmek hususunda son deglasyonuna paralel olarak meydana gelen deniz seviyesi yükselmesinin yani Flandr (Flandriyen) transgresyonunun kesin bir rol oynadığı sonucuna varılır. Bir bakıma bütün kıyılar genetik bakımından boğulmuş, kıyıları grubuna dâhildir. Buna rağmen bazılarının girintili çıkıntılı, bazılarının düz uzanışlı, alçak ve sık olması, bu kıyılardan bir kısmının boğulmuş, diğerlerinin sular sathından dışarıya çıkmış olmasından değil fakat esas itibarıyla kıyı bölgesi hâline geçen sahanın morfolojik karakteri ve aradan geçen zaman esnasında kıyının maruz kaldığı değişiklikler ile alakalıdır. Diğer taraftan kıyı çizgisinin girintili çıkıntılı karakteri, mutlaka boğulma eseri ile olmayabilir. Arızalı bir deniz tabanının sular yüzeyine yükselmesi hâlinde de meydana gelecek kıyı çizgisinin aynı karakteri göstermesi beklenir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Yüksek Kıyılarda Jeomorfolojik Gelişim (Hoşgören, 2010)

A. Başlangıç evresi
B. Gençlik evresi başı
C. Gençlik evresi sonu
D. Olgunluk evresi başı
E. Olgunluk evresi sonu
KY- Koy veya körfezler;
Br- Burunlar,
Ad- Adalar,
Fz- Falezler,
Pj- Plajlar,
Ko- Kıyı okları,
Kk- Kıyı kordonları,
To- Tombololar,
Lg- lagünler,
Dt- Delta,
Gd- Kıyı kordonları üzerindeki gedikler

Gerek tektonik hareketler sonucu karanın alçalması, gerekse pozitif östatik hareket sonucu deniz seviyesinin yükselmesi gibi bir nedenle oluşmuş yüksek, derin bir kıyı düşünecek olursak burada kıyı hâline geçen sahanın topografik özelliklerine bağlı olarak herhangi bir kıyı tipi meydana gelecektir. Bu kıyıda, denize açılan vadi veya tektonik oluk gibi alçak sahaların ağız ve aşağı kısımlarının bir kısmı sular tarafından işgal edilerek koy veya körfezleri oluşturacak, bunlar arasında yer alan nispeten yüksek kısımlar veya su bölümü sahaları ise denize doğru uzanan kara çıkıntılarını veya burunları meydana getirecektir Bu durumda kıyı girintili çıkıntılı bir görünüm kazanacak ve kıyı önünde de irili ufaklı adalar yer alabilecektir.

Böyle bir kıyıda, jeomorfolojik gelişimin ilk safhaları veya gençlik evresinin ilk zamanlarında (gençlik evresi başı) kıyı çizgisi aslı h linden daha intizamsız bir şekil alır, direnç farkları bütün teferruatı ile belirir ve kıyı çizgisi çentikli kıyı karakterini gösterir. Burunlarla adaları dalga aşındırmasına maruz kalan  n kısımlarında ve ortalama deniz seviyesinin hemen üzerinde falez çentikleri meydana gelecek ve bunlar, zamanla, falez (yalıyar) şeklinde gelişecektir. Zamanın akışı içinde falezler gerileyecek ve önlerinde, su seviyesinin altında dalga aşındırma düzlükleri meydana gelecektir. Falezlerin gelişiminde ve gerilemesinde dalgaların karayı alttan oymaları, buna bağlı olarak dayanaksız kalan üst kısımların yıkılmaları, heyelan olayları, falezlerin üzerindeki sel ve seyelan sularının aşındırma faaliyetleri gibi faktörlerin etkileri görülür.

Gençlik evresinin sonlarına doğru falezlerin giderek gerilemesine bağlı olarak dalga aşındırma düzlüklerinin genişlikleri de gittikçe artar. Kıyı açığındaki küçük adaların bir kısmı, dalga aşındırmasıyla ortadan kaldırılır. Büyük adalar ise önemli ölçüde kütle kaybına uğrar. Bu arada -enkaz göçüne bağlı olarak- kıyıda plajlar, kıyı okları, kıyı kordonları, tombololar gibi çeşitli birikim şekilleri meydana gelir. Ağız kısımları kıyı kordonlarıyla kapatılan koylar

lagünlere dönüşür. Onların kenarlarında da plajlar meydana gelir. Buraya dökülen akarsuların ağızlarında ise deltalar oluşur.

Altı oyulmuş bir falez, bunun önünde aşınım bakiyesi olan adacıklar ve sütunlar, tanzim edilmemiş bir abrazyon platformu, falez dibinde meydana gelmiş geçici bazı art kıyı setleri bu safhanın başlıca şekilleridir. Buna mukabil safhanın sonların doğru abrazyon platformu genişlemiş, burunlar büyük ölçüde gerilemiş, art kıyı setleri gelişmiş, muhtelif şekilde kıyı okları, kancalı oklar ve tombololar meydana gelmiş bulunur. Kıyı oklarının ve tomboloların gerisinde ise lagünler görülür.

Olgunluk evresinin ilk zamanlarında (olgunluk evresi başı), kıyı çizgisi gerilemesine devam eder. Bu aşamada onun falezlerin önlerindeki kumsallarla onların devamını teşkil eden ve eski koyların ağızlarını kapatan kıyı kordonlarıyla düz bir uzaniş sahip olduğu görülür. Lagünler, gerek kıyı çizgisinin gerilemesine gerekse arka taraflarında oluşan birikim sahalarına bağılı olarak gittikçe küçülür.

Olgunluk evresinin sonunda kıyı çizgisi, koyların başlangıç evresindeki arka kenarlarına kadar geriletilir. Yerli kayadan oluşan falezler, vadi ağızlarında kesintiye uğrayacak şekilde tüm kıyı boyunca düz bir şekilde uzanır. Bu kısmın önünde ise yine düz bir şekilde uzanan kumsal veya plaj şeridi yer alır. Akarsu ağızlarında meydana gelmiş bulunan delta çıkıntıları bu düz uzaniş yer yer bozar.

Netice itibariyle gelişimin ilerlemiş (*olgunluk*) safhasında kıyı çizgisi de kıyıyı şekillendiren etken ve süreçler arasında bir denge hâli teessüs etmiştir. Kıyı profili denge profilini almıştır. Küçük adalar, oklar, bağlama setleri dalgalar tarafından ortadan kaldırılmıştır. Burunlar çok gerilemiş ve hemen hemen koyların geri kısımları ile aynı hizaya gelmiştir. Başka kelimelerle kıyı tanzim edilmiştir. Falezlerin yükselti ve eğimleri çok azalmıştır. Falezlerin eteklerinde ancak fırtına setleri görülür.

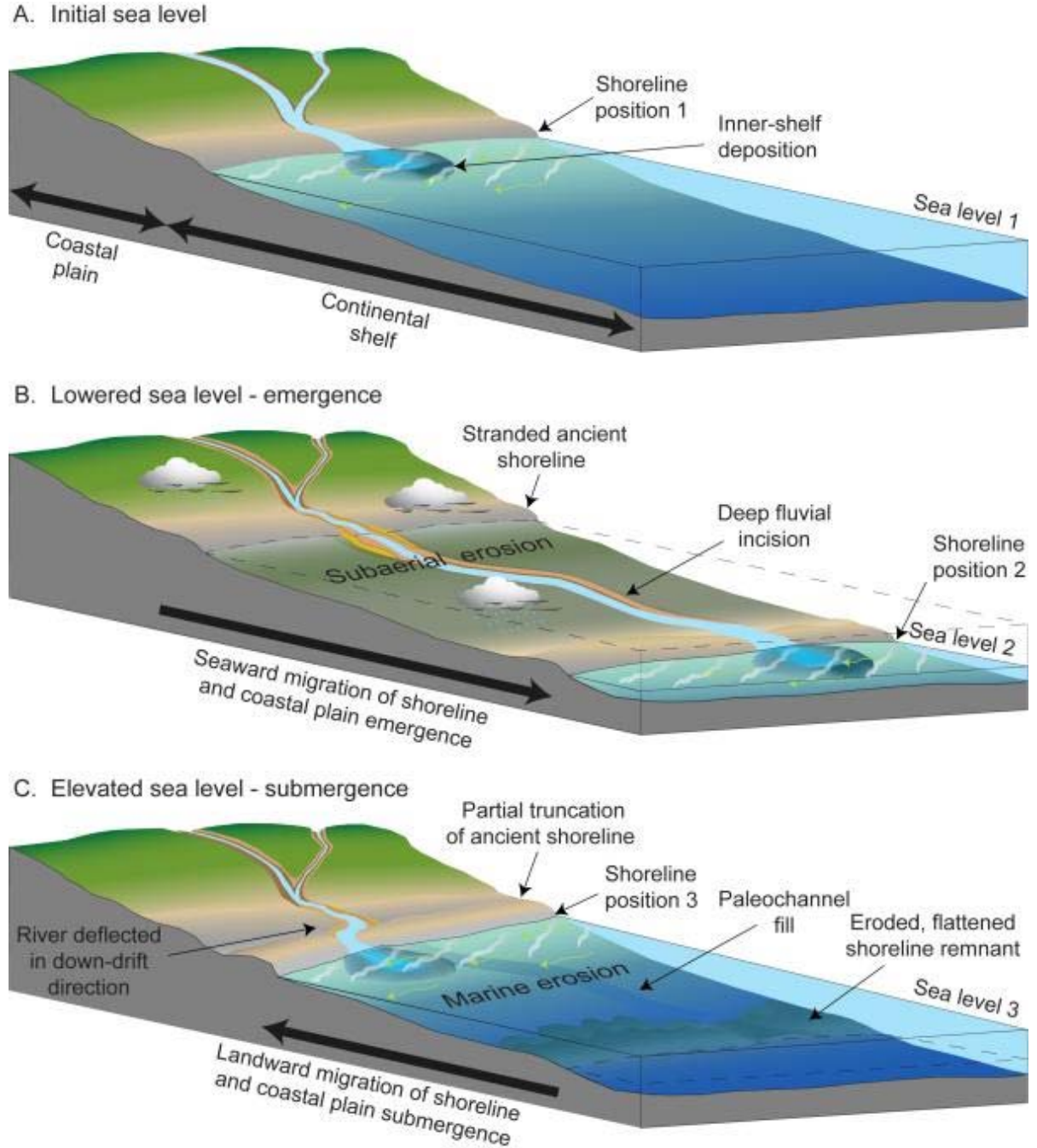
İhtiyarlık evresinde, falezli kıyının geriletilmesi giderek yavaşlar ve nihayet durur çünkü artık falezlerin önünde ve dalga aşınım düzlüğü üzerinde yer alan ve kıyı boyunca uzanan birikim şeridi iyice gelişmiştir. Kıyı çizgisi yakınında su derinliği çok azalmış ve buna bağılı olarak da dalgaların aşındırma gücü minimuma inmiştir. Artık dalgalar deniz seviyesinin yüksek olduğu zamanlarla fırtınalı zamanlarda bile falezlerin tabanlarına ulaşamaz ve dolayısıyla onları aşındırıp geriletemez.

Gelişimin bu son (*ihtiyarlık*) safhasında kıyının gerisinde bulunan saha aşındırma etmen ve süreçleri tarafından hemen hemen deniz seviyesine kadar aşındırılmış olarak bulunur. Bu esnada kıyı çizgisi önünde çok geniş ve pek az meyilli bir abrazyon ovası meydana gelmiştir. Bu şartlar altında aşınım yüzeyinin fazla eğimli olamayan profili, hiçbir falez dikliği veya herhangi bir arıza ile kesintiye uğramadan deniz altında da uzanır.

5.2. Yatık Profilli Sığ (Alçak) Kıyılarda Gelişim

Bu şekli arz eden kıyıların yükselmeler veya deniz seviyesinin alçalması neticesinde deniz dibindeki az eğimli veya düz, röliefin su yüzeyine çıkması suretiyle oluştuğu ana

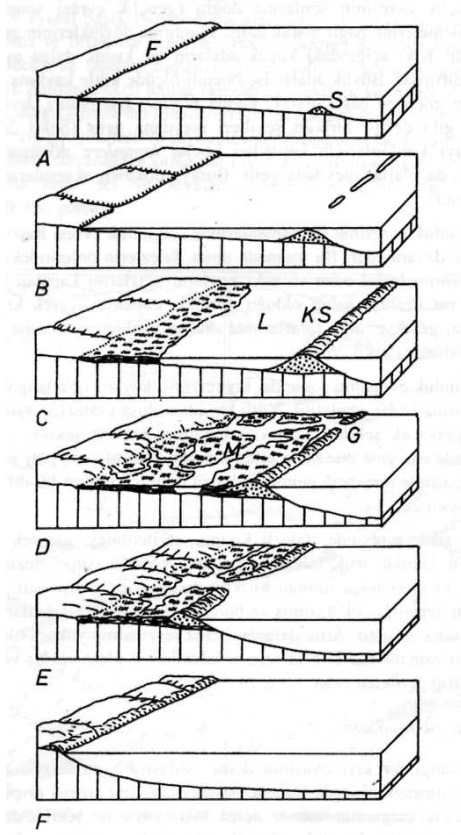
hatları ile genellikle farz edilir. Fakat böyle bir fikri olduğu gibi kabul etmeye imkân yoktur çünkü deniz dibi, genellikle sanıldığı gibi dümdüz ve arızasız olmadığı gibi mesela bir ovanın veya iyi tesviye edilmiş bir aşınım yüzeyinin sular altına dalması hâlinde meydana gelecek olan asli kıyı şekli de yatık profilli ve sığdır (Şekil 5.4, Fotoğraf 5.1). Yatık profilli sığ kıyıların gelişimi bakımından da birbirinden farklı şekillerle ayrılan üç safhaya ayırmak mümkündür (Şekil 5.5).



Şekil 5.4: Sığ Kıyılar ve İşleyen Süreçler



Fotoğraf 5.1: Sığ Kıyı (Trinity Adası, Yunanistan Akdeniz Kıyıları)



Şekil 5.5: Alçak Kıyılarda Jeomorfolojik Gelişim

A, B ve C gençlik evresi, D ve E olgunluk evresi

F- Alçak falez veya çentik

S- Deniz altı seti

L- Lagün.

KS- Kıyı seti ve

G- Gedik

Gelişimin ilk (*gençlik*) safhanın başlıca hususiyetler olarak ön kıyı setinin teşekkülü, bunun tedricen karaya doğru yer değiştirmesi, kıyıda alçak bir falezin teşekkülü ve lagünlerin dolmaya başlaması olarak belirtilebilir.

Bu safhada herhangi bir kıyı ovasının deniz istilasına uğramasıyla oluşmuş bir alçak kıyı düşünecek olursak burada, başlangıçta, kıyı çizgisi nispeten düzdür. Düz olan bu kıyı çizgisinin önünde açığa doğru yavaş bir şekilde derinleşen sığ bir deniz yer alır. Bundan dolayı büyük dalgalar kıyı çizgisine ulaşamaz ve onun oldukça açığında kırılır veya çatlar. Buradaki kırılma veya çatlama zonunda deniz tabanı derinleştirildiği gibi bu derinleştirilen kısmın kara tarafındaki kenarında, enkaz birikimi sonucu, bir deniz altı seti veya deniz altı kordonu oluşur. Bu arada kıyıya ulaşan küçük dalgalar burada yükseltisi fazla olmayan bir falez meydana getirir. Deniz altı seti giderek yükselir ve zamanla kısmen veya tamamen su yüzüne çıkar. Böylece oluşan setli kıyıda kıyı setiyle kara arasında bir lagün bulunur.

Gelişimin ilerlemiş (*olgunluk*) safhasında abrazyon platformları zamanla karaya doğru ilerler. Buna bağlı olarak ön kıyı seti ile bunun arkasındaki marşlar ve kıyıda meydana gelmiş olan alçak falez ortadan kaldırılır. Asli profilin yerini bir denge profili alır. Bu profil asli profilden kıyıya yakın kısımların aşındırılarak daha fazla bir eğim almış olmaları ile belirir. Kıyıya yakın sahada derinliğin abrazyon ile artmış olması neticesinde dalgalar kıyı çizgisi üzerine ilk safhada olduğundan daha fazla hücum eder ve onu geriletir. Bunun neticesinde kıyı çizgisinde yeniden düşük yükseltide falezler meydana gelir. Diğer taraftan aynı aşındırma faaliyeti neticesinde kıyı çizgisinin yatay istikametteki uzanışı tanzim edilir.

Bu safhada lagün meydana geldikten sonra akarsularla karadan taşınan çakıl, kum, şilt, kil gibi çeşitli boyuttaki malzemeye doldurulmaya başlanır. Buraya kıyı setinin üzerindeki gediklerden gelgit akıntıları ve fırtınalı zamanlardaki dalgalarla da malzeme getirilir. Böylece lagün zamanla dolarak arada yer yer tuzlu bataklıkların bulunduğu bir ova hâline dönüşür. Bu arada kıyı seti sürekli olarak karaya doğru geriletir. Önünde oluşan dalga aşındırma düzlüğünün sahası gittikçe genişlerken gerisinde bulunan tuzlu bataklıklarla kaplı lagün sahası giderek daralır.

Gelişimin son (*ihtiyarlık*) safhası nazari olarak olgunluk safhasındaki manzaradan pek büyük bir fark göstermez. Esas itibarıyla kıyı çizgisinin gerilemesi neticesinde abrazyon platformunun karaya doğru büyük ölçüde genişlemiş olması ile temayüz eder. Kıyıya

sonradan eklenmiş olan tüm bu sahalar ortadan kaldırılır ve deniz başlangıç evresindeki kıyıya ulaşarak buradaki alçak falezleri tahrip eder ve yeni falezler oluşturmaya başlar. Gelişimin bu son evresinde kıyının görünümü başlangıç evresindeki gibi benzer. Ancak başlangıç evresinde kıyı yakınında suyun derinliğinin çok az olduğu ve buna bağlı olarak dalgalar açıkta kırıldığı hâlde bu evrede, kıyı yakını aşınım sonucu daha derindir ve dalgalar kırılmadan veya çatlamadan kıyıya ulaşabilir. Ayrıca kıyı çizgisinin önünde geniş bir dalga aşındırma düzlüğü yer alır.

Uygulamalar

1. Doğu Karadeniz kıyılarını inceleyiniz.
2. Bafra Ovası kıyılarını inceleyiniz.
3. amaltı tuzlası kıyılarını inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. Doğu Karadeniz kıyılarında oluşum ve gelişim süreci hangi kıyılardaki gelişime uygun düşer?
2. Bafra Ovası kıyılarında gelişimin nasıl devam etmesi beklenir?
3. Çamaltı tuzlası ve çevresi için fütürist bir değerlendirme yapınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Kıyılarda görülen yerşekilleri zaman dâhilinde az çok belirli bir sıraya göre gelişmesi ve bu kıyı gelişiminin muayyen safhalarını karakterize eden şekillerin mevcudiyeti söz konusudur. Dolayısıyla her bir farklı şekil ve süreç döngünün farklı bir seviyesine işaret etmektedir.

Farklı asli kıyı şekillerini geçirecekleri gelişimin mahiyeti bakımından iki büyük gruba ayırabiliriz:

- Dik Profilli Derin (Yüksek) Kıyılar
- Yatık Profilli Sığ (Alçak) Kıyılar

Yüksek ve eğimli rölyef arz eden vadilerle yarılmış bir sahanın örnek olarak dağlık bir bölgenin deniz ile temas hâlinde meydana gelecek asli kıyı şekli, dik ve derin olması ve kıyı çizgisinin girintili çıkıntılı bir seyir izlemesi ile dikkat çeker.

Böyle bir kıyıda, jeomorfolojik gelişimin ilk safhaları veya gençlik evresinin ilk zamanlarında (gençlik evresi başı) kıyı çizgisi aslı hâlden daha intizamsız bir şekil alır, direnç farkları bütün teferruatı ile belirir ve kıyı çizgisi çentikli kıyı karakterini gösterir.

Olgunluk evresinin ilk zamanlarında (olgunluk evresi başı), kıyı çizgisi gerilemesine devam eder. Bu aşamada onun falezlerin önlerindeki kumsallarla onların devamını teşkil eden ve eski koyların ağızlarını kapatan kıyı kordonlarıyla düz bir uzanışa sahip olduğu görülür. Olgunluk evresinin sonunda kıyı çizgisi, koyların başlangıç evresindeki arka kenarlarına kadar geriletilir. Yerli kayadan oluşan falezler, vadi ağızlarında kesintiye uğrayacak şekilde tüm kıyı boyunca düz bir şekilde uzanırlar. Netice itibarıyla gelişimin ilerlemiş (olgunluk) safhasında kıyı çizgisi de kıyıyı şekillendiren etken ve süreçler arasında bir denge hâli teessüs etmiştir.

İhtiyarlık evresinde, falezli kıyının geriletilmesi giderek yavaşlar ve nihayet durur. Artık dalgalar deniz seviyesinin yüksek olduğu zamanlarla fırtınalı zamanlarda bile falezlerin tabanlarına ulaşamaz ve dolayısıyla onları aşındırıp geriletemez. Gelişimin bu son (ihtiyarlık) safhasında kıyının gerisinde bulunan saha aşındırma etmen ve süreçleri tarafından hemen hemen deniz seviyesine kadar aşındırılmış olarak bulunur. Bu esnada kıyı çizgisi önünde çok geniş ve pek az meyilli bir abrazyon ovası meydana gelmiştir. Bu şartlar altında aşınım yüzeyinin fazla eğimli olamayan profili, hiçbir falez dikliği veya herhangi bir arıza ile kesintiye uğramadan deniz altında da uzanır.

Sığ kıyılarda, gelişimin ilk (gençlik) safhanın başlıca hususiyetler olarak ön kıyı setinin teşekkülü, bunun tedricen karaya doğru yer değiştirmesi, kıyıda alçak bir falezin teşekkülü ve lagünlerin dolmaya başlaması olarak belirtilebilir.

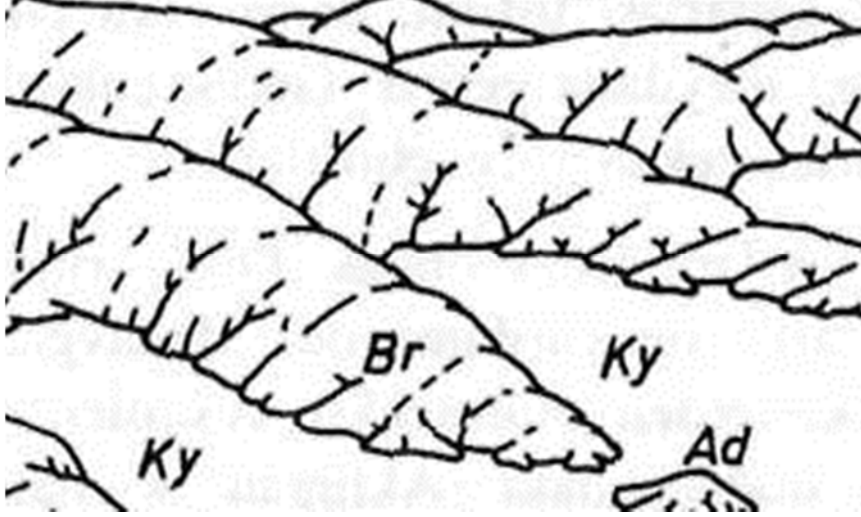
Gelişimin ilerlemiş (olgunluk) safhasında abrazyon platformları zamanla karaya doğru ilerler. Buna bağlı olarak ön kıyı seti ile bunun arkasındaki marşlar ve kıyıda meydana gelmiş

olan alçak falez ortadan kaldırılır. Asli profilin yerini bir denge profili alır. Bu profil asli profilden kıyıya yakın kısımların aşındırılarak daha fazla bir eğim almış olmaları ile belirir.

Gelişimin son (ihtiyarlık) safhası, nazari olarak olgunluk safhasındaki manzaradan pek büyük bir fark göstermez. Esas itibarıyla kıyı çizgisinin gerilemesi neticesinde abrazyon platformunun karaya doğru büyük ölçüde genişlemiş olması ile temayüz eder. Kıyıya sonradan eklenmiş olan tüm bu sahalar ortadan kaldırılır ve deniz başlangıç evresindeki kıyıya ulaşarak buradaki alçak falezleri tahrip eder ve yeni falezler oluşturmaya başlar.

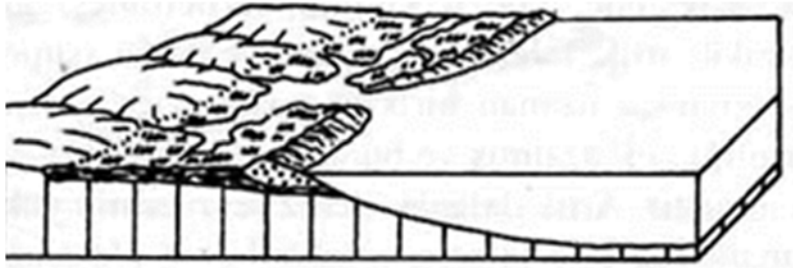
Bölüm Soruları

1) Aşağıda görülen şekilde hangi tip kıyının hangi safhadaki döngüsüne işaret edilmektedir?



- a) Derin Kıyılar – Başlangıç
- b) Yüksek Kıyılar – İleri Olgunluk
- c) Sığ Kıyılar – Başlangıç
- d) Sığ Kıyılar – İhtiyarlık
- e) Yüksek Kıyılar – Yaşlılık

2) Aşağıda görülen şekilde hangi tip kıyının hangi safhadaki döngüsüne işaret edilmektedir?



- a) Derin Kıyılar – Başlangıç
- b) Yüksek Kıyılar – İleri Olgunluk
- c) Sığ Kıyılar – Başlangıç
- d) Sığ Kıyılar – Olgunluk

e) Yüksek Kıyılar – Yaşlılık

3) Yüksek ve eğimli rölyef arz eden vadilerle yarılmış bir sahanın deniz ile temas hâlinde meydana gelecek asli kıyı şeklinin aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

a) Dik ve derin olması

b) Sığ ve yatay olması

c) Eğimli ve sığ olması

d) Sığ ve eğimli olması

e) Dik ve sığ olması

4) Çentikli kıyıların varlığı döngünün hangi aşamada olduğuna işaret eder?

5) Arc'ların mevcut olduğu kıyılar kıyı profili bakımından hangi kıyılara işaret eder?

6) Lagünler, marshlar hangi kıyılarda karakteristiktir?

7) Dalgaların erişemediği ölü falezlerin mevcut olduğu yüksek kıyılarda döngünün hangi safhasına işaret edilir?

8) Dünya kıyıları genel bir kabul olarak döngünün hangi safhasını yaşamaktadır?

9) Aynı yaşta fakat farklı kayaç yapısına sahip kıyılarda safhayı tasnif ederken önümüze çıkan engeller neler olabilir?

10) Sığ kıyılarda lagünlerin dolmaya başlamış olması hangi safhaya işaret eder?

Cevaplar

1) a, 2) d, 3) a (4-10. sorular arası için metne bakınız. Araştırma yapınız, uygulama ve arazi çalışmaları gerçekleştiriniz.)

6. KIYI MORFOLOJİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ KESİNTİLER VE KARIŞIKLIKLAR

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyı topografyasında aşınım döngüsünün uzun bir jeolojik kronoloji boyunca aynı koşullarda seyretmediği bir gerçektir. Bu nedenle döngüde birçok kez kesintiler meydana gelmiş, eski döngü son bulurken yeni döngüler başlamıştır. Önceki jeomorfoloji derslerinde bu konu detaylı olarak işlenmiştir. Ancak burada özellikle günümüzde küresel iklim değişimlerinin ve deniz seviyesindeki oynamaların insanları endişelendirmesi nedeniyle jeomorfolojik bir döngü kesintilerinden ziyade bu konuya ışık tutacak şekilde mevzu ele alınarak değerlendirilmiştir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Tüm buzulların erimesi hâlinde deniz seviyesinin ne kadar yükselmesi beklenmektedir?
2. İzostatik hareketler nelerdir?
3. Klimatik öztatik hareket nedir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyı morfolojisinin gelişiminden kesintiler	Deniz seviyesi değişimleri, küresel iklim değişimleri olgusu, küresel iklim değişimlerinin olası sonuçları ve kıyılar üzerindeki etkileri, olası güncel deniz seviyesi değişimlerinin ölçüsü konularını kavrar.	Deniz seviyesi değişimleri, küresel iklim değişimleri olgusu, küresel iklim değişimlerinin olası sonuçları ve kıyılar üzerindeki etkileri, olası güncel deniz seviyesi değişimlerinin ölçüsü konuları açıklanır.

Anahtar Kavramlar

- Deniz seviyesi değişimi
- Klimatik hareketler
- Diastrofik hareketler
- Negatif hareketler
- Pozitif hareketler
- Kabuk hareketleri
- Tektonik hareketler
- İzostatik hareketler

Giriş

Kıyıların jeomorfolojik gelişimi konusu gözden geçirilirken karanın ve denizin konumunda dikey istikamette hiçbir değişimin meydana gelmediği, diğer bir ifade ile morfolojik gelişiminde herhangi bir seviye değişimine maruz kalmadan seyrettiği farz edilmiştir fakat bu, ancak konunun daha kolay açıklanmasını sağlayan bir varsayıştır. Hakikatte ise -tıpkı flüviyal şekillendirmede olduğu gibi- karanın veya denizin mevkiinde meydana gelen oynamalar kıyıların gelişimi bakımından birtakım oynamalara sebep olur ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açar.

Kıyı gelişiminde ihtiyarlık safhasına erişilmesi için çok uzun bir zamana ihtiyaç vardır. Bu kadar uzun bir zaman esnasında ise gerek karanın gerek deniz seviyesinin hareketsiz kaldığını kabul etmek güçtür. Esasen gözlemler de bunun aksini göstermekte, kıyı çizgisinde bir taraftan çeşitli kabuk hareketleri bir taraftan da deniz seviyesindeki değişimler dolayısı ile değişikliklerin meydana geldiğini, bir gelişim devresinin kesintiye uğrayarak diğerinin başladığını ortaya koymaktadır.

Kıyı çizgisinin mevkiinde değişiklikler meydana getiren bu çeşit olaylar çok yönlü şekillerde tezahür etmiş olabilir. Kıyı bölgesi epirojenik hareketlerle alçalıp yükselebilir, bükülür, eğimlenir veya faylarla kat edilerek bir kısmı sular altına dalabilir.

Volkanlardan çıkan lavların birikimi veya püskürmeler neticesinde kıyının bir kısmının veya yer yer geniş bir sahanın manzarası değişebilir. Deniz seviyesi ise diastrofik veya glasiyal östatik hareketlerle yer değiştirebilir. Bu gibi ihtilafların meydana gelmesi hâlinde o zamana kadar devam eden gelişim devresi kesintiye uğrar ve yeni şartlara göre yeni bir döngü devresi başlar. Bu yeni devrenin başlangıcında kıyının asli şekli, daha eski safhaya ait asli şekillere benzeyebilir veya benzemeyebilir. Buna göre de yeni döngü devresi eskisine benzer veya benzer olmayan bir seyir takip eder. Bütün bunlar göreceli ihtimaller değildir. Bilakis tabiatta birçok kıyılar bu tür gelişim şartlarına ait izler taşır ve polisiklik bir karakter gösterir.

Bütün bu değişimler arasında en önemli sonucu olan değişiklikler, kıyı çizgisinin konumunda dikey istikamette meydana gelen değişikliklerdir. Bu değişikliklere neden olan olaylar Flüviyal Morfoloji (Topografyalar I: Akarsu Topografyaları) adlı derste detaylı olarak ortaya konulmuştur. Bu nedenle bu konuya burada etraflıca değinilmeyecektir. Ancak yükselme veya alçalmaya veya daha bitaraf tabirlerle negatif ve pozitif hareketlere ait delilleri ve deniz seviyesi değişimlerini burada gözden geçireceğiz.

Kıyı bölgesinde yakın zamanda negatif bir hareketin vuku bulunduğunu gösteren birçok delil mevcuttur. Bunların bir kısmı aşağıdaki gibidir:

Kıyı taraçaları bu bakımdan dikkate değerdir. Kıyı taraçaları aradan geçen zamanla orantılı olarak tedricen silikleşir, ortadan kaldırılır. Eski faleze tekabül eden dikliğin kaidesinin seviyesi, taraçanın teşekkül ettiği sıradaki deniz seviyesinin mevkiine karşılık gelir. Kabaca Pleistosene atfedilen kıyı taraçaları dünyanın birçok bölgesinde tespit edilmiştir.

Bunların bir kısmının bilhassa daha eski olanlarının genel ve yerel kabuk hareketleri ile alâkalı olmaları ne kadar muhtemel ise bir kısmının ve bilhassa daha yeni olanlarının Pleistosen'deki glasiyal östatik hareketler neticesinde meydana geldikleri de o kadar muhtemeldir.

Okyanus ve denizlerde suların altındaki deniz altı vadilerinin östatik hareketler neticesinde sular altında kalmış olmaları muhtemeldir. Bu ise pozitif bir harekete işaret eder. Binlerce metre derinliğe kadar takip olunabilen deniz altı vadilerini östatik seviye değişiklikleri ile izah etmeye imkân yoktur. Bu gibi hâllerde kıta kenarının epirojenik stilde bir hareketle büküldüğünü kabul etmek gerekir.

Deniz tarafından örtülmüş sahalardan sondajlar vasıtası ile elde edilen depoların mahiyeti, pozitif bir seviye değişikliğinin vuku bulduğu hakkında kıymetli ipuçları sağlayabilir. Kara hayvanlarına ait iskeletler, kömür ve turba yatakları gibi kara üzerinde meydana gelen teşekkülata ait unsurlar ihtiva eden depoların meydana çıkarılması, bahis mevzuu deniz dibinin evvelce kara olduğu ve bilahare deniz dibi hâline dönüştüğü hakkında kesin birer delil teşkil eder.

Deniz altında müşahade edilen vadi şekilleri karalar üzerinde ve akarsular tarafından meydana getirilmiş olup bilahare ya östatik seviye değişiklikleri veya kabuk hareketleri neticesinde bugün bulundukları derinliklere erişmişlerdir. Bu görüş, birçok hâllerde ve mesela Karadeniz'de gerçeğe çok daha yakın görünmektedir. Buna mukabil ikinci bir görüşe göre deniz altındaki vadi şekilleri bizzat deniz altında cereyan eden bazı süreçlerin tesirine atfedilir ve bunların çamur ve silt ile yüklü türbülanslı akıntıların, deniz altı depremlerinin sebep oldukları akıntıların veya deniz dibindeki kütle hareketlerinin eseri oldukları kabul edilir fakat bu izah tarzını bütün deniz altı vadileri için kabul etmek güçtür.

6.1. Deniz Seviyesi Değişimleri

Yer sistemi bileşenlerinin (hava küre, su küre, taş küre ve canlılar küresi) Dünya'nın oluşumundan bu yana etkileşim içinde oluşturdukları dengeler, coğrafi ortamlara özellik kazandırmıştır. Bu bileşenlere insanın eklenmesi uzun bir süre yer sisteminin diğer dört bileşeni arasında oluşan dengede etkili olmamıştır. Bununla birlikte sanayi devrimi ile başlayarak insanın etkinliklerinde fosil yakıt kullanması ve bu kullanımı giderek artırması büyük enerji kaynaklarını kontrol etmesine ortam hazırlamıştır.

İnsanın etkinliklerinde fosil yakıt kullanarak enerjiyi kontrol etmesi yaşamını kolaylaştırmakla birlikte atmosfere bırakılan sera gazlarının (başta CO₂) insan kaynaklı iklim değişimine neden olduğu kabul edilen bir yaklaşımdır. Hükûmetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin 2007 raporlarında 20. yüzyılın ortasından beri küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artışın insan kaynaklı olduğu IPCC 2001 raporlarına göre daha net bir şekilde ifade edilmiştir.

İklim özelliklerindeki değişim, etkileşim içindeki yer sisteminin bileşenlerinde de farklı sonuçlara neden olacaktır. İklim değişiminin en önemli sonuçlarından biri de olası deniz seviyesi yükselmesidir. Olası deniz seviyesi yükselmesi ve buna bağlı kıyı değişiminin etkileri değişik çalışmalarda ele alınmıştır.

Olası deniz seviyesi yükselmesinin kıyılardaki etkileri konusunda genel değerlendirmeler yanında yerel durumlardan hareketle ayrıntılı bilgi veren çalışmaların yeterli olmadığı düşünülmektedir. Kıyı sistemlerinde, gerek jeomorfoloji açısından gerek şehir yerleşmelerinin bulunduğu alanlarda olası deniz seviyesi yükselmesi etkilerinin ve sonuçlarının sosyal ve ekonomik bakımlardan dikkate değer olacağı açıktır.

6.2. Küresel İklim Değişimleri Olgusu

İklim, içinde canlıların yaşadığı yerkürede hayati öneme sahiptir fakat son dönemlerde doğal süreçlerin de ötesinde iklimde değişimlerin olduğu görülmektedir. Bu değişimin başlıca sebebi olarak da insan ve onun faaliyetleri görülmektedir. Bu bakımdan değişimin ölçüsü, nedenleri ve sonuçları dikkate değerdir.

İklim değişikliği, tüm Dünya'nın veya belli bir bölgenin ikliminin jeolojik tarih boyunca değişikliğe uğraması demektir. Bir yerin birkaç yıl ile milyon yıl arasında belli sebeplerden dolayı atmosfer ile ilgili niceliklerinin değişmesi iklim değişikliği ile ilgilidir. Bu değişikliklerin nedeni, Dünya'nın kendisine ait olabileceği gibi, Güneş ışığı veya son zamanlarda insan gibi dış etkenlerden dolayı da olabilir. Son yıllarda özellikle çevre politikalarındaki kullanım bakımından iklim değişikliği kavramı sadece çağdaş dönemdeki değişiklikleri konu almaktadır. Özellikle küresel ısınma ile iklim değişikliği kavramları birbiriyle ilintilidir.

Günümüzdeki ısınma doğal süreçlerin de ötesinde havada oranları artan su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotmonoksit (N₂O) ve kloroflorokarbonlar gibi

sera gazlarının sebep olduğu sera etkisinden kaynaklandığı ifade edilmektedir fakat bu değişimleri yalnızca bu süreçlere atfetmenin doğru olmayacağı, bunların yanı sıra başka faktörlerin de var olduğu söylenebilir. Bunlar ise aşağıdaki gibi özetlenebilir. Yaklaşık 200 milyon yıl öne tek kara parçası olan Pangea parçalanmış ve her bir parça magma üzerinde hareket ederek yer değiştirmiştir. Böylece ana karanın parçaları zamanla Dünya'nın yüzeyinde yavaşça hareket ederek başta ekvator ve kutuplara göre, karasallık ve denizellik gibi var olan konumları bozulmuş, yükselti değerleri değişmiştir. Bütün bunlar ise aynı sahanın farklı iklim bölgelerine sahip olmasına neden olmuştur.

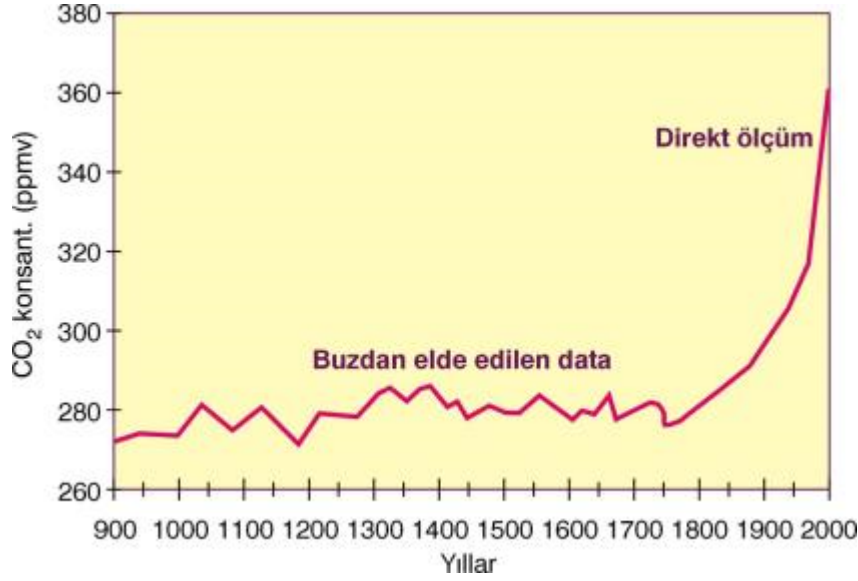
Bir diğer önemli faktör Dünya'nın hareketlerindeki değişimdir. Milutin Milankovitch'in ortaya attığı ve Milankovitch teorisi olarak bilinen bu yaklaşıma göre Dünya uzayda hareket ederken yaptığı üç devirli hareketin bir sonucu olarak yeryüzüne düşen Güneş enerjisindeki dalgalanma iklim değişikliğine sebep olabilir. Yani bu teoriye göre iklim değişikliklerinin nedeni yeryüzüne gelen Güneş enerjisindeki değişimlerdir.

Dünya Güneş etrafında hareket ederken yörüngesindeki değişiklikler Dünya'ya gelen enerjide değişime neden olmaktadır. Yörünge eliptikten yaklaşık dairesel bir şekle kadar değişebilir. İkinci değişim Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönme eksenindeki sapmadır. Teoriye göre bu sapma 23.000 yılda bir periyodik olarak gerçekleşmektedir. Üçüncü değişiklik ise Dünya'nın Güneş etrafındaki dönme ekseninin eğimindeki sapmadır. Günümüzde yörüngedeki eğrilik 23,5 derece iken 41.000 yıllık döngü içerisinde bu eğrilik değeri 22 ile 24,5 derece arasında değişmiştir. Eğrilikteki değişim ne kadar az olursa yaz ve kış arasındaki mevsimsel değişiklikler de o kadar az gerçekleşmektedir.

Geçmişte Güneş'ten gelen enerjinin yıllar boyunca yüzde 0,1'den fazla değişmediği düşünülmekteydi fakat uydulardaki ölçüm aletleriyle yapılan ölçümlerden anlaşıldığına göre Güneş enerjisi sanıldığından daha fazla değişim göstermektedir. Ayrıca Güneş'ten gelen enerji, Güneş patlamalarıyla ve lekeleriyle biraz daha değişmektedir. Patlamaların en çok olduğu zamanlarda yayılan enerji de daha fazla olmaktadır. Küçük buz çağı zamanında Güneş patlamalarının çok az olduğu ve ortalama küresel sıcaklığın 0,5 derece kadar düştüğü gözlenmiştir.

Bir diğer faktör tabii kaynaklardan fosil yakıtların tüketilmesi ve insanların neden olduğu mikroskobik katı ve sıvı parçacıklarının atmosfere karışıp iklim üzerinde etkili olmasıdır. Fabrikalardan ve araçlardan çıkan gazlar, yangınların neden olduğu karbondioksit ve diğer zehirli gazlar ile toz bulutları atmosferin aşağı kısımlarında konumlanabilir.

Toz ve sülfat gibi parçacıklar Güneş ışığını dağıtıp yansıtarak havanın soğumasına neden olurken dumandaki kurumlar gibi elemanlar ise Güneş ışığını absorbe eder ve etrafındaki havayı ısıtır. Sülfat parçacıklarının en önemli kaynağı fosil yakıtlardır. Bundan başka okyanuslarda mikro bitkiler (plankton) de önemli bir sülfat parçacığı kaynağıdır. Bunlar atmosfere karışıp oksitlenerek sülfür dioksit oluşturur ve bu da sülfat parçacıklarına dönüşür. Volkanik patlamalardan da önemli ölçüde sülfür atmosfere karışmaktadır. Volkanik patlamalarda atmosfere bırakılan CO₂ miktarıyla sera etkisi artacağından bu durum küresel sıcaklıkta artışa neden olmaktadır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: Karbondioksit Konsantrasyonlarının Geçmiş 1000 Yıldaki Değişimi

Bilindiği gibi Güneş'ten gelen kısa dalga boylu radyasyon atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Yer tarafından tutulan Güneş radyasyonu daha sonra uzun dalga boylu yer radyasyonu olarak atmosfere bırakılır. Bırakılan uzun dalga boylu radyasyonun bir bölümü atmosferde bulunan sera gazları tarafından tutulur ve tekrar bırakılır. Atmosferin yapısında var olan bu gazlar başta su buharı olmak üzere karbondioksit, metan, diazot monoksit, ozon ve aerosollerdir. Atmosferin ısınmasında başlıca etkiye sahip olan doğal sera gazlarının bulunmaması durumunda yeryüzünün sıcaklığının bugüne göre ~30 °C daha soğuk olacağı hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra atmosferde çeşitli insan kaynaklı nedenlerle miktarı artan bu gazlar yeryüzünün sıcaklığında belirgin artmalara neden olmaktadır.

Bu bakımdan metan gazının atmosfere salınmasında çürüme, kömür madenciliği, bitki yanması ve çiftlik hayvanları etkili olmaktadır. Esasında atmosfere bırakılan metanın %40 ila 70 arasında değişen miktarının insan kaynaklı olduğu ifade edilebilir. Atmosferdeki metan konsantrasyonunun karbondioksit konsantrasyonundan az olmasına rağmen metanın infrared radyasyonu tutma kapasitesi daha fazladır. Su buharı, doğal sera gazı etkisinin %75'ini sağlayan en önemli faktördür ve ana kaynağı buharlaşmadır. Atmosfere giren toplam su buharı miktarı doğal hâlde atmosferde bulunan su buharı miktarının yanında ihmal edilebilecek seviyede olduğundan diğer sera gazlarından ayrılır. Karbondioksit atmosferin yapısında doğal olarak bulunan bir bileşen olmasına rağmen insan aktiviteleri sera gazı etkisini arttırıcı yönde karbondioksit miktarında artışa neden olmaktadır.

Güncel iklim kayıtları, termometreler, barometreler ve anemometreler tarafından yapılan uzun süreli ölçümlerle belirlenir. Okyanus ve göllerin diplerinden çıkarılan sedimentler, bitki ve diğer canlı fosilleri, Grönland ve Antarktika'daki buz katmanlarından elde edilen bilgiler, ağaçların gövdesinde büyüme ile oluşan halkalar, iklimatik yerçekilleri gibi bilgilere istinaden geçmişteki iklimler hakkında değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda ise iklimin sürekli olarak değiştiğini görmekteyiz.

Paleozoik'te özellikle Permokarbon'da şiddetli yağışların ve yüksek sıcaklıkların olduğunu kömür yataklarından anlamaktayız. Kretase yaşlı karasal alanların büyük yer kaplamasını yine deniz seviyelerinin yükselmesine dolayısıyla yağışlı iklime bağlayabiliriz. Neojen dönemindeki depoların oluşumunu da yine nemli iklime dayandırılabilir. Tuz ve jips gibi kayaçların çökeldiği ortamların sıcak karakterli bir iklime sahip olduğunu söyleyebiliriz. Bugün itibariyle kurak ve yarı kurak sahalarda yağışlı iklime veya yağışlı bölgelerdeki buzul morfolojisine ait yerçekillerinin görülüyor olması da farklı iklimlerin yaşandığını ortaya koymaktadır.

Bu bakımdan geçmiş iklimler hakkında jeolojik anlamda daha yakın bir tarihten başlayarak kısa bir değerlendirme yapacak olursak iklimlerin bu kısa dönemde dahi değiştiğini görebiliriz. Dünya, geçmişte birçok iklim dalgalanmasına sahne olmuştur. Bu dalgalanmalar için en bilinen örnek buz devridir. Buzul dönemleri, buzullar arası dönemlerle birbirinden ayrılmış durumdadır. Kar ve buz yığınlarının artması, yansıtılabilirlik değerini yükselttiğinden Güneş ışınlarının bir kısmı buzul devirlerinde geri yansıtılmaktaydı. Bu da atmosfer sıcaklığında yükselmeye neden olmaktadır. Volkanik etkinlikler gibi doğal etmenler sonucunda sera gazlarındaki artış da küresel bir ısınmaya neden olduğu gibi buzullar arası bir dönemi de beraberinde getirebilir.

Bununla birlikte birkaç kere büyük buzullaşma çağı yaşanmıştır. Bunlardan birisi yaklaşık 700 milyon yıl önce, bir diğeri de 300 milyon yıl önce gerçekleşmiştir. Nihayet sonuncu küresel iklim salınımları son 2-3 milyon yıl içinde Kuaterner'de yaşanmıştır. Jeolojik dönemlerdeki östatik, izostatik ve tektonik faktörlerin sonucunda değişen deniz seviyesi, iklim değişimlerinin yüksek frekansta ve yüksek amplitütte meydana geldiği Kuaterner boyunca sıklıkla değişmiştir. Kuaterner'deki iklim değişiklikleri, küresel hidrolojik döngüde önemli değişimler meydana getirerek soğuk dönemlerde düşük, sıcak dönemlerdeyse yüksek deniz seviyelerinin oluşmasına neden olmuştur. Örneğin günümüzden yaklaşık 3000 yıl önce okyanuslardaki buzların erimesi deniz seviyesinin artmasına ve sahil hatlarının kara yönünde ilerlemesine sebep olmuştur. İklim değişimlerinin en yüksek seviyede meydana geldiği Kuaterner döneminde nehir yataklarında biriken buzul dönemine ait olan sedimentler, önceden oluşan buz tabakalarının büyümesine ve suların çekilerek deniz seviyesinin düşmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda yaklaşık 30000 ile 19000 yıl önce Son Glasyal Maksimum sırasında deniz seviyesi günümüzden 110-125 m aşağı düşmüştür. Bu düşme sonucu kıyı bölgelerinde önceden kıta sahanlığı olan yerler kara hâline gelmiş ve günümüzdeki akarsular, bugünkü döküldükleri yerden kilometrelerce uzakta denize ulaşmışlardır.

Görüldüğü üzere günümüzden yaklaşık iki milyon yıl önce iklim değişikliklerine bağlı olarak Kuaterner döneminde aşırı soğuma sonucu okyanus ve denizlerde oluşan buz tabakaları büyüdükçe okyanuslardaki sular çekilerek deniz seviyesi bugünküne göre yaklaşık 110 ile 125 metre alçalmıştır. Bunun sonucunda Sibirya ve Alaska birleşerek tek bir kara parçası hâline gelmiştir. Ayrıca önceden kıta sahanlığı olan yerler zamanla sığ denizlerin içerisinde kara parçası olarak yükselmiştir. Bu sırada oluşan buzul sedimentleri de günümüzde kıta sahanlığı durumunda olan deniz altlarında birikmiştir. Bu sedimentler zaman

zaman fırtına dalgaları ve gelgitsel akıntılarla tekrar hareketlenip erozyona sebep olarak kıyıların değişiminde etkili olmaya devam etmiştir. Bu dönem 4000 yıl kadar sürmüş, daha sonra buzullar çekilmeye ve sıcaklık artmaya başlamıştır.

Bu dönemde Türkiye’de Gediz Nehri, Karaburun yakınlarında Ege Denizi’ne dökülmüştür. Bu sırada Karadeniz’in Ege ve Akdeniz ile bağlantısı kesilmiş ve tatlı su gölü hâline gelmiştir. Marmara Denizi’nin üçte ikisi kara hâline gelmiştir. Buzul ve nehir sedimentleri de şu anda kıta sahanlığı olan deniz altlarında toplanmışlardır. Jeolojik dönemlerden Son İnterglasyal’dan Holosen başlangıcına kadar olan yaklaşık 120 bin yıllık dönemde sıcaklıklar günümüzden 2-3 °C daha sıcak geçtiğinden küresel deniz seviyesinin bugünkü deniz seviyesine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Günümüzden yaklaşık 80000 ile 20000 yıl önce Kuzey Amerika ve Avrupa kıtasının kuzey kesimleri tamamen buzullarla kaplanmıştır.

Dördüncü Jeolojik Zaman’ın son çağı olan ve günümüz olarak da adlandırılan Holosen’den günümüze kadar geçen sürede (yaklaşık 10000 yıl) deniz seviyesi 100 metreden fazla yükselmiştir. Bu yükselmenin yaklaşık 6000 yıl önce sona erdiği tahmin edilmektedir. Gelgit ve deniz seviyesi ölçüm kayıtlarına göre ise küresel ortalama deniz seviyesinin 19. yüzyılın sonundan günümüze kadar geçen 100 yıl süresince yaklaşık 10-25 cm kadar yükseldiği belirlenmiştir.

Son Buzul Maksimum döneminin ardından Dünya deniz seviyesindeki artışlara bağlı olarak Akdeniz suları M.Ö. 12000 yılında Çanakkale Boğazı eşik seviyesine ulaşmış ve Marmara Denizi’ne akmaya başlamıştır. Holosen başlangıcında su seviyesinin -83 m’de durağan hâle geldiği kıyı aşındırma düzlüklerinin varlığından anlaşılmaktadır. Bu dönemin sonrasında yaşanan regresyon ile -65 m’lerdeki deniz seviyesi -71 m’ye gerilemiş ve bu seviyede durağan deniz seviyesi yaşanmıştır.

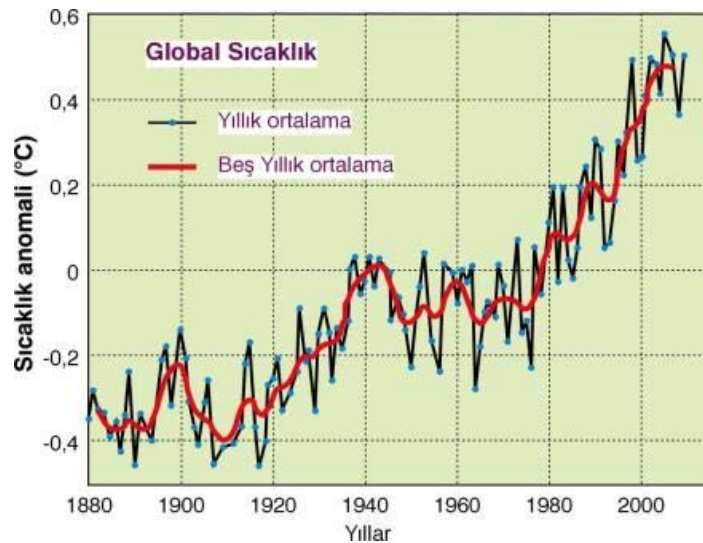
Deniz seviyesinin yükselmesi, özellikle alçak kıyılarda sahillerin sular altında kalmasına sebep olmuştur. Deniz seviyesinin yavaş yavaş yükselerek şimdiki durumuna gelmesiyle Marmara Denizi kıyılarında tektonik oluklarla geniş tabanlı vadiler, birer koy ve körfez hâline gelmiştir. Deniz seviyesi en yüksek seviyesinde olmasına rağmen günümüzden 4000 yıl önce kıyı çizgisinde yer alan akarsuların deltaları denize doğru ilerlemeye devam etmiştir. Bu sırada kıyı çizgisinin gerilediği yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir.

Kuvarterner dönemi boyunca gerçekleşen deniz seviyesi değişimleri Marmara Denizi’nin bugünkü kıyılarının şekillenmesi üzerinde önemli bir paya sahiptir. Özellikle kıyı ovalarının gelişiminde ve kıyı şekillerinin değişmesinde deniz seviyesi değişimlerinin etkisi büyüktür. Bu dönemde oluşan deltalar, günümüzde deniz altında yer almakta olup çoğunlukla kıta sahanlıkları üzerindedir. Deniz seviyesindeki değişime bağlı olarak kıyı ovaları, son buzul çağında deniz seviyesinin alçakta olduğu dönemde bugünkünden daha alçakta iken günümüzde deniz suları altında kalmış ve kıyıdaکی akarsuyun daha baskın duruma geçmesiyle üstleri delta birikintileri ile örtülmüştür. Kıyıda oluşan deltaların zamanla genişlemesiyle de kıyı çizgisi denize doğru çekilerek bugünkü konumuna gelmiştir. Örneğin Çanakkale

kıyılarında 10.000 yıl kadar önce Holosen transgresyonu ile deniz Karamenderes Nehri'nin aşağı kesimine sokulmuştur. Bundan sonra alüvyal birikmenin etkisiyle kıyı çizgisi kuzeye doğru çekilmiştir. Bronz Çağı'na rastlayan ve günümüzden 5000 ile 3500 yıl önce deniz seviyesinde 2 m kadar bir alçalmanın olması Karamenderes Deltası'nın ilerlemesini hızlandırarak kıyı çizgisinin gerilemesine sebep olmuştur.

Deniz seviyesi değişimi üzerinde jeolojik dönemlerden günümüze kadar iklimlerde yaşanan bu değişimlerin yanı sıra tektonik ya da volkanik olarak aktif olan alanlarda meydana gelen kabuk hareketlerinin de önemli etkileri olmuştur. Levha sınırlarına yakın olan bölgelerde kabukta meydana gelen deformasyonlar ya da aktif volkanik alanlardaki kabukta meydana gelen kabarmayla deniz seviyeleri değişebilmektedir. Bu değişimler zamanla deltalarda biriken sediment hareketini de etkileyerek deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Örneğin Son Glasyal Maksimum'un bitiminden deniz seviyesinin bugünkü pozisyonuna ulaştığı zamana kadar okyanus ve denizlere taşınan yaklaşık 50 milyon km³ su, kıyılarda sediment birikimine de neden olmuştur. Deniz seviyesindeki 0.3 m artış, tahmini olarak 30 metrelik bir alanda erozyona neden olduğundan fırtına dalgaları ve gelgitsel akıntılarla tekrar hareketlendirilen bu sedimentler, kıyı şekillenmeleri üzerinde etkili olmaya devam etmektedir. Yine 10000-15000 yıl önce bu süreç değişmiş bir ısınma safhasına girilmiştir.

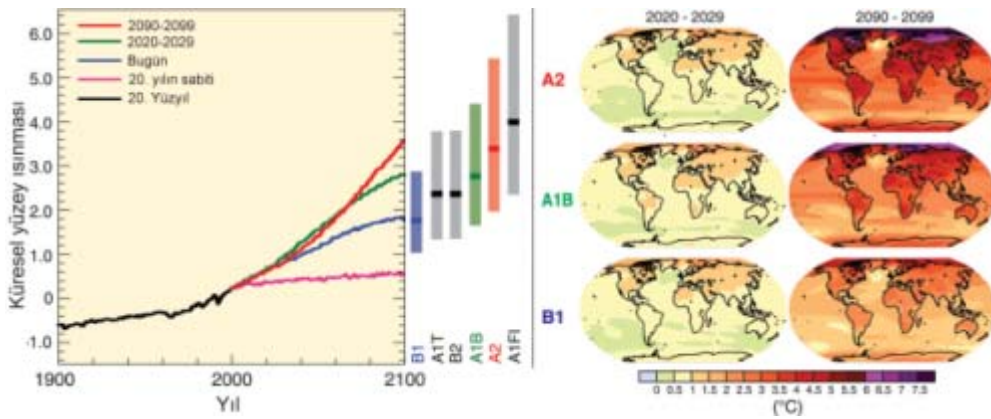
İnsanlık tarihinde de bu gibi değişimler yaşanmıştır. Örnek olarak 1550'lerin ortalarından başlayarak yaklaşık 300 yıllık bir süre ile iklimde soğuma olmuş ve bu dönem Küçük Buz Çağı olarak anılmıştır. 1816 yılı tarihte yer etmiştir. Bu yılda soğuk hava Avrupa'da kıtlığa sebep olmuş, Kuzey Amerika'ya gelen soğuk arktik hava Mayıs-Eylül ayları arasında yazı kışa çevirmiş, bütün ürünleri buz tutturmuştur. Olağanüstü soğuk yazı çok şiddetli bir kış takip etmiştir. Bu nedenle 1816 yılı *yazı olmayan yıl* olarak anılmıştır. 1800'lerin sonlarında ortalama küresel sıcaklık artmaya başlamıştır. 1900'den yaklaşık 1940'a kadar atmosferin alçak kısımlarının ortalama sıcaklığı neredeyse 0,5 derece artmıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: Son Dönem İklim Değişimi Grafiği

Sonraki 25 yıl boyunca iklimde bir soğuma eğilimi söz konusu olmuştur. 1960 ve 1970'lerin sonunda kuzey yarımkürenin çoğunda bu soğuma trendi sona ermiştir. Sonraki 10 yıl boyunca sıcaklık yıldan yıla ve bölgeden bölgeye dikkat çekecek şekilde dalgalanma göstermiş ve bu dalgalanma son dönemde ısınma şeklinde tezahür etmiştir.

1990'larda bu ısınma eğilimi devam etmiş ve son yıllar yirminci yüzyılın en sıcak zaman dilimlerinin yaşandığı safha olmuştur. Son yüz yılda sıcaklık ortalama 0,3-0,6 derece arasında bir artış göstermiştir. Bu artış değeri çok küçük gibi görünebilir fakat küresel sıcaklığın geçmiş 10.000 yıl boyunca 1,5 dereceden daha fazla değişmediği göz önüne alınırsa 0,6 derecelik bir artışın önemli olduğu ortaya çıkmış olur (Şekil 6.3).



Şekil 6.3: Son Dönem İklim Değişimi Grafiği ve Haritası

6.3. Küresel İklim Değişimlerinin Olası Sonuçları ve Kıyılar Üzerindeki Etkileri

Günümüzde gerek interglasyal safhada olmanın bir gereği gerekse çeşitli beşerî sebeplere bağlı oluşan sera gazlarının etkisiyle Dünya, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile karşı karşıya bulunmaktadır. Dünyanın birçok yerinde iklime bağlı kıyı değişimlerinin devam ettiği yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Buna göre Dünya genelinde yaşanacak olan olası bir deniz seviyesi yükselmesinden öncelikli olarak zarar görecekt alanlar alçak kıyılar ve buralardaki yerleşim alanlarıdır.

Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, yalnızca Dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla özellikle kıyı alanlarındaki ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir. Kıyı bölgesindeki arazilerin su altında kalması, plaj ve sahil erozyonları, yeraltı ve yüzey sularının tuzlanması, yüksek su seviyesi gözlemleri ile fırtına ve sel tahribatının artması bunların başlıcalarıdır.

İklimin kıyı topografyası üzerindeki etkisi, soğuk iklimlerde denizin donması ve dolayısıyla dalga aşındırmasının durması, kurak iklim bölgelerinde akarsularla kıyılara taşınan yük miktarının azalması ve buna bağlı olarak kıyılardaki birikim şekillerinin azalması

gibi etkenlerle kendini göstermektedir. Rüzgârlar ise özellikle kıyı kumullarının oluşumunda rol oynamaktadır.

Küresel ısınma üzerinde enerji üretim ve tüketiminin %36, endüstriyel faaliyetlerin %24, ormancılığın %18, tarımsal etkinliklerin %9 ve diğer kaynakların %3 etkisi bulunmaktadır.

Bu nedenlerle iklim değişiminin yaşanması hâlinde ekolojik sistemleri ve doğal kaynakları değiştireceği, insan sağlığını etkileyeceği ve sosyal ve ekonomik değişikliklere neden olacağı açıktır. Günümüzde biyoçeşitlilik küresel iklim değişimi tarafından tehdit edilmektedir. Gelecek 100 yıl içinde 1-3.5 °C ısınma orta enlemlerin ~150-550 km polar enlemlere doğru hareket etmesine neden olacaktır. Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonu yeni şartlara göre şekillenecektir. Muhtemelen türlerin bir kısmı yeni şartlara adapte olup yeni varlığını devam ettirebileceği gibi bir kısmı ise yeterince hızlı uyum sağlayamayıp ortadan kalkabilir.

Gözlemler, deneyler ve modeller küresel ortalama sıcaklıkta 1 °C yükselmenin ormanların kompozisyonunu ve fonksiyonunu etkileyebileceğini göstermektedir. 21. yy için bir iklim değişimi senaryosu, en önemli etkinin Dünya'daki ormanların 1/3'ünün tür kompozisyonunda olacağını göstermektedir. Türlerin yeni kompozisyonları ve yeni ekosistemlerden dolayı yeni orman tipleri oluşabilecektir. Ayrıca hastalık, yangın gibi sıcaklığın yükselmesine bağlı etkiler de görülecektir çünkü kuzey ormanları artan sıcaklıklardan tropikal ormanlardan daha fazla etkilenecektir. Bilindiği üzere ormanlar doğal karbon depolarıdır. Bitkiler tüm karbon kaynağının %80'ini ihtiva eder, toprakta ise %40 karbon bulunur. Ormanlar yer sıcaklığı, yağış, rüzgâr, buharlaşma, terleme, albedo gibi etmenler çerçevesinde yerel, bölgesel ve kıtasal ölçekte iklimden etkilenmektedir.

Dağlık bölgeler, insan aktivitelerinin neden olduğu bozulmanın etkisi altındadır. Bu değişim, dağlardaki buzullar ve kar örtüsünün azalmasından dolayı hidrolojik sistemler ve toprak stabilitesinin çok etkileneceğini göstermektedir. İklim değişimleri ekosistemler ve türleri deniz seviyesinden zirvelere, ekvatorlardan kutuplara doğru veya bunun tersi olarak yer değiştirmeye zorlayacaktır. Tarım, turizm, kerestecilik ve diğer ekonomik aktiviteler bu durumdan olumsuz etkilenecek, gelişmekte olan birçok ülkede halkın beslenme ve yakıt kaynakları zarar görecektir.

Sıcak hava da böcekler ve diğer hastalık taşıyıcıların yayılmasına imkân tanımaktadır. Bu durumda organizmaların yüksek enlem ve boylamlara yayılması mümkün olabilecektir. Günümüzde dahi her yıl iki milyon ölümlerle sonuçlanan 300 milyon malarya salgını meydana gelmektedir. Dünya nüfusunun yaklaşık %45'i malarya geçiren sineklerin bulunduğu iklim bölgelerinde yaşamaktadır. Modeller bu oranın önümüzdeki yüzyılın yarısına kadar %60'a çıkacağını öngörmektedir.

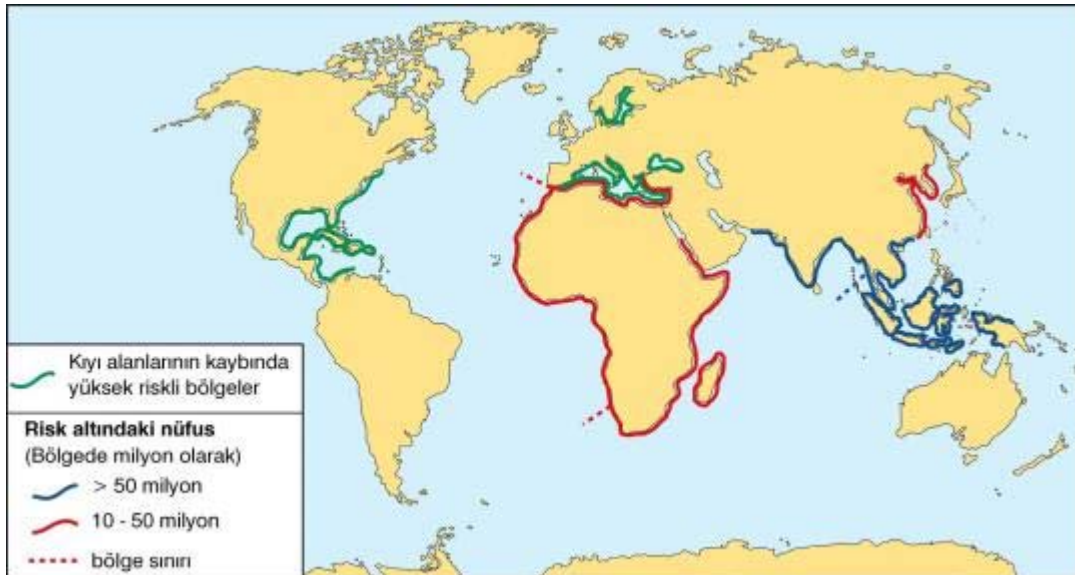
Tarım üretimindeki bölgesel azalmalar sonucu açlık ve kötü beslenmede artışlar görülebilecektir. Bütün bu şartlar uzun vadede özellikle çocuklar için sağlık problemleri

doğuracaktır. Astım, alerjik hastalıklar ve kalp solunum yolu hastalıklarının görülme sıklığı artış gösterebilecektir.

Yağışta meydana gelecek herhangi bir değişim yüzey nemliliği, yüzey yansıtma katsayısı ve bitki örtüsünü etkileyecektir. Bu da buharlaşma ve terlemeyi etkileyerek yağışı etkileyecektir. Bu şekilde hidrolojik döngü değişime maruz kalabilecektir. Tahminler sağanakların şiddetini arttıracaklarını göstermektedir. Bu da suyun zemine sızmasının azalarak su taşkınlarının artacağını göstermektedir. Dolaylı olarak bu ise yeraltı sularının seviyesinin değişiminden tarım üretimine kadar büyük farklılıkların olacağına işaret etmektedir.

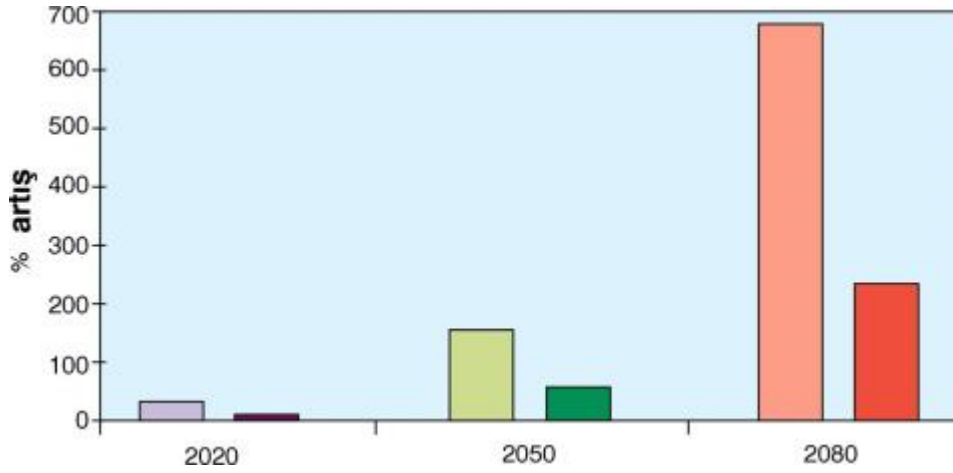
Meydana gelecek bu iklim değişiklikleri, özellikle su kaynakları ve kıyı bölgeleri üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. İklim değişiminden en çok etkilenen alanlardan biri olan kıyılarda kıyı çizgileri deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak gün ya da yıl içerisinde kara yönünde yer değiştirmektedir.

Geçtiğimiz 100 yılda deniz seviyesi ortalama 10-25 cm yükselmiştir. Bu olayın 1860 yılından beri aşağı atmosfer ortalama sıcaklığının 0,3 - 0,6 °C yükselmesi ile çok yakın ilişkisi vardır. Modeller büyük oranda deniz seviyesinin 2100 yılına kadar 15-95 cm yükseleceğini göstermektedir. Beklenen bu yükselme geçmiş 100 yılda meydana gelenden 2-5 kat daha kısa zamanda oluşabileceğini göstermektedir. Ayrıca deniz seviyesindeki değişimin büyüklüğü ve oranı bölgeden bölgeye de değişim göstereceği ifade edilebilir. Bu nedenle kıyı bölgeleri ve küçük adaların tehlike altında olduğu söylenebilir. Gelişmemiş ülkelerin güçsüz ekonomileri büyük bir riskle karşı karşıyadır. Bununla beraber gelişmiş ülkelerdeki kıyı bölgeleri de kuşkusuz bu değişimden etkilenecektir. Güncel deniz seviyesine göre küresel sulardaki seviyesinin 1 m yükselmesi ile Uruguay'ın % 0.05'i, Mısır'ın % 1'i, Hollanda'nın % 6'sı ve Bangladeş'in % 17,5'inin sular altında kalacağı hesap edilmektedir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4: 2080 Yılında Deniz Seviyesindeki Yükselme ile Birlikte Risk Altındaki Kıyı Bölgeleri ve İnsan Sayısı

Tatlı su kaynaklarında azalma olacağı gibi onların kalitesinde de tuzlu su karışımı nedeniyle azalma olacaktır. Yüksek deniz seviyesi, gelgit olayları, deniz ve okyanus dalgaları ve akıntıların aşırı durumları bu olumsuz gelişmeye etki yapabilecektir. Deniz seviyesinin 50 cm yükselmesi ile 100 milyonu bulan insanın risk altında kalacağı ifade edilebilir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5: Deniz Seviyesindeki Artış ile Risk Altında Kalacak İnsan Sayısı

Küresel iklim değişiklikleri ve deniz seviyesindeki yükselmelerden etkilenecek ülkelerin başında Maldiv Adaları, Tuvalu vb. gibi küçük ada devletleri geliyor. Bu devletler denizden sadece 2-5 metre kadar yüksekte ve deniz suyu seviyesindeki yükselmelerin bu ülkelerdeki kara hayatının bitmesine neden olacağı düşünülmektedir. Öngörülere göre su seviyesinin yükselmesi, Bangladeş'te toplam ülke alanın %12-28'sinin kaybına neden olacaktır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin esas etkisi denizlerin en verimli alanları olan kıyılarda görülecektir çünkü rüzgâr ve yağmurların düzensiz hâl alması sonucu besleyici maddelerin deniz ortamına aktarımı da değişecek, değişen akıntı rejimi de göz önüne alındığında günümüzdeki canlı verimliliği ve göç dinamiği kısmen veya tamamen değişecektir.

Deniz suyundaki sıcaklık artışı Pasifik ve Hint Okyanusu'ndaki mercanların sararması ve toplu ölümüne yol açmıştır. Örneğin Karayiplerde 1989-1990 yıllarında deniz suyu sıcaklığının 2 derece artması yani su sıcaklığının 28-29 °C'den 30-31 °C'ye yükselmesi, mercanların kitlesel ölümüne neden olmuştur. Oysa mercanların ortadan kalkması sadece denizlerdeki biyoçeşitliliğin yıkımına yol açmaz ayrıca küresel ısınmadan birinci derece sorumlu olan karbondioksitin denizler tarafından emilimi de azalır. Bu tür süreçler uzmanlar tarafından sistemin küresel çöküşünün işareti olarak yorumlanmaktadır. Benzer olaylar Malezya, Endonezya ve Tayland bölgelerinde de görülmüştür. Dünya denizleri ve okyanuslarında bunlar yaşanırken küresel ısınma ve deniz suyu seviyesindeki değişimler ülkemizi ve dolayısıyla İstanbul'u acaba nasıl etkileyecektir?

Açıkçası küresel ısınmanın denizlerimize etkisini sadece biyoçeşitlilikteki değişime indirgeyemeyiz. Bozulan atmosferik ritim ile denizlerimizde daha farklı bir rüzgar ve akıntı sistemi ortaya çıkacak, bazı limanlarımızda ulaşım aksayacak, balıkçı filolarımızın ve her

türlü deniz araçlarının seyri zorlaşacak, balık çiftlikleri şiddetli dalgalara maruz kalacak, adalara ulaşım aksayacak, deniz ortamı kara alanından daha riskli bir hâl alacaktır. Böylesi bir katastrofa hazırlıklı olanlar denizlerde bayrak gösterirken hazırlıksız yakalananlar ya ciddi acılar yaşayacak ya da karaya hapsolarak denizi seyretmek zorunda kalacaktır.

27 ilimizin deniz kıyısında olmasından dolayı bu illerimizdeki kıyı yapıları, balıkçılık, turizm gibi ticari faaliyetleri ciddi zarar görecektir. Nüfus artışının %2,1 olduğu ülkemizde denizlerimiz hâlâ bir protein deposu iken küresel ısınma ile ortaya çıkacak sorunlar geleneksel balık avcılığına, av türlerine ve yöntemlerine ciddi bir darbe vuracaktır. Bununla birlikte bunun hangi bölgelerde ve hangi şiddette olacağını şimdiden söylemek mümkün değil. Hazırlık ise yok. Etkinin saptanması sanıldığı kadar da kolay değil. Yani doğanın nasıl bir reaksiyon göstereceğini, değişimlerin hangi bölgelerde nasıl olacağını saptamak da zor. Bunu önceden kestirmenin tek yolu ise denizlerimiz üzerine yaptığımız izlemeleri daha geniş bir alana yaymak ve izlenilen parametreleri de arttırmak olarak özetleyebiliriz. Benzer metodik yaklaşım, karalar içinde geçerli ve küresel iklim değişimin etkisini kara-deniz-atmosfer etkileşimi şeklinde bir bütün olarak değerlendirmek gerekiyor. Bu değişimleri takip eden ülkeler elde ettikleri verilere göre ulusal politikalarını oluşturacaklarından kârlı çıkacaklar, değişimi takip etmeyenler ise diğerlerine muhtaç kalacaklardır. Küresel ısınmanın ülkemiz denizlerinde başta biyoçeşitliliğe yapacağı etkiye baktığımızda her denizin farklı sorunlarla karşı karşıya kalacağını görürüz.

Akdeniz, Cebelitarık Boğazı ile Atlantik Okyanusu'na bağlı ve Atlantik Okyanusu'ndaki ekolojik-oşinografik değişimler Akdeniz'i direkt etkilemektedir. Diğer yandan Akdeniz; Kızıldeniz ve Hint Okyanusu'ndaki değişimlere de açıktır çünkü 163 km uzunluk, 15 metre derinlik ve 365 m genişlikteki Süveyş Kanalı yoluyla birçok tür Akdeniz'e girmiştir ve hâlâ girmektedir. Örneğin Akdeniz'de bulunduğu bilinen 650 balık türünden 90 tanesi havzanın yeni müdavimleridir. Bunlardan 59 tür Süveyş Kanalı yoluyla Akdeniz'e girmiştir. Bazıları da Atlantik Okyanusu'ndan gelerek yeni ortama uyuma çalışmaktadır. Hâlen 300 civarında Kızıldeniz kökenli denizel tür Akdeniz'dedir. Ülkemiz sularında tespit edilen Hint Okyanusu kökenli balıkların sayısı şimdiden 30'un üzerindedir ve bunların arasında ticari değere sahip olanlar balıkçılarımızca avlanmaktadır. Sadece İskenderun Körfezi'nde avlanan yabancı türler toplam avın %20'sini oluştururken bu oranın yakın zamanda artması beklenmektedir. Yani yeni balık türlerinin Akdeniz'e girmesi zamanla balık avcılığında değişimlere neden olmuştur. Başta av türleri değişmiş, Hint Okyanusu kökenli, çok renkli birçok yabancı tür ticari değerinden dolayı avlanır hâle gelmiştir. Doğu Akdeniz'de görülen bu balık türlerindeki değişme ve yeni gelen türlerin tüketici açısından önemi ise lezzetteki farklılıktır. Birçok tatil köyünde yenilen bu renkli balıklar geleneksel tatları aratmakta, çoğu kez kimse yediği balığın Hint Okyanusu'nun sıcak sularından geldiğini ve ne olduğunu bilmemektedir.

Bütün bu türlerin doğu Akdeniz'e girmesi ve koloni oluşturup yerli türlerle alan rekabetine girmesinin ana nedenlerinden biri Akdeniz'deki su sıcaklığının artışıdır. Akdeniz'de artık tropikalleşme yaşanmaktadır ve bu tüm havzayı etkilemektedir. Daha şimdiden tropikal türlerden olan ve katil yosun olarak bilinen *Caulerpa taxifolia* türü yosun ile

bir çok balık havzada başarılı bir şekilde gelişmekte, hatta alan kazanmaktadır çünkü Batı Akdeniz’de son 10 yılda yüzey suyu sıcaklığı 0.2 °C derece artmıştır. Bu artış 13 °C gibi sabit bir sıcaklıkta yaşamaya alışan derin deniz balıklar için tehdit oluşturmaktadır. Akdeniz içinde Doğu Akdeniz her zaman daha sıcak bir bölge olmuştur. Öyle ki bazen yaz aylarındaki yüzey suyu sıcaklığı 28-29 °C’yi bulur. Bu sıcaklıklar kış aylarında bile her zaman 20 °C üstünde su sıcaklıkları bildiğimiz tropik denizleri yansıtmaktadır. Batı Akdeniz’de dip sularındaki sıcaklık 1960’tan beri 0.12 °C yükselmiştir. Buna karşın Doğu Akdeniz’deki deniz suyu yükselmesi 1992’den beri ortalama olarak 12 cm’dir. Akdeniz’deki bu sıcaklık artışları sadece balıklar ve omurgasız türleri değil, birçok göçmen tür için de tehlikelidir. Bu değişimin devam etmesi hâlinde sıcaklık artışına duyarlı olan veya dar sıcaklık aralıklarında üreme yeteneğine sahip denizel türlerin üreme dönemlerinin değişmesi ve dağılım alanlarının altüst olması kaçınılmaz olacaktır.

Son yıllarda Orta Akdeniz ve Ege Denizi’nde de görülen yumuşak mercanların (Gorgonlar) ölümü de küresel ısınmayla ilintilidir. Soğuk suya yatkın bu türlerde yüzey sularının termoklin tabakasının altına inmesiyle gorgonların ölüm görülmektedir. 12.000’den fazla deniz canlısının bulunduğu Akdeniz’de bunların kaç tanesinin ve hangi türlerin küresel ısınmadan etkileneceğini kestirmek şimdilik zordur. Deniz suyu seviyesindeki değişimler Akdeniz’deki uzun ve geniş plajların supralitoral zonu ile gelgit bölgesindeki (Mediolitoral) türleri daha fazla etkileyecektir. Bu canlıların arasında kumsalları üreme alanı olarak kullanan veya yumurta bırakan deniz kaplumbağası gibi türlerin üreme alanları plajların yüzey alanlarının azalmasıyla tehlike altına girecektir. Akdeniz’de deniz suyu seviyesindeki yükselmeler hareket yeteneği zayıf sesil ve sedenter türleri daha fazla etkilerken balık gibi aktif yüzücü türleri adaptasyon yeteneği nedeniyle daha az etkileyecektir.

Denizel canlılardan özellikle de bazı balık türleri, küresel ısınmanın anlaşılmasında belirteç görevi görür. Su sıcaklığı; balık türlerinin üremesi ve ideal yaşam alanı oluşturması nedeniyle en belirleyici faktörlerin başında gelir. Balıklar larva ve juvenil denilen ergin öncesi safhalarında su sıcaklığı değişimine karşı oldukça duyarlıdır. Bu nedenle deniz ve nehir arasında göç eden balıkların bu olumsuzluktan etkilenmeleri kaçınılmazdır. Akdeniz’de yaşayan ve Karadeniz ve Marmara’da 20 yıl önce nadir görülen sardalya, kupes ve salpa gibi balıkların bu denizlerde sıkça görülmeye başlanması, hatta İğneada gibi Batı Karadeniz’de avcılığına başlanması deniz suyu sıcaklığının artışıyla ilişkilendirilmektedir. Yine *Thallossoma pavo* (gün balığı) türü balıkların artık Marmara Denizi’nde de görülebilmesi, dağılımının Akdeniz’in güneyinden daha kuzeye çıkması küresel ısınmanın etkileriyle açıklanmaktadır.

Termofilik olarak adlandırılan (sıcağı seven) *Arbacia lixula* denilen bir tür deniz kestanesinin Kuzey Ege ve Marmara Denizi’nde yoğun olarak görülmeye başlanması bu denizlerdeki faunal değişimin öncü işareti olarak değerlendirilmektedir. Diğer yandan Karadeniz’in Akdenizleşmesi süreci devam etmektedir. Bilindiği gibi Akdeniz-Karadeniz bağlantısı son 6.000 yılda tekrar sağlanmış ve Akdeniz kökenli türler bu denize girmiştir. Bu dönemde bu günkü aksine Akdeniz’in su seviyesi daha yüksek idi. Bu giriş günümüzde de devam etmekte olup bu olaya Mediteranizasyon (Akdenizleşme) denilmektedir. Akdeniz’den

Karadeniz'e geçen türlerin temel özelliği yüksek tuzluluk ve sıcak sularda yaşamasıdır. Örneğin mıgır, baraküda, peygamber balığı gibi balık türlerinin bu denize girmesi termofilik türlerin dağılımının genişlediğini gösterir. Bunun da sebebi ise havzanın su sıcaklığındaki yükselmeye ilişkilendirilmektedir. Karadeniz'de Akdenizleşmenin hızlanması, birçok yeni türün bu denize girmesi ve besin zincirini değiştirmesi önümüzdeki yıllarda daha da belirginleşebilir.

Karadeniz'deki ekolojik değişimde bir diğer belirleyici etmen, bu havzadaki organik yüklerin üretim ve tüketim bilançosuna bağlı olacaktır. Bu aşamada küresel ısınmanın plankton üretimini ne ölçüde değiştireceğini bilememekteyiz. Ancak günümüzde hamsi ve çaça gibi balıklar planktonlarla beslenerek su kolonundaki organik yüklerin denizden emilmesini sonuçlar. Bunun olmadığı yani planktonların diplerde biriktiği bir süreçte dipte H₂S oluşumu hızlanacaktır. Dolayısıyla sistemdeki organik maddeleri tüketen balıkların azalmasıyla H₂S tabakası daha da yükselecektir. Bu hâliyle Akdeniz ve Karadeniz arasında biyolojik koridor, bariyer ve aklimizasyon görevi gören Türk boğazlar sisteminin aklimizasyonun yerini adaptasyonun alacağını söylemek zor olmaz. Ayrıca Hint Okyanusu'ndan Akdeniz'e geçen türlerin geçişini sağlayan Süveyş Kanalı'nın yaptığı görevi İstanbul Boğazı'nın yapıp yapmayacağı veya bunu etkileyen faktörlerin ne olduğu sorusu cevaplanmayı beklemektedir. Zira yüzey suyunda tuzluluğu ‰ 40 olan Akdeniz'in , ‰ 38 olan Ege , ‰ 20 olan Marmara , ‰ 18 olan Karadeniz , ‰ 16 olan Kuzey batı, ‰ 14 olan Azak- Kerç boğazı sisteminde yüzey suyu sıcaklığının artışı, Akdeniz kökenli türlerin bu denize girişini hızlandırabilir.

Dış çevredeki değişimin hızına yetişemeyen türlerin kaybolması da olası görülmektedir. Diğer yandan küresel ısınma nedeniyle okyanuslar ve denizlerdeki ana taşıyıcı akıntılarda değişimler görülebilir. Bunun Akdeniz ve Karadeniz arasındaki akıntı sistemine vereceği etki de incelemeye değer bir başka konudur çünkü Akdeniz'den Karadeniz'e çıkan yüksek tuzluluklu ve sıcak alt akıntı ile Karadeniz'den gelen düşük tuzluluklu soğuk üst akıntı deniz canlılarının dağılımını ve göçlerini düzenler. Deniz suyu sıcaklığının artışı Termofilik balık türlerinin Karadeniz'e geçişleri ve girişlerini etkileyeceğinden bu yeni bir lesepriyen göçe benzetilebilir. Bu olguların ışığında Karadeniz'deki av kompozisyonu ve balık türleri de değişecek, türler de muhtemelen artacaktır. Avlanan balıkların miktarları da değişebilir. Bu ise yüzyıllardır geleneksel hâle gelmiş Karadeniz balıkçılığının değişime uğraması demektir. Ancak küresel ısınma Karadeniz'deki H₂S tabakasının kalınlığını değiştirerek en olumsuz etkisini gösterebilir. Zira Akdeniz'den gelen sular daha sıcak olacak, Karadeniz'de bu dengeyi sağlayan tatlı su girdisiyle sıcaklık artışıyla hem azalacak hem de sıcaklık ve yoğunluk ara tabakası yükselecektir. Bu ise anoksik tabakanın yükselmesini sağlayabilir. Bu tabakanın yükselmesi ise zaten hacimsel olarak sadece %7'lik bir alanı deniz canlılarının beslenme ve üremelerine uygun olan alanın azalması demektir. Bu da Karadeniz gibi sınırlı su yenilenmesine sahip, izole ve genetik değişimin az olduğu bir deniz için kaos demektir. Karadeniz'deki deniz suyu seviyesinin yükselmesi veya su sıcaklığının artışı soğuk su seven mersin balığı, alabalık başta olmak üzere bir çok türü de olumsuz etkileyecektir.

Küresel ısınmayla Karadeniz su sıcaklığındaki artış dahası, değişen atmosferik ritm nedeniyle yağış rejimi değişecek, denize besleyici yükler birden girecek, böylelikle mevsimsel plankton patlamaları yaşanabilecektir. Günümüzde yaşandığı gibi tüketiminden fazla üreyen organik maddelerin dibe yığılması ve bunların denizel sülfatları sülfürlere indirgenmesiyle canlı yaşamın dar bir kuşağa hapsedileceği gibi organik maddelerin karadan gelen sediment yükler altına hapsedilmesiyle tersine yani H_2S zonunun daha da inceleceği bir sürece de tanık olabiliriz. Böylesi bir süreçle Karadeniz daha iyi bir ortama da geçebilir.

Bunun da kıyısız ekosistemde başta erozyon olmak üzere tuzlanma ve diğer değişim ve tahribatlara yola açacağı aşîkardır. Özellikle dalga zonunda yaşayan deniz yosunlarının ve bunlarla birlikte yaşayan omurgalı ve omurgasız canlıların su seviyesi yükselmelerinden etkilenmeleri kesindir. Bu yosunların başta eklembacaklı, kabuklu ve balıklara yaşam alanı oluşturması ve bunun zamanla yok olarak besin zincirini temelden etkilemesi kaçınılmazdır.

Doğal olarak Karadeniz'deki hidrolojik değişimler, akıntılarla taşınan pelajik göçmen balıkların yumurtalarının dağılım alanını ve derinliğini değiştirecektir. Örneğin ilkbaharda Karadeniz'e çıkan göçmen pelajik balıkların yumurtlama alanları ve dağılımları incelenmeye değer bir konudur. Sulak alanlardaki su seviyesi yükselmeleri ise yeni türlerin bu alanlara girmesine, eski ile yeni türler arasındaki mücadeleye de sahne olacaktır.

Nihayet deniz suyunun ısınması sonucunda yüksek sıcaklıkta yaşayan bakterilerin artması ve bunların hastalık oluşturma kapasiteleri daha da artacaktır. Bunun küresel boyutta olması da mümkündür. Küresel ısınma denizlerde yapılan balık yetiştiriciliği için tehliktir çünkü su sıcaklıklarının artması özellikle yazın daha fazla hastalık demektir. Bunun için üretimde daha fazla aşı ve kimyasal madde kullanma zorunluluğu ortaya çıkacaktır.

Küresel ısınma sadece canlı yaşamını direkt olarak etkilemeyecek, habitat yıkımlarına da yol açacaktır. Böylece küresel ısınma ekosistem değişikliklerini de beraber getirecektir. Örneğin bu durum özellikle *Posidonia oceanica*'da ve *Mytilus galloprovincialis*'de görülecektir. Akdeniz endemiği ve çok üretken bir deniz çiçekli bitkisi olan *P. oceanica*, Akdeniz havzasında sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde (İsrail, Lübnan kıyıları) dağılım göstermemektedir. Denizsel ortamda sıcaklık artışlarının bu türün dağılım sınırlarını azaltacak ve dolayısıyla birçok bentik ve pelajik canlının üreme ve beslenme alanı ortadan kalkacaktır. Henüz içerdığı biyoçeşitlilik tam olarak ortaya konulmamış bu türün fenolojisindeki değişimler, birçok türün daha tanımlanmadan ortadan kalkması demektir. Aynı durum soğuk suları seven ve ekonomik öneme sahip *Mytilus galloprovincialis*'de gerçekleşecektir. Sıcaklık faktörü nedeniyle ülkemizde güney dağılım sınırı orta Ege olan *M. galloprovincialis*, sıcaklık artışıyla birlikte dağılım sınırını kuzeye doğru azaltacaktır. Bu türün İzmir Körfezi'nde yüksek sıcaklığın değerlerinin olduğu yaz aylarında sığ sularda toplu ölümlerinin olduğu günümüzde rapor edilmektedir.

Küresel ısınma türlerin fizyolojik dengelerinde de değişimlere yol açacaktır. Üreme dönemlerinde ve eşeysel olgunluğa erişme yaşlarında bir değişimin canlıların kondisyonlarında ve boylarında da değişikliği beraberinde getirebilecektir.

Karadeniz’de özellikle soğuk mevsimlerde hamsilerin kuzeye yaptıkları göçler ya azalacak veya duracaktır. Bu da ülkemize milyonlarca liralık zarara ve birçok balıkçı ailenin işsiz kalmasına yol açacaktır.

Ülkemizde şu ana kadar tespit edilmiş yabancı tür sayısı 277’dir. Ülkemiz denizlerine yabancı türlerin zamana bağlı olarak yerleşim hızlarını inceleyecek olursak 1961-1980 yılları arasında 1 yabancı türün ülkemiz sularına gelmesi 16 haftada bir olurken bu oran 1980-2000 yılları arasında 3,7 haftaya kadar düşmüştür. Periyotlar arasındaki bu büyük farklılık, periyotlar arasında yapılan bilimsel çalışmaların sıklığından kaynaklandığı gibi küresel ısınma nedeniyle sıcak seven Kızıldeniz kökenli türlerin Akdeniz’de girişlerinin artmasından ve Akdeniz baseninde dağılım alanlarını genişletmesinde de kaynaklanmaktadır. Buna en iyi örnek halk arasında karavida olarak bilinen türlerden *Erugosquilla massevensis*’in daha önceleri sadece Akdeniz kıyılarımızda bulunurken 2004 yılında Marmara Denizi’ne kaydedilmesidir.

Küresel ısınma ve tropikalleşme etkisiyle Akdeniz’e ve Karadeniz’e giren türlerin sayıları ve diğer özellikleriyle ilgili ülkemizde bir veri bankasının oluşturulması gerekir. Böylelikle önümüzdeki dönemdeki ekolojik gelişmelerle ilgili daha doğru tahminlerin yapılması mümkün olabilecektir.

İnceleme sahasının jeomorfolojik gelişimi sırasında Marmara Denizi’nin ve Karadeniz’in seviyesinde de geçmişten günümüze önemli değişimler meydana gelmiştir. Kıtasal buzulların ilerlemesi ya da eriyerek geri çekilmesi sonucu milyonlarca yıldan beri deniz seviyeleri ve sahil hatları değişmeye devam ettiğinden deniz seviyesinin yükselmesi kıyı çizgisinin değişmesine ve kara yönüne doğru ilerlemesine sebep olmuştur. Bu durumun etkileri özellikle alçak kıyılarda daha belirgin olarak ortaya gerçekleşmiştir.

Küresel iklim değişimine bağlı deniz seviyesi yükselmeleri ve bunların kıyılarda ve kıyı çizgilerinin değişimlerine olan etkilerinin devam ettiği yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Örneğin 1800’lü yılların sonunda 1900-1940 yılları arasında küresel ortalama sıcaklık 0,5 derece artmıştır. Bu artışın ardından 25 yıllık bir soğuma dönemi yaşanmış ve 1970, 1980, 1990’larda küresel ortalama sıcaklıkların tekrar artmasıyla 1990’lı yıllarda 1978 yılından sonra en sıcak 8 yıl yaşanmıştır. 1998 yılı, hem kuzey hem de güney yarım kürede 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olmuştur. Bu dönem yaklaşık 140 yıllık küresel sıcaklık kaydının en sıcak yılı olmasının yanı sıra bu yılda daha önce hiç görülmediği kadar çok sayıda ve etkili doğal afetler de meydana gelmiştir. Gelgit ve deniz seviyesi ölçüm kayıtlarına göre 19. yüzyılın sonundan günümüze kadar küresel ortalama deniz seviyesinin yaklaşık 10-25 cm yükseldiği ve bu yükselmenin her yıl 2 mm ile devam ettiği tespit edilmiştir.

Deniz seviyesi değişiminde deniz altı depremlerinin de etkisi büyüktür. Tsunami adı verilen ve daha çok Pasifik Okyanusu gibi büyük su kütlelerinde etkili olan bu depremler nedeniyle kıta kıyılarına ulaşan okyanus dalgaları, deniz seviyesinden ortalama 7-13 metre yüksekliğe kadar ulaşabilmektedir. Bu sırada su kütlelerinin hızları, büyük mesafeleri çok kısa sürede aşabilecek bir nitelik kazanmaktadır. Özellikle su altı heyelanlarının sebep olduğu

depreşim dalgaları (tsunami) en fazla 5 dakika içinde ulaşabildikleri en yakın kıyı alanlarında etkili olabilmektedir. Örneğın Türkiye’de 1999 yılında meydana gelen Marmara depreminde tsunami nedeniyle oluşan büyük dalgalar ve deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle kıyıdaki birçok yerleşim alanı sular altında kalmıştır.

Kütle hareketlerinin yaşandığı ölkelerden birisi olan Türkiye’nin denizlerinde benzer durumların geçmişte olduğı gibi günümüzde de zaman zaman görölebileceğı tahmin edilmektedir. Örneğın sık sık deniz altı kütle hareketlerine maruz kalan ve dünyanın en aktif faylarından birisi olan Kuzey Anadolu fayının doğu-batı doğrultusunda kestiğı alanda yer alan Marmara Denizi’nde önümüzdeki otuz sene içerisinde büyüklüğü 7’den fazla olmak üzere bir ya da iki depremin meydana geleceğı tahmin edilmektedir. Bu depremler sırasında deniz sularında meydana gelecek hareketliliğın özellikle Marmara Denizi kıyılarındaki nüfus, yerleşim alanları ve her türlü kıyı ve deniz altı yapılarını tehdit edeceğı tahmin edilmektedir.

Bir iç deniz olan Marmara Denizi’nde yaşanmış ve sayıları otuzu aşan tsunamilerden geçmişten günümüze kadar en fazla etkilenen yerler, Kapıdağ Yarımadası, İzmit Körfezi, İstanbul, Trakya kıyıları, Mudanya ve Marmara Adası kıyıları olmuştur. Ancak her Marmara depreminin tsunamiye neden olmadığı, kısmen küçük ölçekli su hareketleri şeklinde kısmen de kıyılarda büyük dalga yükselimlerine neden olabilecek şekilde orta şiddette olduğı da gözlenmiştir. Marmara Denizi içinde kaydedilen sismik kesitlerde kıta yamaçları üzerinde önemli heyelan yapıları tespit edildiğinden bu tsunamilerin esas nedeninin özellikle deprem sırasında oluşabilen su altı heyelanları olduğı düşünülmektedir. Tuzla Körfezi açıklarında, Armutlu Yarımadası kuzey sahillerinde ve Batı Tekirdağ çukurluğundaki heyelan yapıları bunların en belirgin olanlarıdır. Tarihsel kayıtlardan edinilen bilgilere göre sismik kaynaklı dalgaların çoğunlukla Ege Denizi’nin kuzeydoğusu ve Marmara Denizi’nde meydana geldiğı görölmüştür. Yapılan incelemeler sonucunda tsunami dalgalarının çoğunlukla İzmit ve Gemlik Körfezleri, Kapıdağ Yarımadası, İstanbul ve Gelibolu kıyılarında yoğunlaştığı anlaşılmıştır.

Marmara Denizi içerisinde güney kesimde 10, kuzey kenarda ise 7 büyük deniz altı heyelan bölgesi tespit edilmiştir. Marmara Denizi içerisindeki faylarda oluşacak bir hareketlenme sonucunda önemli tsunami dalgalarının meydana gelebileceğı nümerik matematiksel modeller ile ispatlanmıştır. Buna göre tarihî kayıtlarda yer alan ve günümüzde de birçok araştırmacı tarafından teyit edilen 5-6 metreye kadar çıkabilecek tsunami dalga yüksekliğinin oluşabileceğı sonucu elde edilmiştir. Buna göre gelecekte muhtemel bir tektonik hareket sonucunda Marmara Denizi kıyılarında tsunami dalgalarının kıyı morfolojisi üzerinde etkili olacağı tahmin edilmektedir.

Giderek artan derecede etkisini gösterecek olan bu olay özellikle delta kıyılarında kıyı çizgisinin karaya doğru gerilemesine sebep olacaktır. Bu sırada kumsallarda giderek artan bir erozyon olayı meydana gelecek ve dolayısıyla birçok sahil sitesi dalgaların istilasına uğrayacaktır.

Deniz seviyesinin yükselmesi ekonomik sektörlere zarar verecektir. Beslenme ile ilgili olarak kıyı bölgelerindeki balıkçılık ve tarım üretimi özellikle risk altındadır. Diğer riskli

sektörler ise turizm, yerleşim ve sigortacıdır. Beklenen deniz seviyesindeki yükselme sonucu düz alanlar tuzlu suların altında kalarak kıyı üretim alanları zarar görecektir. Bunun sonucu milyonlarca insan kıyı alanları ve küçük adalardan göç edecektir. Böylece su altında kalan sahalardan taşınan insanlar göçe maruz kalacaklardır. Bu ise barınma, su, beslenme ve sağlık hizmetlerinde arayışlara neden olacaktır.

Su taşkınları altında kalan sahalarda diare, tüberkülos, kolera ve benzer bulaşıcı hastalıklar artacaktır. Böcekler ve diğer hastalık taşıyıcıların sayıları artacak ve yeni alanlara yayılabilecektir. Küresel ısınmanın kalp, solunum yolu ve diğer bazı hastalıklara sebep olacağı düşünüldüğü gibi sürekli sıcak hava, su taşkınları, fırtınalar ve diğer ekstrem hava olaylarından psikolojik rahatsızlıklar, hastalıklar ve ölümler meydana getirebileceği kabul edilmektedir.

6.4. Olası Güncel Deniz Seviyesi Değişimlerinin Ölçüsü

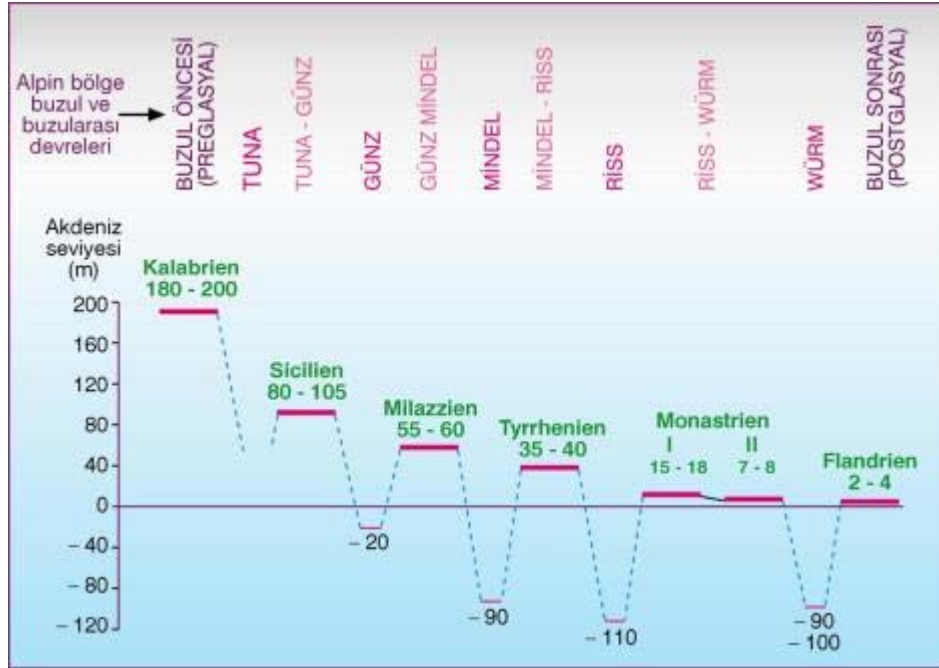
Yukarıda açıklanan bilgiler doğrultusunda Dünya ölçeğinde olası büyük iklim değişiklikleri dikkate alındığında bu değişikliklerin tek bir sürece bağlı olmadığı görülmektedir. Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin geometrisinin yüz bin yılda bir, eksen eğikliğinin ise kırk bin yılda bir değişmesi, Güneş'in aktivitesinin periyodik değişimleri, Güneş ışınlarının artışı ile sera etkisi yapan karbondioksit ve metan gibi gazlardaki artış, levha tektoniği, okyanus ve süper volkan faaliyetleri ile meteor düşmesi gibi süreçlerin farklı ya da benzer zamanlarda etkimesi, küresel ölçekte iklim değişikliklerinin başlıca nedenlerindendir. Dolayısıyla hangi nedene bağlı olursa olsun zaman zaman deniz seviyesinde değişimler yaşandığı açıktır.

Bu bağlamda yakın geçmişten günümüze doğru zamanda kısa bir yolculuk yapıldığında günümüzden yaklaşık 21.000 yıl öncesi son buzul döneminin bittiği, ortalama yüzey sıcaklıklarının artmasına bağlı olarak karalardaki buzulların erimesi ve okyanuslara akarak deniz su düzeyinin Dünya çapında yükselmesine neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu yükselim, ortalama Dünya sıcaklığının gittikçe artmasına bağlı olarak yaklaşık 12.000 yıl önce Akdeniz'i de etkisi altına almıştır. Yükselmeye başlayan deniz seviyesi günümüzden 12.000 ile 9.500 yılları arası, giderek artan bir hızla yükselmesini sürdürerek tuzlu Akdeniz sularını akarsu vadisi olarak bilinen karasal Çanakkale Boğazı'nı aşarak boğazı günümüzden 9.000 yıl öncesi denizel ortama dönüştürmeye başlamıştır. Aynı sular, bu tarihte daha düşük seviyede yer alan ve bir göl olan Marmara Denizi'ni de etkilemeye başlamış, suların yükselmeye devam etmesi ile Marmara Denizi, yine karasal ortamda akarsu ve ufak gölleri barındıran İstanbul Boğazı ile o tarihte bir göl niteliğinde olan ve bugünkü deniz seviyesinden 100'lerce m aşağıda yer alan Karadeniz'i doldurmaya başlamıştır. Dolayısı ile Akdeniz suları, Dünya üzerindeki mevcut şelaleler ile mukayese edilemeyecek büyüklükte bir şelale oluşturarak "Nuh Tufanı" benzeri şekilde İstanbul Boğazı'ndan Karadeniz'e dökülerek Karadeniz'i ve o dönemdeki sahil şeridini gözle takip edilebilecek düzeyde hızla yükselmesine neden olmuştur. Günümüzden 7500 yıl öncesinde ilk defa Akdeniz ile Karadeniz'in suları aynı seviyeye ulaşarak birbirine karışmış ve yaklaşık 5500 yıl önce denizel ortam daha da yükselerek bugünkü deniz seviyesinin yaklaşık 5-6 m daha aşağı düzeyine ulaşmıştır. Deniz seviyesinin yükselmesi, günümüzden yaklaşık 9500, 7500, 5500,

3500 yıl öncesi gibi tarihlerde, okyanus sahil şeritleri yanında, Akdeniz-Karadeniz arası eski sahil şeritlerinde yaşayan insanların deniz seviyesinin hızlı ve yavaş yükselim tarihlerine bağlı olarak o dönemlerde sular altında kalan deniz kıyılarındaki eski yerleşim alanlarını terk edip denizden daha uzak ve yüksek yerlere yerleşmelerine neden olmuştur.

Kıtalarda kutuplara yakın karalar üzerinde yer alan buzulların çok hızlı eriyip denizlere karışması yanında bu sürece ek olarak günümüzde atmosfere salınan insan kaynaklı sera gazlarının küresel ısınmayı tetikleyeceği, ortalama sıcaklıkları 1 derece artırması durumunda ise deniz seviyelerini önümüzdeki 100 yıl gibi kısa bir süre içinde muhtemelen minimum 1 m yükseltebileceği tahmin edilmektedir.

Günümüzde de devam eden denizlerdeki su seviyelerinin yükselmesi, eski kıyı şeritlerinin de sık sık yer değiştirmesine neden olmuştur. Bu sebeple tarihî yerleşim yerlerinin sular altında kalmasının asıl nedeni, Akdeniz’de 12.000 yıl öncesinden günümüze kadar geçen süre içinde buzulların erimesiyle deniz seviyesinin hızla yaklaşık 120 m yükselmesinin bir sonucu olduğudur (Şekil 6.6).



Şekil 6.6: Pleistosen Devri Akdeniz Seviyesi Değişimleri

Bu durum dikkate alındığında insanlık tarihinin en eski medeniyet ve yerleşim yerlerinin günümüzdeki deniz seviyesinin 100-120 m gibi derinliklerde, deniz tabanında ve deniz tabanı kumulları altında aranması gerektiği, arkeolojik araştırmalarda esas alınması gerekli bir bilgidir.

Örnek olarak bugün Akdeniz, Antalya sahillerinde kilometrelerce uzunlukta yer alan ve Antalya falezlerini oluşturan Antalya travertenlerinin Akdeniz kıyı çizgisinden birkaç km kadar denizin içine doğru devam ettiği ve tüm kalınlıkları 300 m'ye ulaşan travertenlerin günümüzdeki kara haricinde deniz dibi içinde kalan kesimlerinin kalınlıklarının da ortalama

100 m civarında olması Türkiye Akdeniz sahil şeridinin bölgenin yükselen deniz seviyesi ile sular altında kaldığını göstermektedir. Zira “Travertenler karasal oluşumlardır ve deniz içinde oluşmazlar.”. Travertenler, karasal ortamda bol karbonatlı suların genellikle kırık hatları boyunca veya kaynaklardan yüzeye çıkarak karbondioksitin (CO_2) uçmasıyla karbonat tortularının karasal düzlük ve yamaç ortamlarında üst üste yığılmasıyla oluşur. Deniz seviyesinin yükselmesi sonucu deniz altında kaldıklarında ise onlarca sene içinde kalsiyum karbonat (CaCO_3) bileşiminden oluşmaları nedeniyle yavaş yavaş erimeye başlar.

Dolayısı ile deniz seviyesinin yükselmesi ile sular bugünkü Antalya sahil şeridini oluşturan falezler ve denize uzanan kesimlerini yavaş ama sürekli şekilde eritmektedir. Akdeniz’in travertenler ile birleştiği sahil şeridinde eritme işleminin devam etmesi, travertenlerin su ile irtibatta bulunduğu kıyı kesimleri boyunca alt kesimlerinin günümüzde Antalya’da da görüldüğü gibi eridiğini göstermektedir.

Bir diğer örnek ise İlk Çağ’ın en ünlü liman kentlerinden Efes’tir. Küçükmenderes Nehri’nin deltası üzerinde kurulmuş olan Efes o döneme ait korunaklı liman İran’daki Susa şehrinden başlayan Kral Yolu’nun denize ulaştığı noktada yer almaktaydı. Bu durum Efes’in önemini artıran etkenlerden biriydi. Kara ve deniz ticaretinin gelişmesi Efes’i Roma Dönemi’nde Asya’nın en büyük ve en zengin kentlerinden biri hâline getirmiştir. 4. yüzyılda limanın dolmasıyla Efes’te ticaret gerilemeye başlamıştır. Liman birkaç kez temizlenmişse de kuzeyden gelen Marnas Çayı ve Küçükmenderes Nehri’nin getirdiği alüvyonlar zamanla limanı tamamen kaplayarak kıyı çizgisinin batıya doğru ilerlemesine neden olmuş ve böylece Efes denizden uzaklaşmıştır. Günümüzde Efes Antik Kenti’nin kıyıdan yaklaşık 10 km içeride yer aldığını görmekteyiz. Bu durum geçmiş dönemlerden beri delta ovasının sürekli genişlediğini göstermektedir.

Aynı durum Büyükenderes Deltası’nda kurulan Milet şehri için de geçerlidir. Daha önceleri deniz kıyısında yer alan Milet kenti de antik bir liman kentidir. Kent bugün denizden 10 km kadar içeride yer almaktadır.

Günümüzde deniz altında kalan tarihî batık kentlerin sular altında kalmasının başlıca nedeninin deniz seviyesinin son 12.000 yılda ortalama 120 m yükselmesinin bir sonucu olduğu söylenebilir. Bu gerçek kabul edildiğinde binlerce yıldır çeşitli medeniyetleri barındıran Akdeniz ve Ege gibi sahil şeritlerinde yapılan arkeolojik çalışmalarda günümüzden 12.000 yıl ve öncesine ait eski yerleşim alanlarının deniz derinliğinin yaklaşık 120 m olduğu eski sahil şeritlerinde günümüz deniz dibi kumullarının içinde aranmasının gerektiği anlaşılmaktadır.

Uluslararası iklim değişimi çalışmaları (IPCC), geçen yüzyılda deniz seviyesinin küresel ölçekte 10-20 cm yükseldiğini ve bunun ağırlıklı olarak küresel ısınmadan kaynaklandığını bu yüzyılda ise 40-60 cm daha yükseleceğini belirtmektedir.

Deniz seviyesi 1 cm yükseldiğinde kıyı çizgisi de kara yönünde 100 cm yer değiştirmektedir. Son yıllarda küresel sıcaklık artışına bağlı olarak deniz seviyesi de artmakta ve buna göre bu yüzyılın sonuna kadar deniz sularının yaklaşık 40-60 cm yükselmesi tahmin

edilmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesine bağı olarak kıyılarda yer alan lagünlerin seviyeleri de 60 cm yükselecektir.

Deniz seviyesi ölçüleri yüzyıldır deniz kıyılarına ve adalara kurulmuş mareograf istasyonlarında yersel tekniklerle yapılmaktadır. Geçen yüzyılda değişim miktarının belirlenmesi konusunda temel bilgi kaynağı mareograf istasyonlarındaki deniz seviyesi ölçülerinden elde edilmiştir. Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES) kapsamındaki Antalya-II, Bodrum-II, Menteş ve Erdek mareograf istasyonlarının 1984-2002 dönemindeki aylık analiz yöntemiyle değerlendirilerek bu istasyonlarda deniz seviyesi değişim miktarı hesaplanmış ve Türkiye'nin Marmara Denizi'ni de içine alacak bir biçimde Doğu Akdeniz kıyıları için ortalama deniz seviyesi değişiminin 4-7 mm/yıl hızla yükseldiği görülmüştür. Dünyada ve Türkiye'de yapılmış olan araştırmalara göre gelecek yüzyılda iklim değişmelerine bağı olarak deniz seviyesinin yaklaşık maksimum 1 metre yükseleceği tahmin edilmektedir.

Bu bakımdan dikkate değer bulgular ihtiva eden bir çalışma da National Geographic tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada tüm buzulların erimesi durumunda maksimum yükselmenin 66 metre olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle önemli bir soru bu bakımdan cevap bulmuş olmaktadır. Bu duruma göre tüm buzulların erimesi hâlinde Dünya'nın şeklinde meydana gelebilecek tahmini değişiklikler bir interaktif haritaya aktarılmıştır. Deniz seviyesinin 66 metre yükseleceği öngörülerek hazırlanan haritanın tasvirinde şu hususlar dikkat çekmektedir:

Kuzey Amerika'nın doğu kıyıları Atlas Okyanusu'na dâhil olmaktadır. New York, Boston, Washington gibi şehirler büyük oranda sular altında kalırken Florida tamamen haritadan silinmektedir. Amazon Nehri'nin büyük bir körfeze dönüşmesiyle Atlas Okyanusu Güney Amerika kıtasının içlerine kadar sokulmaktadır. Bugünkü nüfusuyla Arjantin'in 10 milyonluk başkenti Buenos Aires sular altında kalmaktadır.

Kuzey Avrupa'da Hollanda ve Danimarka'nın hemen hemen tamamı, Almanya'nın ise kuzey kesimleri sular altında kalmaktadır. Baltık Denizi havzasını genişletiyor ve aralarında St. Petersburg, Stockholm, Riga, Helsinki'nin de olduğu birçok kent sular altında kalmaktadır. Londra, Lizbon, Barselona, Roma, Odesa, Selanik gibi kıyı kentlerinin ise doğrudan suların altında kaldığı görülmektedir. Venedik ise yeni durumda haritada yer almamaktadır.

Hazar Denizi ve Karadeniz kuzeye doğru genişleyerek Rusya steplerini sularla kaplamakta ve bu lokasyonda birleştiği görülmektedir.

Afrika'da 80 milyonluk Mısır'da nüfusun çok büyük kısmının yaşadığı delta ve Nil kıyıları, "yeni Akdeniz"e dâhil olmaktadır. Libya ve Mısır arasındaki bir alana Akdeniz'in girmesiyle burada büyük bir yarımada oluşmaktadır.

Basra'nın yüzölçümü iki katına çıkarken Irak'ın orta noktasında yer alan başkent Bağdat da dâhil ülkenin önemli bir kısmı sular altında kalmaktadır. Çin'de yaklaşık 600 milyon kişinin etkileneceği öngörülen haritada 160 milyonluk Bangladeş ise Hint Okyanusu

altında kalmaktadır. Haritada Asya'nın devasa şehirleri, Şanghay, Pekin, Dakka, Kalküta, Karaçi, Bombay, Tokyo ise büyük oranda sular altında kalmaktadır. Buzulların erimesiyle Avustralya'nın ortasında büyük bir iç deniz oluşmaktadır. Sidney, Melbourne gibi denize kıyısı olan şehirler su altında kalmaktadır.

Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'nin de görünümünde değişiklikler olmaktadır. Meriç Nehri körfeze dönüşmekte, Ege kıyı şeridi sular altında kalmakta, Çukurova'nın tamamı ise Akdeniz'e dâhil olmaktadır.

Uygulamalar

1. <http://geology.com/sea-level-rise/> adresli web sayfasını inceleyiniz.
2. Son 100 yıl içinde iklimde nasıl bir değişim olduğunu araştırınız.
3. Würm sonrası iklim değişimi konusunda bir inceleme yapınız.

Uygulama Soruları

1. 60 metre seviye yükselmesi hâlinde Türkiye nasıl etkilenmektedir?
2. Son 100 yıllık iklim değişimleri kıyıları nasıl etkilemiştir?
3. Flandriyen seviyesi günümüzden ne kadar zaman önceye aittir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Kıyıların jeomorfolojik gelişimi konusu gözden geçirilirken karanın ve denizin konumunda dikey istikamette hiçbir değişimin meydana gelmediği diğer bir ifade ile morfolojik gelişiminde herhangi bir seviye değişimine maruz kalmadan seyrettiği farz edilmişti fakat bu, ancak konunun daha kolay açıklanmasını sağlayan bir varsayıştır. Hakikatte ise -tıpkı flüviyal şekillendirmede olduğu gibi- karanın veya denizin mevkiinde meydana gelen oynamalar kıyıların gelişimi bakımından birtakım oynamalara sebep olur ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açar.

Kıyı gelişiminde ihtiyarlık safhasının erişilmesi için çok uzun bir zamana ihtiyaç vardır. Bu kadar uzun bir zaman esnasında ise gerek karanın gerek deniz seviyesinin hareketsiz kaldığını kabul etmek güçtür. Esasen gözlemlerde bunun aksini göstermekte, kıyı çizgisinde bir taraftan çeşitli kabuk hareketleri bir taraftan da deniz seviyesindeki değişimler dolayısı ile değişikliklerin meydana geldiğini, bir gelişim devresinin kesintiye uğrayarak diğerinin başladığını ortaya koymaktadır.

Kıyı çizgisinin mevkiinde değişiklikler meydana getiren bu çeşit olaylar çok yönlü şekillerde tezahür etmiş olabilir. Kıyı bölgesi epirojenik hareketlerle alçalıp yükselebilir, bükülür, eğimlenir veya faylarla kat edilerek bir kısmı sular altına dalabilir.

Yer sistemi bileşenlerinin (hava küre, su küre, taş küre ve canlılar küresi) Dünya'nın oluşumundan bu yana etkileşim içinde oluşturdukları dengeler coğrafi ortamlara özellik kazandırmıştır. Bu bileşenlere insanın eklenmesi uzun bir süre yer sisteminin diğer dört bileşeni arasında oluşan dengede etkili olmamıştır. Bununla birlikte sanayi devrimi ile başlayarak insanın etkinliklerinde fosil yakıt kullanması ve bu kullanımı giderek artırması büyük enerji kaynaklarını kontrol etmesine ortam hazırlamıştır.

İklim özelliklerindeki değişim, etkileşim içindeki yer sisteminin bileşenlerinde de farklı sonuçlara neden olacaktır. İklim değişiminin en önemli sonuçlarından biri de olası deniz seviyesi yükselmesidir.

İklim, içerisinde canlıların yaşadığı yerkürede hayati öneme sahiptir fakat son dönemlerde doğal süreçlerin de ötesinde iklimde değişimlerin olduğu görülmektedir. Bu değişimin başlıca sebebi olarak da insan ve onun faaliyetleri görülmektedir. Bu bakımdan değişimin ölçüsü, nedenleri ve sonuçları dikkate değerdir.

İklim değişikliği, tüm Dünya'nın veya belli bir bölgenin ikliminin jeolojik tarih boyunca değişikliğe uğraması demektir. Bir yerin birkaç yıl ile milyon yıl arasında belli sebeplerden dolayı atmosfer ile ilgili niceliklerinin değişmesi iklim değişikliği ile ilgilidir. Bu değişikliklerin nedeni, Dünya'nın kendisine ait olabileceği gibi, Güneş ışığı veya son zamanlarda insan gibi dış etkenlerden dolayı da olabilir. Son yıllarda özellikle çevre politikalarındaki kullanım bakımından iklim değişikliği kavramı sadece çağdaş dönemdeki değişiklikleri konu almaktadır. Özellikle küresel ısınma ile iklim değişikliği kavramları birbiriyle ilintilidir.

Günümüzde gerek interglasyal safhada olmanın bir gereği gerekse çeşitli beşerî sebeplere bağlı oluşan sera gazlarının etkisiyle Dünya, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile karşı karşıya bulunmaktadır. Dünyanın birçok yerinde iklime bağlı kıyı değişimlerinin devam ettiği yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Buna göre Dünya genelinde yaşanacak olan olası bir deniz seviyesi yükselmesinden öncelikli olarak zarar görecekt alanlar alçak kıyılar ve buralardaki yerleşim alanlarıdır.

Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, yalnızca Dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla özellikle kıyı alanlarındaki ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir. Kıyı bölgesindeki arazilerin su altında kalması, plaj ve sahil erozyonları, yeraltı ve yüzey sularının tuzlanması, yüksek su seviyesi gözlemleri ile fırtına ve sel tahribatının artması bunların başlıcalarıdır.

İklimin kıyı topografyası üzerindeki etkisi, soğuk iklimlerde denizin donması ve dolayısıyla dalga aşındırmasının durması, kurak iklim bölgelerinde akarsularla kıyılara taşınan yük miktarının azalması ve buna bağlı olarak kıyılardaki birikim şekillerinin azalması gibi etkenlerle kendini göstermektedir. Rüzgârlar ise özellikle kıyı kumullarının oluşumunda rol oynamaktadır.

Yukarıda açıklanan bilgiler doğrultusunda Dünya ölçeğinde olası büyük iklim değişiklikleri dikkate alındığında bu değişikliklerin tek bir sürece bağlı olmadığı görülmektedir. Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin geometrisinin yüz bin yılda bir, eksen eğikliğinin ise kırk bin yılda bir değişmesi, Güneş'in aktivitesinin periyodik değişimleri, Güneş ışınlarının artışı ile sera etkisi yapan karbondioksit ve metan gibi gazlardaki artış, levha tektoniği, okyanus ve süper volkan faaliyetleri ile meteor düşmesi gibi süreçlerin farklı ya da benzer zamanlarda etkimesi, küresel ölçekte iklim değişikliklerinin başlıca nedenlerindendir. Dolayısıyla hangi nedene bağlı olursa olsun zaman zaman deniz seviyesinde değişimler yaşandığı açıktır.

Günümüzde de devam eden denizlerdeki su seviyelerinin yükselmesi, eski kıyı şeritlerinin de sık sık yer değiştirmesine neden olmuştur. Bu sebeple tarihî yerleşim yerlerinin sular altında kalmasının asıl nedeni, Akdeniz'de 12.000 yıl öncesinden günümüze kadar geçen süre içinde buzulların erimesiyle deniz seviyesinin hızla yaklaşık 120 m yükselmesinin bir sonucu olduğudur.

Bu bakımdan dikkate değer bulgular ihtiva eden bir çalışma da National Geographic tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada tüm buzulların erimesi durumunda maksimum yükselmenin 66 metre olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle önemli bir soru bu bakımdan cevap bulmuş olmaktadır. Bu duruma göre tüm buzulların erimesi hâlinde Dünya'nın şeklinde meydana gelebilecek tahmini değişiklikler bir interaktif haritaya aktarılmıştır.

Bölüm Soruları

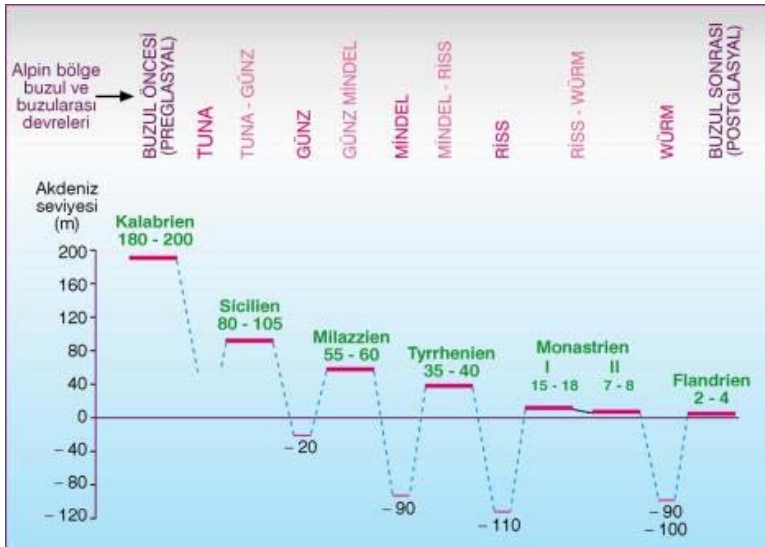
1) Deniz kenarında kıyı taraçalarının varlığı aşağıdaki olaylardan hangisinin yaşandığına işarete eder?

- a) Kıyı bölgesinde negatif bir hareketin yaşandığına
- b) Kıyı bölgesinde pozitif bir hareketin yaşandığına
- c) Kıyı bölgesinde müspet bir hareketin yaşandığına
- d) Deniz seviyesinin yükseldiğine
- e) Karaların alçaldığına

2) National Geographic tarafından gerçekleştirilmiş bir çalışmada tüm buzulların erimesi durumunda maksimum deniz seviyesi yükselmenin kaç metre olacağı öngörülmüştür?

- a) 9 metre
- b) 66 metre
- c) 19 metre
- d) 16 metre
- e) 126 metre

3) Aşağıdaki şekil hangi olaylara işaret etmemektedir?



- a) Pleistosen seviye değişimlerine
- b) Kalabriyende deniz seviyesinin 180-200 metre yükseldiğine

- c) Flandriyen deniz seviyesi yükselmesinde 2-4 metrelik bir yükselmenin olduğuna
- d) Würm glasyal safhasında deniz seviyesinin -90 - -100 metrelik bir seviye düşmesine
- e) Perm dönemi deniz seviyesi değişimlerine
- 4) Kıyı çizgisinde değişim meydana getiren taban seviyesi değişimlerine de neden olan hareketler nelerdir?
- 5) Volkanlardan çıkan lavların kıyılarda meydana getirdiği etkiler nelerdir?
- 6) Okyanus ve denizlerde suların altındaki deniz altı vadilerinin varlığı hangi olaylara işaret eder?
- 7) İklim değişimlerine neden olan durumlar nelerdir?
- 8) 1550'lerin ortalarından başlayarak yaklaşık 300 yıllık bir süre ile iklimde soğuma olmuş ve bu dönem Küçük Buz Çağı olarak anılmıştır. Bu süre zarfında kıyılarının nasıl etkilenmiş olması beklenir?
- 9) Günümüzde interglasyal safhanın yaşandığını söyleyen bir bilim insanı neye işaret etmektedir?
- 10) Geçtiğimiz 100 yılda deniz seviyesi ortalama olarak kaç cm yükselmiştir?

Cevaplar

- 1) a, 2) b, 3) e, (4-10. sorular arası için metni inceleyiniz.)

7. KIYI TIPLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Kıyılarının görüntüsü tekdüze olmaktan çok uzaktır. Çok farklı manzara gösterir. Bu bakımdan çok çeşitli kıyı tipleri dikkati çeker. Bu kıyı tipleri ana hatları ile bu derste ele alınarak incelenecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Buzulların etkin olduğu Norveç Kıyıları ile akarsuların etkin olduğu Fransa kıyıları arasında fark söz konusu mudur?
2. Kalkerin egemen olduğu kıyılardaki görünümün ana çizgileri nelerdir?
3. Dağların doğrultuları kıyılarının görünümüne nasıl etki yapar?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kıyı Tipleri	Fiyortlu Kıyılar Skayerli Kıyılar Rialı Kıyılar Haliçli ve Limanlı Kıyılar Kalanklı Kıyılar Setli veya Lidolu Kıyılar Dalmaçya Tipi Kıyılar Volkanik Kıyılar Mercan Kıyıları Alüvyal Birikim Kıyıları Tektonik Kıyılar gibi farklı kıyı tiplerini kavrar.	Kıyı Tipleri açıklanır. Örnekler verilir.

Anahtar Kavramlar

- Fiyort
- Skayer
- Ria
- Haliç
- Liman
- Kalank
- Set
- Lido
- Dalmaçya

Giriş

Kıyıların çeşitli tipler gösterdiği açıktır. Çok çeşitli olan kıyı tiplerinin bir sınıflandırma çerçevesi içinde toplanması güç bir problemdir. Gerçekten kıyılar; yapı, litolojik özellikler, iç ve dış etmenler, zaman ve kıyı hâline geçen bölgelerin jeomorfolojik özellikleri gibi oluşum ve gelişimlerinde rol oynayan çeşitli faktörlerin niteliklerine ve etkinlik derecelerine bağlı olarak çok çeşitli tipte olur.

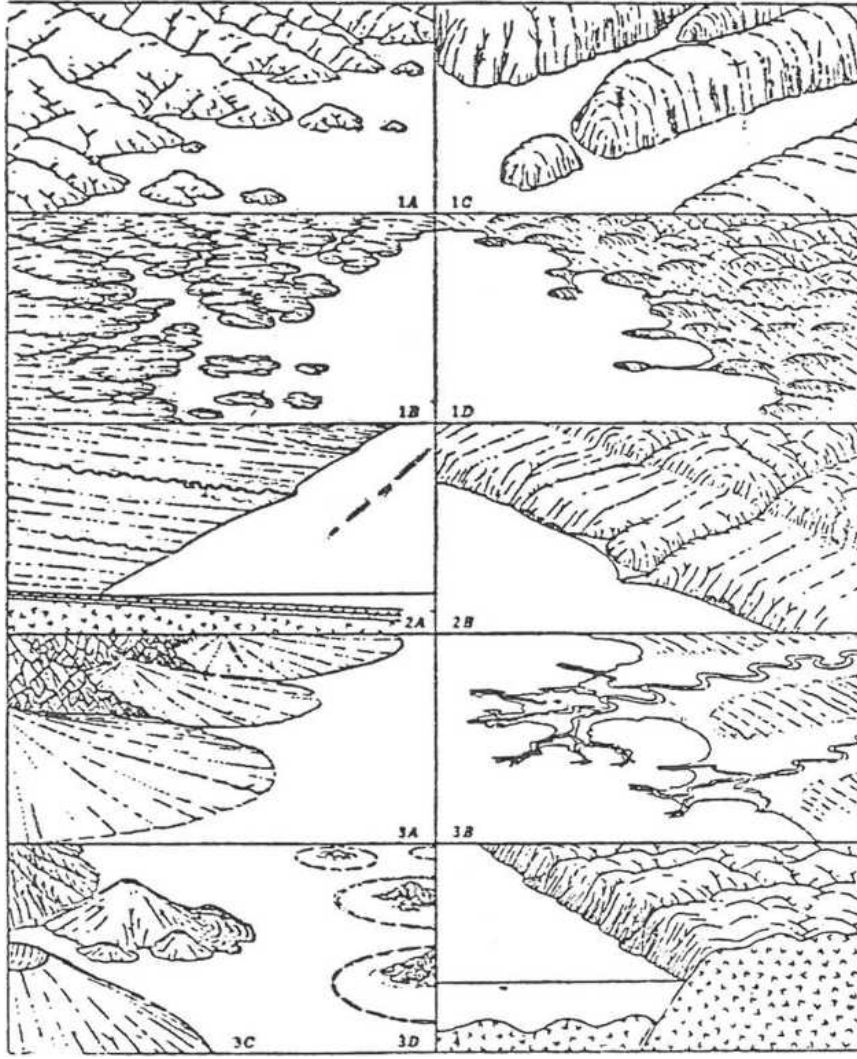
Önceki konularda da belirtildiği gibi kıvrım eksenlerinin ve fay düzlemlerinin kıyıya paralel veya dikey doğrultuda olması gibi yapısal özellikler, boyuna ve enine yapılı kıyılar olarak adlandırılan yüksek kıyıları meydana getirdiği gibi falezlerin geliştikleri arazideki tabakaların eğim yön ve değerlerinin göstermiş olduğu farklılıklar, falez profilleri üzerinde etkili olur. Tabakaların yatay veya karaya doğru eğimli bulunduğu kıyılarda falez profilleri daha diktir. Buna karşılık tabakaların denize doğru eğimli oldukları kıyılarda falezler daha yatıktır. Özellikle arada killi, marnlı tabakalar da mevcutsa bunların üstünde yer alan tabakalar denize doğru kayarak dikliğin azalmasına yardımcı olmaktadır.

Zaman doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki yoldan etkili olur. Doğrudan etki kıyının morfolojik gelişiminde bulunan evre ile kendini belli eder. Gençlik, olgunluk ve ihtiyarlık evrelerinde kıyılar değişik görünümde olur. Zamanın dolaylı etkisi ise gelişim esnasında çeşitli karışıklıkların ortaya çıkması ve bunlara bağlı olarak polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesiyle kendini gösterir.

Kıyı hâline geçen bölgelerin jeomorfolojik özelliklerini kıyı tiplerinin meydana gelmesindeki rolleri çok büyüktür. Hatta bugün yeryüzünde mevcut asli kıyı tiplerinin büyük çoğunluğu bu özelliklere bağlı olarak meydana gelmiştir denilebilir çünkü okyanus ve denizler, son olarak, pozitif bir östatik harekete maruz kalmıştır. Bunun sonucu deniz Flandriyen transgresyonu ile karaları basmış ve hemen bütün yeryüzünün bugünkü kıyı çizgisini oluşturmuştur. Bu olay yakın bir jeolojik geçmişte olduğundan yeryüzünün hemen bütün kıyıları henüz gençlik safhasındadır.

Şu hâlde kıyıların bugünkü görünümleri kıyı hâline geçen bölgelerin jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin buzullar tarafından kazılmış derin vadilerin bulunduğu bölgelerin deniz tarafından işgali fiyordlu kıyıların, akarsularla derin bir şekilde yarılmış platoların sular altında kalması riali kıyıların, karstik kanyonların yer aldığı sahaların boğulması ile kalanklı kıyıların meydana gelmesine yol açmıştır.

Kıyı tiplerinde mevcut bu çeşitlilik onların sınıflandırılmalarını güçleştirmekte ve tasnif yapmak isteyenlere çok farklı bakış açıları sunmaktadır. Bu müphem tartışmalar bir yana başlıca kıyı tipleri (Şekil 7.1) ile onların oluşumlarında rol oynayan faktörler aşağıdaki gibidir:



Şekil 7.1: Kıyı Tiplerine Örnekler

1A Sular altında kalmış dağlık sahada kıyı - 1B Sular altında kalmış alçak bir sahada kıyı

1C Sularla işgal edilmiş glasiye vadileri (fiyordlar), 1D Sular altında kalmış glasiyal depolar (drumlinler)

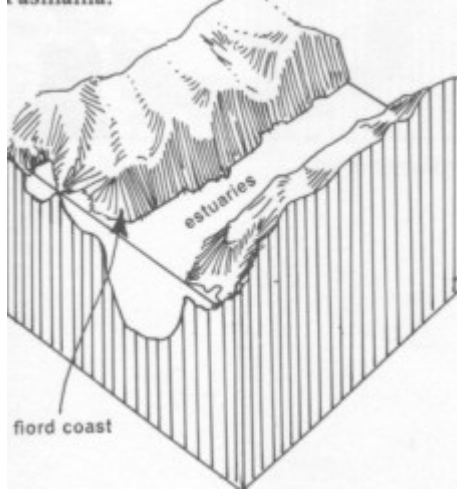
2A Setli alçak kıyı, 2B Sular yüzeyine yükselmiş arızalı bir sahada kıyı

3A Alüvyal birikinti konilerinden müteşekkil kıyı, 3B Delta kıyıları

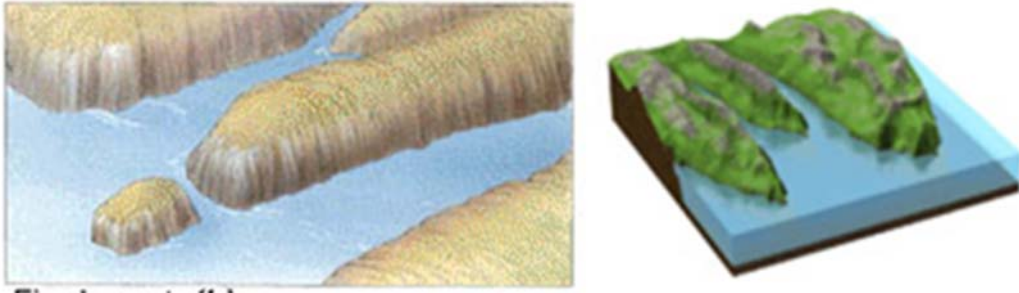
3C Volkanik kıyı, 3D Resifli kıyı, 3E Fay kıyısı

7.1. Fiyordlu Kıyılar

Derin buzul vadilerinin deniz tarafından işgali neticesinde meydana gelmiştir. Bu tip kıyılar, çok parçalanmış, girintili çıkıntılı bir görünüm gösteren yüksek kıyılardır. Kıyının bu görünümü Norveç'te fiyord (fjord) adı verilen yan yana sıralanmış ve deniz istilasına uğramış eski buzul vadilerinden veya teknelerden ileri gelir (Şekil 7.2, 7.3).



Şekil 7.2: Fiyort Oluşumu



Şekil 7.3: Fiyortlu Kıyılar

Fiyordlu kıyıların özellikleri, dik ve çıplak kayalardan müteşekkil yamaçları, U şeklindeki enine profilleri, sular altında kalmış eşikleri ve sürgüleri, kapalı havzalar teşkil eden aşırı oyma çanakları, dallı budaklı, inişli çıkışlı boyuna profilleri ile glasiye vadilerinin hususiyetlerine uyar. Dik ve sarp kayalıklardan müteşekkil yamaçlarda yer yer çağlayanlar teşkil eden asılı vadiler yer alır. Boyuna profillerinde ise eşik veya sürgülerle bunların arasında aşırı oyulma çanakları yer yer de göller bulunur.

Bugün Norveç, İzlanda, İskoçya, Grönland Adası ve Labrador kıyılarında, Alaska'nın güneyi ve Güney Şili kıyılarında tipik örneklerine rastlanan fiyordlu kıyıların oluşumunda kıyı hâline geçen bölgenin rölyef özelliklerinin rolü olmuştur (Fotoğraf 7.1, Şekil 7.4). Gerçekten yan yana sıralanmış çok sayıda buzul vadisinin yer aldığı kıyı bölgesinin Flandrien transgresyonuna maruz kalması ve dolayısıyla buzul vadilerinin su ile işgal edilerek karaların içine kilometrelerce sokulan dallı budaklı deniz kollarının teşekkülü bu kıyı tipinin

oluşmasına yol açmıştır.



Fotoğraf 7.1: Fiyortlu Kıyılar (Batı Norveç Kıyıları)



Şekil 7.4: Norveçin Fiyortlu Kıyıları

7.2. Skayerli Kıyılar

İnlandsislerin kenarlarında ve uçlarında meydana gelen aşınım ve birikim şekillerinin (hörgüç kaya kümeleri, drumlin kümeleri) sular altında kalması ile meydana gelen kıyı tipine skayerli kıyı denir. Bu tip kıyılar da fiyordlu kıyılar gibi çok parçalı ve girintili çıkıntılı bir görünüme sahiptir. Bu gibi sahaların deniz istilasına uğraması neticesinde binlerce adacıktan ve bunlar arasındaki karmakarışık geçitlerden müteşekkil bir kıyı manzarası ortaya çıkar. Deniz karaya doğru çeşitli genişlikte ve uzunlukta kanallar ve koylar hâlinde sokulmuştur. Kıyıda skayer (skyer) adı verilen geçitlerle birbirinden ayrılmış irili ufaklı yüzlerce ada bulunur. Ancak rölyef ehemmiyetsizdir; kanallar ve koylar fiyordlu kıyılarda olduğu gibi derin değildir (Şekil 7.5).



Şekil 7.5: Skayerli Kıyılar

Skayerli kıyıların oluşumunda da sular altında kalan ve kıyı hâline geçen bölgelerin morfolojik özellikleri rol oynamıştır. Gerçekten bu bölgeler inlandsislerin kenar kısımlarına karşılık gelir ve buzul topografyasına ait aşındırma ve biriktirme şekillerini içerir. Arka arkaya sıralanmış cephe morenleri, drumlinler, eskerler, hörgüç kaya kümeleri, tünel vadiler gibi şekillerin sular altında kalmaları kıyıya karakteristik görünümünü kazandırmıştır. Bu tipin örnekleri olarak İsveç ve Finlandiya kıyıları verilebilir (Fotoğraf 7.2, 7.3).



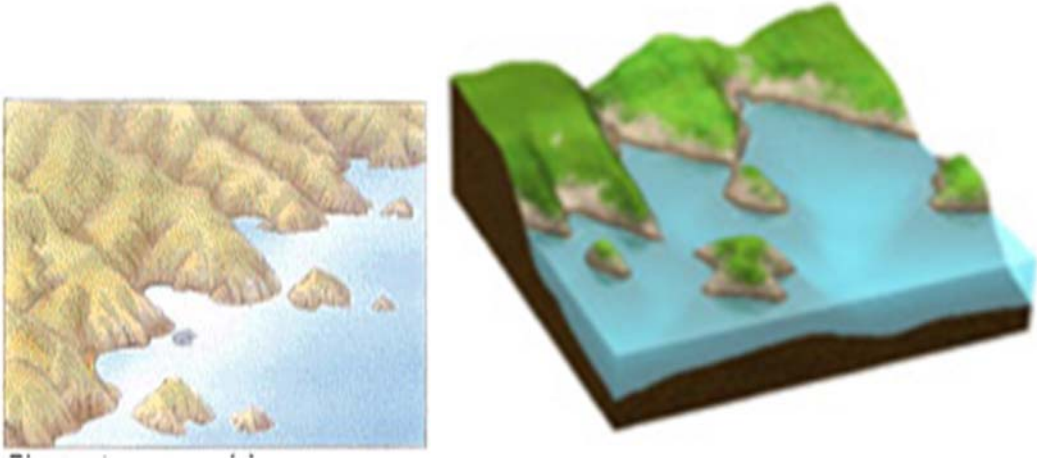
Fotoğraf 7.2: Skayerli Kıyılar (Helsinki Kıyıları)



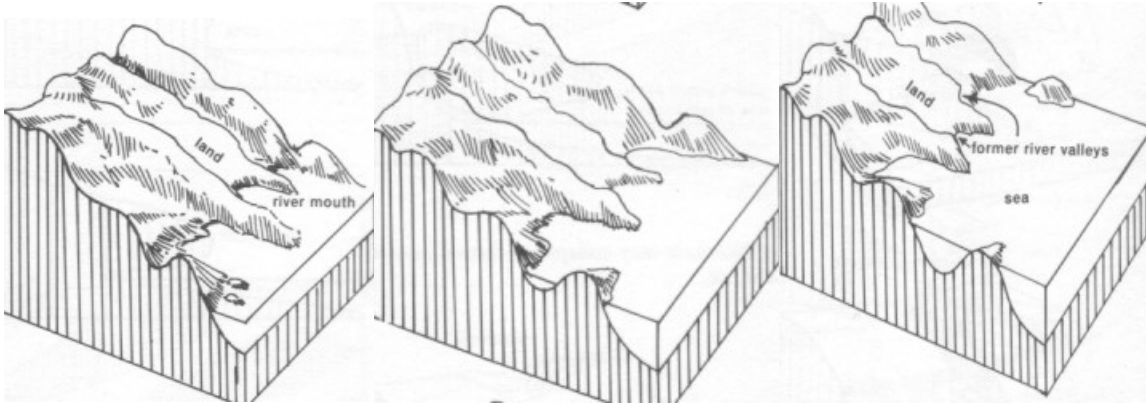
Fotoğraf 7.3: Skayerli Kıyılar (Banbecula, İskoçya)

7.3. Rialı Kıyılar

Akarsularla derin bir şekilde yarılmış olan nispeten yüksek bir sahada vadilerin aşağı çığırlarının sular altında kalması neticesinde tıpkı vadiler gibi uzanan koylar meydana gelir. Bunlar derindir, iç kısımlara doğru fazla sokulur ve tıpkı bir vadi şebekesi gibi birtakım kollara ayrılır. Bu tali girintiler, eski tabi vadilerin mecralarına tekabül eder. Bu manzarayı arz eden koyalara İber Yarımadası'nın NW köşesinde Galisya'da Ria adı verilir (Şekil 7.6, 7.7).



Şekil 7.6: Rialı Kıyılar



Şekil 7.7: Rialı Kıyıların Oluşumu

Bu isim, hâlen aynı hususiyetleri gösteren kıyıları ifade eden bir terim olarak kullanılmaktadır. Ria tabiri, daha ziyade eski kütleler içinde yarılmış akarsu vadilerinin sular altında kalması ile meydana gelen kıyı tipini ifade etmek üzere kullanılmaktadır. Deniz istilası genellikle Flandriyen transgresyonunun sonucudur. Rialı kıyılara tipik örnekler olarak Kuzeybatı İspanya, Güneybatı İrlanda, Güney İngiltere, Güney Çin, Portekiz, Kore, Güneybatı Türkiye kıyıları ile Fransa'nın Bretanya kıyıları gösterilebilir. Türkiye'de rialı kıyıların bilhassa Güneybatı Anadolu'da çok güzel örnekleri vardır. Haliç ve bizzat Boğaz da bir riadır (Fotoğraf 7.4, 7.5).



Fotoğraf 7.4: Rialı Kıyılar (Algarve Kıyıları)



Fotoğraf 7.5: Ria Formosa, Portekiz

7.4. Haliçli ve Limanlı Kıyılar

Bu kıyı tipinde deniz, rialı kıyılarda olduğu gibi, irili ufaklı çeşitli kollar hâlinde karaların içine sokulur. Bunlar az yüksek ve akarsularla hafifçe yarılmış bir platonun veya hafifçe tepelik bir sahanın üzerindeki vadi şebekesinin aşağı mecralarının sular altında kalması ile meydana gelmiş olan kıyı tipleridir. Ancak bu kıyı tipinde yer alan boğulmuş akarsu vadileri, rialar kadar derin ve sarp yamaçlı değildir. Bu durum kıyı hâline geçen sahanın az yüksek ve akarsular tarafından hafifçe yarılmış olmasından ileri gelir. Burada geniş ve yatık yamaçlı vadilerle onları birbirlerinden ayıran basık sırt ve tepeler yer alır.

Alçak plato karakterindeki bir sahanın kısmen sular altında kalması neticesinde rialar gibi dallı fakat onlardan farklı olarak yamaçları daha basık olan birtakım koylar ve haliçler meydana gelir. Bu karakteri arz eden kıyılara haliçli kıyı denir.

ABD'nin Atlas Okyanusu kıyılarının, kuzeydeki Cod Burnu ile güneydeki Hatteras Burnu arasında kalan ve Dalaware Körfezi, Chesapeake Körfezi gibi haliçleri içeren kesimi, Madagaskar Adası'nın kuzeybatı kıyıları, İngiltere'nin doğusunda Thames ve Humber gibi haliçleri içeren kıyılar, yine İngiltere'nin Kuzey Denizi kıyılarının bir kısmı, Fransa'nın kuzeyinde Boulonnais'ten Sen Nehri ağzına kadar olan Manş Denizi kıyıları haliçli kıyılara örnek olarak gösterilebilir (Fotoğraf 7.6, 7.7).



Fotoğraf 7.6: Haliçli (Estuary) Kıyılar (Güney Devon ve Dorset)



Fotoğraf 7.7: Haliçli (Estuary) Kıyılar (Güney Devon ve Dorset)

Bazı bölgelerde haliçler, ağızlarının zamanla kıyı okları ve koy setleri ile kapanması neticesinde birer lagüne dönüşür. Bu çeşit lagünlere Karadeniz'in kuzeybatı kıyılarında liman adı verilir. Bu isim, aynı hususiyeti gösteren kıyıları ifade etmek maksadı ile kullanılan bir terim olmuştur. Buna göre limanlı kıyılar, koy setleri ile denizden ayrılarak lagünlere dönüşen eski haliçli kıyılara tekabül ederler. Kaldı ki haliçli ve limanlı kıyılar arasındaki fark, jenetik bakımdan aynı olan kıyılarda bilâhare meydana gelen belirli şekil değişikliklerine istinat eder.

Limanlı kıyıların karakteristik örnekleri Karadeniz'in kuzeybatısında Odessa Körfezi'nde ve Azak Denizi'nde görülür. Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin ağızlarında yer alan limanlar bu tür limanlardır. Ayrıca ABD'nin Kuzey Karolina kıyıları, Baltık Denizi'nin güney kıyıları bu tip kıyıların diğer örneklerini teşkil eder.

7.5. Kalanklı Kıyılar

Karstik sahalardaki kanyon şekilli gömük ve kuru vadilerin deniz tarafından işgal edilmesi hâlinde manzara itibariyle rialara benzer çok derin koylar meydana gelir. Karstlaşma sonucu meydana gelmiş galeri, mağara gibi doğal yeraltı boşluklarının tavanlarının çökmesiyle oluşmuş kanyon şeklindeki vadilerin ağızlarının deniz istilasına uğramalarıyla teşekkül etmiştir. Genellikle kara içine doğru kuru vadiler şeklinde devam eder. Bu koylara Fransa'da Provence kıyılarında kalanque tabir edilir. Türkiye'de karst morfolojisinin görüldüğü Taşeli kıyılarında, bilhassa Mersin ile Silifke arasında kalanklar görülür. Marsilya, İskoçya ve Laponya kıyılarının bazı kısımlarında da kalanklar mevcuttur (Fotoğraf 7.8).



Fotoğraf 7.8: Kalanklı Kıyılar (Karaloz Koyu)

7.6. Setli veya Lidolu Kıyılar

Bunlar kıyı ovalarının kenarlarında ön kıyı setlerinin geniş ölçüde gelişmesi ile oluşmuş alçak kıyılardır. Kıyı çizgisi düz denecek kadar az girintili çıkıntılı bir şekilde uzanır (Şekil 7.8). Kıyıda geniş ölçüde gelişmiş ve yer yer birtakım gediklerle kesintiye uğramış ön kıyı setleri ile bunların gerisinde lagünler bulunur. Ön kıyı setlerinin çok gelişmiş olmalarına atfen bu kıyılara setli kıyı veya bu setler için Venedik'te kullanılan lido ismine atfen lidolu kıyı denilmiştir. Bu tip kıyılar asli ve genetik bir tip olmaktan çok sonradan faaliyete geçen kıyı süreçlerinin eseridir. Arazinin az dayanıklı oluşu ve özellikle akarsularla taşınan alüvyonların bolluğu kıyının hızla şekillenmesine neden olmaktadır. Lidolu kıyılara örnek olarak Meksika Körfezi kıyıları, Florida Yarımadası'nın doğu kıyıları, Afrika'da Kamerun'dan Liberya'ya kadar uzanan Gine Körfezi kuzey kıyıları, Dekan Yarımadası'nın doğu kıyılarının Karikal-Ganj Deltası arasındaki kısmı, Queensland kıyıları gösterilebilir (Fotoğraf 7.9).



Şekil 7.8: Setli Kıyılar



Fotoğraf 7.9: Setli Kıyılar (Queensland, Avustralya)

7.7. Dalmaçya Tipi Kıyılar

Kıyıya paralel adalar, kanallar, koylar ve körfezlerin mevcudiyeti ile temayüz eder. Böyle bir kıyı tipinin teşekkülü için yalnız yapının kıyı çizgisinin umumi uzanışına paralel olması kâfi değildir. Aynı zamanda kıyı hâline geçen ve deniz istilasına maruz kalan sahanın yapının umumi istikameti yatay veya subsekant vadiler ve depresyonlarla yarılmış ve bu çukur sahaların bazı yatay boğazlar ve aksiyal alçalma sahaları ile yekdiğerine bağlanmış olması gerekir. Zira ancak bu şartların tahakkuku hâlinde deniz birbirine ve kıyıya paralel vadilere ve depresyonlara sokulmak imkânını bularak kıyıya paralel koylar, kanallar ve ada sıraları meydana gelebilir. Bu gibi kıyılar dalmaç tipi kıyı olarak ifade edilir (Şekil 7.9 , 7.10, Fotoğraf 7.10).



Şekil 7.9: Dalmaçya Tipi Kıyılar (Dalmaçya, Adriyatik)



Şekil 7.10: Dalmaçya Tipi Kıyılar (Zadar, Dalmaçya, Adriyatik)



Fotoğraf 7.10: Dalmaçya Kıyıları (Dalmaçya)

7.8. Sürempoze Kıyılar

Fosil bir topografya yüzeyini örten az dirençli depolardan müteşekkil bir örtünün mevcut olduğu kıyılarda görülür. Başlangıç anında kıyı süreçleri örtü tabakaları üzerinde cereyan eder fakat bir müddet sonra bu örtü tabakaları dalga aşındırması tarafından tamamen veya bir ölçüde ortadan kaldırılır. Bunun neticesinde fosil topografya yüzeye çıkar. Bu vaziyette kıyının manzarası, fosil yüzeyin hususiyetlerine bağlı olur. Muhtelif tipler arz etmesi mümkün olan bu yeni manzara, bir sıyrılma olayının neticesinde meydana çıktığı için bu tip kıyılara da sürempoze kıyılar denir fakat bu açıklamadan anlaşılacağı üzere sürempoze kıyılar aslı veya jenetik bir kıyı tipi değil, bilakis kıyı süreçlerine ve zaman unsuruna bağlı olarak bilahare ortaya çıkan tali bir tip olarak belirtilmelidir.

7.9. Volkanik Kıyılar

Deniz seviyesinin son yükselmesini takiben meydana gelen volkanik faaliyetlerin eseri olan tahrip veya birikim şekillerinin denizle temas etmesi hâlinde meydana gelirler. Okyanus ve denizlerdeki volkan adalarının kıyıları volkanik kıyı tipini meydana getirir. Sular yüzeyinde yükselen yeni bir volkan yapısının, geniş lav birikiminin bir kraterin denizle teması hâlinde meydana gelen kıyı şekilleri bu gruba girer (Şekil 7.11, Fotoğraf 7.11).



Şekil 7.11: Volkanik Kıyılar



Fotoğraf 7.11: Volkanik Kıyılar (Augustine Adası, Alaska)

7.10. Mercan Kıyıları

Bu tip kıyılar mercan adı verilen ve koloniler hâlinde yaşayan deniz canlılarının kalker iskeletlerinin yığılması sonucu meydana gelen mercan adalarına veya resiflere bağlı olarak teşekkül eder. Dolayısıyla bu kıyılar organik kökenlidir ve mercanların hayat sahası olan tropikal okyanus veya denizlerde görülür fakat bu da asli bir kıyı tipi olmayıp hususiyetlerini mercanların hayati faaliyetleri neticesinde kazanmış tali bir kıyı şeklidir. Mercan kolonilerinin farklı durumlarına göre bu kıyılar muhtelif şekiller gösterir (saçak resifli, set resifli, atol şekilli mercan kıyıları) (Fotoğraf 7.12).



Fotoğraf 7.12: Resifal Kıyılar (Şarmş Şeyh, Mısır)

7.11. Alüvyal Birikim Kıyıları

Alüvyal birikimin büyük ölçülere eriştiği alçak sahalarda bilhassa deltalarda kıyının manzarası, bu birikim sürecine bağlıdır. Bu tip kıyılarda genellikle kıyı setleri ve ön kıyı setleri görülür ve bu sebepten dolayı alüvyal kıyılar setli kıyı tipine yakınlık gösterir. Delta kıyıları deltaların çeşitli şekillerde olmalarına bağlı olarak çeşitli görünümde bulunur (Şekil 7.12).



Şekil 7.12: Alüvyal Kıyılar

7.12. Tektonik Kıyılar

Bunlar, esas özelliklerini deniz seviyesinin son yükselişini takiben meydana gelen tektonik deformasyonlar (bükülme, kırılma, çarpılma vb.) neticesinde kazanmış olan kıyılardır (Şekil 7.13, Fotoğraf 7.13).

Kıvrım eksenlerinin, fay düzlemlerinin, kuesta cephelerinin ve subsekant depresyonların kıyıya paralel olarak uzandıkları bölgelerde pasifik tipi kıyı olarak da adlandırılan boyuna yapılı kıyılar gelişmiştir. Kıyı hâline geçen bölgenin yapısal hatları kıyıya diktir. Atlas okyanusu kıyılarında çok rastlandığı için enine yapılı kıyılara Atlantik tipi kıyılar ismi de verilmektedir. Bazı bölgelerde yapı hatları kıyıya verek doğrultudadır. Verek yapılı kıyılar adı verilen bu tip kıyılarda da antiklinatler burunları senklinaller ise koy ve körfezleri meydana getirirler.



Şekil 7.13: Tektonik (Faylı) Kıyılar



Fotoğraf 7.13: Tektonik Kıyılar (Alpin Fay)

Uygulamalar

1. Bir Dünya uydu görüntüsü üzerinden İskandinavya'yı inceleyiniz.
2. Bir Dünya uydu görüntüsü üzerinden Güneybatı Anadolu kıyılarını inceleyiniz.
3. Bir Dünya uydu görüntüsü üzerinden Pasifik Ateş Çemberi'ni inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. İskandinavya kıyıları ne tür kıyılara sahiptir?
2. Kayaç yapısı bakımından hangi kıyı mevcut?
3. Pasifik Ateş Çemberi kıyılarında iki dominant kıyı tipini belirtiniz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Kıyılarının çeşitli tipler gösterdiği açıktır. Çok çeşitli olan kıyı tiplerinin bir sınıflandırma çerçevesi içinde toplanması güç bir problemdir. Gerçekten kıyılar; yapı, litolojik özellikler, iç ve dış etmenler, zaman ve kıyı hâline geçen bölgelerin jeomorfolojik özellikleri gibi oluşum ve gelişimlerinde rol oynayan çeşitli faktörlerin niteliklerine ve etkinlik derecelerine bağlı olarak çok çeşitli tipte olur.

Zaman doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki yoldan etkili olur. Doğrudan etki kıyının morfolojik gelişiminde bulunan evre ile kendini belli eder. Gençlik, olgunluk ve ihtiyarlık evrelerinde kıyılar değişik görünümde olur. Zamanın dolaylı etkisi ise gelişim esnasında çeşitli karışıklıkların ortaya çıkması ve bunlara bağlı olarak polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesiyle kendini gösterir.

Şu hâlde kıyılarının bugünkü görünüşleri kıyı hâline geçen bölgelerin jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin buzullar tarafından kazılmış, derin vadilerin bulunduğu bölgelerin deniz tarafından işgali fiyordlu kıyılarının, akarsularla derin bir şekilde yarılmış platoların sular altında kalması rialı kıyılarının, karstik kanyonların yer aldığı sahaların boğulması ile kalanklı kıyılarının meydana gelmesine yol açmıştır.

Derin buzul vadilerinin deniz tarafından işgali neticesinde fiyordlu kıyılar meydana gelmiştir. Bu tip kıyılar, çok parçalanmış, girintili çıkıntılı bir görünüm gösteren yüksek kıyılardır.

İnlandsislerin kenarlarında ve uçlarında meydana gelen aşınım ve birikim şekillerinin (hörgüç kaya kümeleri, drumlin kümeleri) sular altında kalması ile meydana gelen kıyı tipine skayerli kıyı denir. Bu tip kıyılar da fiyordlu kıyılar gibi çok parçalı ve girintili çıkıntılı bir görünüme sahiptir.

Akarsularla derin bir şekilde varılmış olan nispeten yüksek bir sahada vadilerin aşağı çığırılarının sular altında kalması neticesinde tıpkı vadiler gibi uzanan koylar meydana gelir. Bunlar derindir, iç kısımlara doğru fazla sokulur ve tıpkı bir vadi şebekesi gibi birtakım kollara ayrılır. Bu tali girintiler, eski tabi vadilerin mecralarına tekabül eder. Bu manzarayı arz eden koyalara İber Yarımadası'nın NW köşesinde Galisya'da verilen ismi ile Ria adı verilir.

Haliçli kıyı tipinde deniz, rialı kıyılarda olduğu gibi, irili ufaklı çeşitli kollar hâlinde karaların içine sokulur. Bunlar az yüksek ve akarsularla hafifçe yarılmış bir platonun veya hafifçe tepelik bir sahanın üzerindeki vadi şebekesinin aşağı mecralarının sular altında kalması ile meydana gelmiş olan kıyı tipleridir. Ancak bu kıyı tipinde yer alan boğulmuş akarsu vadileri, rialar kadar derin ve sarp yamaçlı değildir. Bu durum kıyı hâline geçen sahanın az yüksek ve akarsular tarafından hafifçe yarılmış olmasından ileri gelir. Burada geniş ve yatık yamaçlı vadilerle onları birbirlerinden ayıran basık sırt ve tepeler yer alır.

Karstik sahalardaki kanyon şekilli gömük ve kuru vadilerin deniz tarafından işgal edilmesi hâlinde manzara itibariyle rialara benzer çok derin koylar meydana gelir. Karstlaşma sonucu meydana gelmiş galeri, mağara gibi doğal yeraltı boşluklarının tavanlarının çökmesiyle oluşmuş kanyon şeklindeki vadilerin ağızlarının deniz istilasına uğramalarıyla kalanklı kıyılar teşekkül etmiştir.

Setli kıyılar kıyı ovalarının kenarlarında ön kıyı setlerinin geniş ölçüde gelişmesi ile oluşmuş alçak kıyılardır. Kıyı çizgisi düz denecek kadar az girintili çıkıntılı bir şekilde uzanır. Kıyıda geniş ölçüde gelişmiş ve yer yer birtakım gediklerle kesintiye uğramış ön kıyı setleri ile bunların gerisinde lagünler bulunur.

Dalmaçya tipi kıyılar kıyıya paralel adalar, kanallar, koylar ve körfezlerin mevcudiyeti ile temayüz eder.

Fosil bir topografya yüzeyini örten az dirençli depolardan müteşekkil bir örtünün mevcut olduğu kıyılarda sürempoze kıyılar görülür.

Deniz seviyesinin son yükselmesini takiben meydana gelen volkanik faaliyetlerin eseri olan tahrip veya birikim şekillerinin denizle temas etmesi hâlinde volkanik kıyılar meydana gelir.

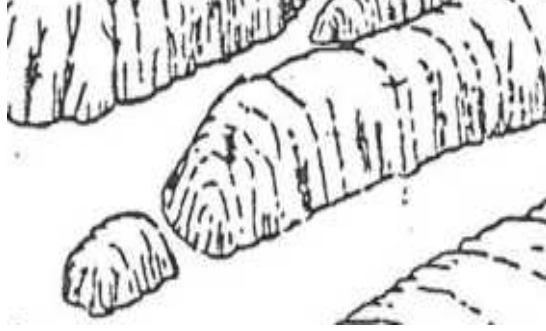
Mercan adı verilen ve koloniler hâlinde yaşayan deniz canlılarının kalker iskeletlerinin yığılması sonucu meydana gelen mercan adalarına veya resiflere bağlı olarak resifal kıyılar teşekkül eder.

Alüvyal birikimin büyük ölçülere eriştiği alçak sahalarda, bilhassa deltalarda kıyının manzarası, bu birikim sürecine bağlıdır. Bu tip kıyılarda genellikle kıyı setleri ve ön kıyı setleri görülür ve bu sebepten dolayı alüvyal kıyılar setli kıyı tipine yakınlık gösterir. Delta kıyıları deltaların çeşitli şekillerde olmalarına bağlı olarak çeşitli görünümde bulunur.

Tektonik kıyılar, esas özelliklerini deniz seviyesinin son yükselişini takiben meydana gelen tektonik deformasyonlar (bükülme, kırılma, çarpılma vb.) neticesinde kazanmış olan kıyılardır.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki şekilde görülen kıyı tipi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



- a) Fiyortlu Kıyı
- b) Limanlı Kıyı
- c) Dalmaçya Tipi Kıyı
- d) Sürempoze Kıyı
- e) Alüvyal Kıyı

2) İnlandsislerin kenarlarında ve uçlarında meydana gelen aşınım ve birikim şekillerinin (hörgüç kaya kümeleri, drumlin kümeleri) sular altında kalması ile meydana gelen kıyı tipi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

- a) Fiyortlu Kıyı
- b) Limanlı Kıyı
- c) Dalmaçya Tipi Kıyı
- d) Skayerli Kıyı
- e) Tektonik Kıyı

3) Aşağıdaki şekilde görülen kıyı tipi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



a) Fiyortlu Kıyı

b) Limanlı Kıyı

c) Dalmaçya Tipi Kıyı

d) Sürempoze Kıyı

e) Alüvyal Kıyı

4) Türkiye'nin Karadeniz kıyıları tektonik bakımdan hangi kıyı tipi içinde kalır?

5) Türkiye'nin Ege kıyıları tektonik bakımdan hangi kıyı tipi içinde kalır?

6) Adriyatik kıyılarında dikkat çeken kıyı tipi nedir?

7) Norveç kıyılarında görülen iki kıyı tipini belirtiniz?

8) Rialı kıyılar daha çok nerelerde görülür?

9) Skayerli kıyıların temel özelliği nedir?

10) Lidolu kıyılar nasıl meydana gelir?

Cevaplar

1) a, 2) d, 3) e, (4-10. arasındaki sorular için metne bakınız.)

8. KARST TOPOGRAFYASI: GENEL ÖZELLİKLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu derste karst topografyasını şekillendiren ve kontrol eden faktörler üzerinde durulacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Günümüzde karstlaşma karakteristik olarak nerelerde görülmektedir?
2. Kalker ne demektir?
3. Tropiklerde karstik şekillerin ömrü hakkında ne söylenebilir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Karst topografyası	Kayaçların yerçekillerinin oluşum ve gelişim üzerindeki etkileri ile karstlaşma üzerinde etkili olan faktörlerden olan kayaç cinsi, iklim, tabakalanma özellikleri, jeomorfolojik özellikler, zaman faktörlerinin önemini kavrar.	Kayaçların yerçekillerinin oluşum ve gelişim üzerindeki etkileri ile karstlaşma üzerinde etkili olan faktörlerden olan kayaç cinsi, iklim, tabakalanma özellikleri, jeomorfolojik özellikler, zaman faktörleri açıklanır. Örnekler verilir.

Anahtar Kavramlar

- Karst
- Kalker
- Kayatuzu
- Jips
- Dolomit
- Mermer
- Zaman
- Tabaka
- İklim
- Jeomorfoloji
- Kayaç
- Litoloji

Giriş

Yerşekillerinin oluşum ve gelişimlerinde belirtildiği gibi kayaçların önemli rolleri vardır. Onların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar, farklı yerşekillerinin meydana gelmesine sebep olabilir. Kalkerlerin çözülme (erime) özelliklerine bağlı olarak meydana gelen yerşekillerinin oluşturduğu karst topografyası buna güzel bir örnek teşkil eder. Bu topografyaya ait yerşekilleri, daha az yaygın ve daha az gelişmiş bir şekilde jips, dolomit, tebeşir ve kaya tuzu gibi suda eriyebilen kayaçlar üzerinde de meydana gelir. Karstlaşmanın ve dolayısıyla karst topografyasının gelişebilmesi için birtakım koşulların birlikte gerçekleşmesi gerekir. Bugün kalkerlerin bulunduğu her sahada karst topografyasına ait yerşekillerinin görülmeyişi, hiç değilse, onların tam olarak gelişmiş bulunmamaları bunun bir kanıtıdır. Karstlaşma üzerinde etkili olan kayaç cinsi, iklim, tabakalanma özellikleri, jeomorfolojik özellikler ve zaman gibi faktörlerin kontrolünde karstik topografyalar gelişme gösterir.

Karst İtalyanca (Carso), Trieste'nin doğusundaki bir platonun adıdır. Bu isim, kalkerin erimesi ve yüzeysel akarsuların yer altına intikali neticesinde meydana gelen şekillerin genelini ifade eden bir jeomorfoloji terimi olarak önceleri Yugoslavya'nın Adria kıyılarında İstirya'dan güneye doğru uzanan ortalama 80 km genişlikte ve 2000 metre yükseltideki platolar için kullanılmış, sonraları dünyanın diğer ülkelerinde de bu gibi şekilleri ifade etmek için kullanılan milletlerarası bir terim olmuştur.

Bilindiği üzere yapı yerşekillerinin oluşum ve gelişiminde rol oynayan önemli etmenlerden biridir. Yerkabuğunun tektonik ve litolojik özelliklerini kapsayacak şekilde kullanılmaktadır. Litolojik yapı kayaçları ifade eder, tektonik yapı ise bu kayaçların dizilişleri ve tabaka özelliklerini belirtir. Diğer bir ifade ile yapı denilince hem yereyi (araziyi) meydana getiren kayaçların cinsi, onların fiziksel ve kimyasal özellikleri hem de bu kayaçların meydana getirdiği tabakaların birbirlerine göre durumları anlaşılır.

Karst topografyasında belirtildiği gibi kaya özellikleri, morfolojik şekillenme hususunda rol oynayan mühim bir etkidir. Bu rol bütün aşındırma süreçlerinde kendini hissettirir. Mesela greler, şistler veya kristalen kayalar üzerinde görülen topografya şekilleri arasında kaya tabiatından ileri gelen bariz farklar vardır fakat bu ayrılıklar, morfolojik oluşum ve gelişim olgunluk safhasını geride bıraktığı andan itibaren azalmaya başlar. İster greden ve şistlerden ister granitten veya daha başka kayalardan müteşekkil olsun, herhangi bir sahanın morfolojik karakteri esas itibariyle süreçlere ve oluşum ve gelişim safhasına bağlıdır. Mesela fluviyal şekillenmede çeşitli kayalardan yapılmış sahalar aynı oluşum ve gelişim safhasına erişmiş bulundukları takdirde genel manzara itibariyle benzerlik gösterir. Kurak ve yarı kurak sahalarda süreçlerin hususiyeti ve oluşum ve gelişim safhası, gene manzaraya hâkim damgasını vurur. Bunun yanında kaya tabiatına bağlı olan farklar ve değişiklikler ancak teferruata aittir fakat karst topografyası adı verilen şekiller topluluğu, bu kaidenin bir istisnasını teşkil eder. Bu topografyanın meydana gelmesinde kayanın karakteri esas etkidir. Belirli özelliklere sahip, yeter derecede kalın ve yaygın kalkerlerden müteşekkil olan sahalar, esas itibariyle kalkerin su tarafından eritilmesi ile alâkalı karakteristik şekillerin mevcudiyeti

ile gelişim gösterir. Topografik oluşum ve gelişimin bütün seyri esnasında da kaya tabiatı bu kesin rolünü muhafaza eder.

8.1. Kayaçların Yerşekillerinin Oluşum ve Gelişim Üzerindeki Etkileri

Litolojik bakımdan yapı; litolojik yapıdan kast edilen yerkabuğunu meydana getiren kayaçlardır. Kayaçlar kaya, taş gibi isimlerle de ifade edilmektedir. Kayaçlar su, gaz ve organik varlıkların dışında yerkabuğunu meydana getiren unsurlardır. Kayaçların yerşekillerinin oluşum ve gelişimleri üzerinde etkili olan bazı özellikleri bulunmaktadır.

Yol yarmaları, maden ocakları ve taş ocakları gibi yerler ile toprak veya enkaz örtüsünden yoksun topografya yüzeylerinde mostralara rastladığımız kayaçlar, yerşekillerinin oluşum ve gelişimlerinde rol oynayan önemli etmenlerden biridir. Onların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar yerşekillerinin de farklı olmalarına sebep olur çünkü bu özellikler, kayaçların aşındırma etmen ve süreçlerine karşı dayanıklı veya dayanıksız olmalarını tayin eder. Örneğin kalker, tebeşir, jips gibi suda eriyebilen veya çözünebilen kayaçların bulunduğu sahalarda lapy, dolin, uvala gibi özel yerşekillerini içeren karst topografyası oluşur.

Genel olarak tektonik hareketlerle ters durumlar meydana gelmemişse aşınmaya karşı dayanıklı kayaçlar nispeten yüksek yerşekillerini, kolay aşınan ve parçalanan kayaçlar ise alçak yerşekillerini meydana getirir. Aşınım yüzeyleri veya peneplenler üzerinde yer alan ve sert kayaçlardan oluşan monadnoklar bu şekildeki nispeten yüksek rölyefe örnek teşkil eder. Sert-yumuşak tabakaların ardışık olarak üst üste bulunduğu, örneğin, yatay yapıları sahalarda sert tabakalar vadi yamaçlarında dik çıkıntılar, kornişler oluşturur. Granitlerden müteşekkil sahalarda granit topografyası adı verilen özel bir topografya tipi oluşur. Benzer şekillere siyenit, diorit, andezit, bazalt ve gnays gibi heterojen kayaçlar üzerinde de rastlanır.

Kayaçlar genellikle bir veya birkaç mineralin bir araya gelmesi sonucu oluşmuştur ve mineral içerikleri onların dış etmenlere karşı dayanıklılıklarını tayin eder çünkü kayaçlar aynı fiziksel ve kimyasal özellikte değildir; Katılaşım, Tortul ve Metamorfik olmak üzere üç ana grubu ve bunlarında altında çok çeşitli tipleri vardır. Örneğin yoğun olabildikleri gibi (bazalt..) gevşek de olabilir (kum deposu, çakıl deposu..). Bir kısmı tabakalıdır (kumtaşı, gnays..), bir kısmı ise tabakalanma göstermez (granit..). Kristalize minerallerden müteşekkil olanların yanı sıra (granit, gabro..) cam yapısında olanlar da vardır (obsidyen, pekştayn..). Bir kısmı tek mineralden müteşekkildir (kalker, jips..), bir kısmı ise çeşitli minerallerden oluşmuştur (granit, andezit..).

Etmen ve süreçlerin etkisi yer yüzeyinde ve yerin iç kısımlarında kayaçlar üzerinde olur. Şekillendirici bu etmen ve süreçlere karşı kayaçların göstermiş oldukları direnç veya tepki bu bakımdan önem arz eder. Belirtildiği gibi kayaçlar, mineral veya minerallerin bir araya gelmesi ile oluşmuşlardır. Bu nedenle aralarında kimyasal bileşim farkları olduğu gibi fiziksel özellikleri de başkadır. Dolayısı ile kayaların çözülmeye karşı dirençleri çok değişiktir. Fakat aynı kayacı oluşturan farklı minerallerin çözülmeye dirençleri de aynı

değildir. Bunun sonucunda kayalar, belli bir süre dış süreçlerin etkisinde kaldıklarında bunların yüzeylerinde pürüzler meydana gelir. Farklı çözülmeye bağlı olarak dirençli minerallerden oluşan kısımlar belirgin noktalar, çabuk çözülmüş kısımlar ise çukurluklar hâlinde belirir. Bir kayanın üzerinde farklı çözülme sonucunda oluşan bu tür pürüzler daha küçük ölçüdedir fakat bileşim ve yapı bakımından ayrı olan kayalar arasında çözülme ve sonuçta aşınma ve parçalanmaya karşı direnç bakımından var olan ayrıcalıklar zamanla büyük ölçüde seviye farklarının oluşmasına neden olabilir. Farklı aşınma ve parçalanma ile dirençli kayalar yüksek sahalar hâlinde belirir, bunlar arasında veya çevresindeki dirençsiz kayalar ise hızla çözümlenerek ve aşınarak alçalırlar.

Kayaçlar, doğal bir malzeme olmaları ve katı, sıvı, gaz gibi üç değişik fazda bileşenlerden meydana gelmeleri nedeni ile onların dış etmen ve süreçlere karşı davranışlarının ortaya konulması oldukça zordur. Bunlar, genel olarak homojen olmayan ayrıca özellikleri çevre koşullarına, jeolojik zamana bağlı olarak büyük değişiklikler gösteren oluşuklardır. Bu açıdan yapıların dış etmen ve süreçlere karşı davranışlarını ifade eden genel analitik modellerin ve sabit kayaç katsayılarının kesin olarak belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Ayrıca bundan dolayı litolojik istifin değişik iklimatik şartlarda jeomorfoloji üzerindeki etkileri de farklı olmaktadır.

Kayaçların ayrışmasına ve parçalanmasına yol açan etkenler, mekanik ve kimyasal olarak iki ayrı grupta değerlendirilir. Bunlardan birincisi; ısı farklılıkları, don, rüzgâr, su ve bitki köklerinin etkisi gibi fiziksel nedenlerin yol açtığı mekanik parçalanma, diğeri ise kayaçların ve bu kayaçları oluşturan unsurları birbirine bağlayan çimentonun kimyasal bileşiminin bozulmasına bağlı olarak meydana gelen kimyasal ayrışmadır. Kayaçların içerisinde yer alan bazı yarı duyarlı mineraller de kimyasal ayrışmaya uğrayarak birtakım ikincil minerallere dönüşmektedir. Dayanıklılığı daha az olan bu ikincil mineraller ise tekrar mekanik parçalanmaya uğrayarak daha küçük parçalara ayrılabilir.

Kayaçlar parçalanmaya yol açan farklı nedenlerin etkisi altında boyutları ve biçimleri birbirinden farklı çok sayıda küçük tanelere ayrılmaktadır. Litolojik istiflerin etmen ve süreçlere karşı davranışlarını analiz edebilmek, jeomorfolojik gelişim bakımından gerekli etmenleri saptayabilmek için onların yaşı, dokusu, iç yapısı ve bunlardan katı tanelerin boyutları, biçimleri, yoğunlukları ve mineralojik karakteristikleri gibi özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yeryuvarın jeolojik geçmişi boyunca oluşmuş malzemelerin taşınması, değişik çevre koşulları altında çökmesi, sıkışması ve çimentolaşması yer yer de metamorfizmaya maruz kalması, yer yer de oluşan bu litolojik istiflerin tekrar tekrar parçalanması, ayrışması, taşınması ve birikmesi ile çok değişik jeolojik istifler meydana gelmiştir. Bu kayalar zaman zaman da basınç ve gerilmelere maruz kalarak kırılmış ve kıvrılmıştır. Dolayısıyla her kayaç şekillenmeye karşı kendine has özellikler göstereceğinden litolojik yapının açıklığa kavuşturulması gerekir.

Kayaçların diyaklazlarla veya zayıf direnç hatları ile kesilmiş olması çok önemli sonuçlar ortaya çıkarır. Kırık ve çatlaklar diyebileceğimiz kayaçlardaki diyaklazlar suyun

derine doğru sokulmasını geniş ölçüde kolaylaştırır. Bazalt ve kalker gibi aslında sağlam olan kayaçların geçirimli olmaları, bunlar üzerinde çok görülen diyaklazların varlığı ile ilgilidir. Unsurları arasındaki bağ zaten kuvvetli olan bu gibi kayaçların yüzeysel aşınmaya karşı dirençleri, diyaklazların arttırdığı geçirimsizlik sayesinde bütünümlü fazlalaşır.

Diyaklazlar, şistleşme ve tabakalaşma yüzeyleri zayıf direnç sahalarıdır. Bunlarla çok sıkı bir şekilde kesilen kayaların dirençleri azalır. Bu zayıf direnç sahaları boyunca daha etkin ve daha derin bir şekilde sokulan dış süreçler, özellikle kimyasal çözülme süreçleri oldukça kısa bir zaman sonra kayacın parçalanıp ayrışmasına neden olur. Genel olarak aşındırma faktörleri öncelikle zayıf direnç sahalarını izleyerek gelişir.

Kayaçların büyük çoğunluğu özellikle de evaporitler suda çözünür (erir). Bundan başka detritik kayaçlardan bir kısmının çimentosu kalkerdir ve bu kalkerli çimentonun erimesi de önemli bazı sonuçlara neden olur.

Potasyum klorürlü ve sodyum klorürlü kayaçlar çok hızlı çözünür. Bu nedenle bunlar üzerinde erime ile oluşmuş şekiller çok yaygındır fakat bu şekilde meydana gelen şekiller uzun ömürlü değildir. Erime hızlı olduğundan oluşan şekiller yine aynı hızla ortadan kaldırılır. Buna karşılık kalker, dolomit ve mermer gibi kayaçlar üzerinde erime yoluyla oluşan şekiller uzun süre korunur ve karst topografyası olarak isimlendirilen özel bir topografya tipi meydana getirir.

Gevşek veya çimentolanmış klastik maddeler blok, çakıl, kum, silt ve kil gibi farklı boyuttaki unsurlardan yapılmıştır. Bir deponun boyut sınıfları bakımından sayısal yöntemlerle incelenmesi olarak bilinen granülometrik özellikler kayaçların gözenekliliği, geçirimsizliği, su tutma kapasitesi, mekanik parçalanmaya karşı etkisi gibi birçok konularda önemli rol oynar. Gevşek maddelerin unsur boyutları, unsur şekilleri ve granülometrik karakterleri ile bunların akarsularla arındırılmaları, taşınmaları ve çöktürülmeleri arasında da sıkı bir bağıntı vardır.

Bir kayacın hacim biriminde var olan boşlukların toplam hacminin kayacın hacim birimine oranına boşluk oranı denir. Gözeneklilik (porozite) ise boşluk oranının hacim birimine boşluk oranının eklenmesiyle elde edilecek değere göre orandır. Dolayısıyla gözeneklilik herhangi bir kayaçta yer alan gözeneklerin hacminin kayacın toplam hacmine oranına eşittir. Porozite kayacı meydana getiren unsurların boyutlarına, şekillerine, bunların diziliş düzenine yani tekstürüne ve ayrıca özellikle kumtaşı, kalker ve bazalt gibi kayaçlarda çok görülen diyaklazların varlığına, bunların sıklığına ve genişliğine bağlıdır. Genel olarak unsurlar ne kadar ince ise porozite o oranda yüksektir. Porozite arttığı oranda aşındırma süreçlerine karşı azalmış olur.

Sızma, yamaçların şekillenmesi ve aşındırmanın şiddeti gibi birçok konularda çok önemli rol oynayan ve litolojik karaktere sıkıca bağlı olan bir özelliktir. Bir katsayı ile açıklanır ve Darcy formülüne göre hesaplanır, Geçirimsizlik veya sızma hızı geçirimsizlik katsayısı ile hidrolik gradyanının çarpımına eşittir. Geçirimsizlik katsayısının değeri kayacı meydana getiren unsurların boyutlarına, biçimine, mineral bileşimlerine ve ayrıca suyun viskozitesine etkiyen sıcaklık, yoğunluk, tuzluluk gibi özelliklerine bağlıdır. Genel olarak

geçirimsizlik porozite ile ilgilidir. Geçirimsizliğin fazla olması için porozitenin de yüksek olması gerekir fakat porozite oranı yüksek olan her kayaç mutlaka fazla geçirimsiz değildir. Taneleri nem alınca gözenekler hızla kapanır. Bu nedenden killi kayalar, yüksek gözeneklilik oranına rağmen geçirimsizdir. Bu durum killi kayalardan yapılmış arazinin şekillenmesi bakımından önemli rol oynar ve buralarda karakteristik şekillerin meydana gelmesine yol açar. Bu gibi sahalarda vadi şebekesi daha sık yamaç profili genellikle konkavdır. Buna karşılık konglomeralar, çakıllar, kumlar ve kum taşlarında gözeneklerin hacmi daha büyük olduğundan bu gibi maddelerden yapılmış depolar, daha düşük olan porozitelerine rağmen çok geçirimsizdir. Diyaklazlı kalkerler, bazaltlar, kumtaşları da çok geçirimsizdir. Bunlardan yapılmış sahalarda çizgisel ve yüzeysel aşınma özellikle yamaç işlenmesi güçleşir. Akarsu şebekesi daha zayıf, vadi yamaçları dik ve genellikle dış bükeydir.

Kayaların jeomorfoloji bakımından da önemli diğer bir özelliği de onların yoğunluğudur. Özellikle klastik maddelerin akarsular, dalgalar ve rüzgâr tarafından taşınması sırasında ağırlıklarına göre elenmesine yol açarak depoların karakteri üzerinde etki yapar. Yoğunluk katılma kayaçlarında genellikle daha yüksektir. Tortul kayaçların yoğunluğu biraz daha azdır. Metamorfik kayaçların çoğunda da yoğunluk katılma kayaçlarınkine yakındır.

Kayaçların plastisite, likidite ve tiksotropi özellikleri bazı önemli jeomorfolojik olayların meydana gelişini ve yayılış biçimini açıklamaya yarar. Bir kuvvet karşısında şekil değiştiren fakat kuvvet ortadan kalktığı zaman tekrar eski hâlini alan cisimlere esnek denir. Buna karşılık şekil değişikliği kuvvetin etkisi ortadan kalktığı zaman da devam ediyorsa o hâlde plastisiteden bahsedilir. Örneğin kauçuk esnek, nemli kil plastiktir. Kile çok daha fazla su eklenirse belli bir ölçüden sonra su artık kil tarafından emilir fakat kil taneleri arasında dolaşır ve bu durumdaki kil akıcı bir hâl alır.

Aynı maddenin kendi ağırlığı altında parçalanmadan akmaya başlaması için açıklanan ölçüsüne de likidite sınırı adı verilir. Bu sınıra erişmiş bir maddede açılan çatlaklar veya yarıklar, düzgün darbeler veya sarsıntılarla kendiliğinden kapanır. Killerin plastisite sınırı genellikle %13-30 arasındadır. Bu bakımdan çeşitli kil minerallerinin gösterdikleri değerler birbirine daha yakındır. Oysa killerin likidite sınırları arasında büyük fark vardır. Örneğin kaolinitin likidite sınırı %30-70 arasında olduğu hâlde montmorillonitin egemen olduğu bentonit türü kilde bu sınır %700'dür. Marnlar, kumlar, miller, çakıl depoları ve çeşitli topraklar içinde hemen daima önemli değerde kil bulunur. Bu nedenden bunların plastisite ve likidite bakımından davranışları üzerinde kil değeri ve kil mineralinin türü rol oynar. Yukarıdaki verilere göre kaolin grubundan killer veya bunların bulunduğu klastik depolarda kütle hareketlerinin meydana gelmesi, montmorillonit killerine oranla daha kolay ve daha olasıdır çünkü kaolinit likidite sınırına çok daha az miktarda su ile erişir.

Killi gevşek depolara daha fazla su eklendiği zaman bunlar bir süre sonra likidite sınırını aşar. Buna rağmen bazı hâllerde depo katılığını korur ve akışa geçmez fakat bu durumdaki depo bir darbe veya sarsıntıya uğradığı zaman aniden sıvı hâline geçerek yamaçtan aşağıya harekete başlar ki buna tiksotropi denir. Tiksotropi, birkaç dakika sonra sona erer ve kütle yeniden katılaşır. Sismik veya volkanik sarsıntılar, yeraltı suyu seviyesinde taşkınlar veya şiddetli yağışlardan sonra meydana gelen ani değişikliklerin neden olduğu basınç

değişiklikleri tiksotropiye neden olan farklı etkenlerdir. Bunun sonucunda da yamaçlarda heyelanlar, toprak kaymaları, göçmeler, çamur akıntıları meydana gelir. Maddenin yeniden katılaşması da belli bir su değerine bağlıdır. Killi maddeler ne kadar çoksa, hareket hâlindeki kütlenin katılaşma süresi o kadar gecikir.

Kayaçların uğradıkları mekanik çözülme olayları bunların sıcaklık değişiklikleri sunucunda genişleme ve büzölmeleri ile çok yakından ilgilidir. Isı yükselince -cisimlerin çoğunluğu gibi- kayaçlar da genişler. Bu genişleme hem uzunluk hem de hacim bakımından bir artış şeklinde meydana gelir. Uzunlamasına genişleme, çizgisel genişleme katsayısı ile açıklanır. Normal sıcaklıklarda çizgisel genişleme katsayısı kayalara ve minerallere göre farklı değerler gösterir.

Kayaçların kopma direnci ve kohezyon özellikleri, aşınmaya karşı dirençleri ile yamaç şekilleri ve kütle hareketleri bakımından önemlidir. Kopma direnci, kayacın bulunduğu basınca bağlıdır. Değeri ise kayaç cinsine ve suyun varlığına bağlıdır. Kohezyon ise aynı cins moleküllerin arasındaki çekim kuvvetine denir. Kohezyon sıvı ve katı maddelerde görülür. Bu maddelerin moleküllerindeki pozitif ve negatif yükler arasında oluşur. Bağların ömrü saniyenin trilyonda biri kadardır ancak komşu moleküller arasında sürekli yeni bağ kurulur ve bu da bileşiği bir arada tutar.

Kum, çakıl, toprak yamaç döküntüsü gibi gevşek maddelerden meydana gelen birikme şekillerinin bir yamaç üzerinde kaymadan, yuvarlanmadan durabildikleri en büyük açısı denge açısı denir. Bu açının değeri heyelanlar, toprak kaymaları gibi çeşitli kütle hareketlerinin meydana gelişi, birikinti konisi, yamaç döküntüsü, kumullar gibi faktörlerin eğim özellikleri üzerinde önemli rol oynar. Denge açısı, gevşek depoyu oluşturan malzemenin litolojik karakterine bağlıdır. Sürtünme, unsurların yüzey şekilleri ile ilgilidir; yüzey şekilleri de kayaç yapısına bağlıdır. Genellikle yassı parçalar sağlayan kayalara ait unsurlardan oluşan depoların denge açısı daha küçüktür. Unsurların ıslak veya kuru olmasına göre sürtünme değeri değişeceğinden deponun nem durumuna göre denge açısı da değişir. Islak maddelerde denge açısı daha küçüktür. Bu kurallar heyelan olasılığının saptanması, heyelanların önlenmesi ve meydana gelmiş olanların kontrol altına alınması gibi uygulamalar bakımından büyük bir değer taşır.

Görüldüğü üzere yerkabuğunun malzemesini meydana getiren kayaçların yapıları ile bunlar üzerinde farklı etkenler tarafından oluşturulan topografya şekillerinin özellikleri arasında sıkı ilişkiler vardır. Yol yarmaları, maden ocakları ve taş ocakları gibi yerler ile toprak veya enkaz örtüsünden yoksun topografya yüzeylerinde mostralara rastladığımız kayaçlar, yerçekillerinin oluşum ve gelişimlerinde rol oynayan önemli etmenlerden biridir. Onların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar yerçekillerinin de farklı olmasına sebep olur çünkü bu özellikler, kayaçların aşındırma etmen ve süreçlerine karşı dayanıklı veya dayanıksız olmalarını tayin eder. Örneğin kalker, tebeşir, jips gibi suda eriyebilen veya çözünebilen kayaçların bulunduğu sahalarda lapy, dolin, uvala gibi özel yerçekillerini içeren karst topografyası oluşur. Genel olarak tektonik hareketlerle ters durumlar meydana gelmemişse aşınmaya karşı dayanıklı kayaçlar nispeten yüksek yerçekillerini kolay aşınan ve parçalanan kayaçlar ise alçak yerçekillerini meydana getirir. Aşınım yüzeyleri veya

peneprenler üzerinde yer alan ve sert kayalardan oluşan monadnoklar bu şekildeki nispeten yüksek röllyefe örnek teşkil eder. Sert-yumuşak tabakaların ardışık olarak üst üste bulunduğu yatay yapılı sahalarda sert tabakalar vadi yamaçlarında dik çıkıntılar, kornişler oluşturur. Granitlerden müteşekkil sahalarda granit topografyası adı verilen özel bir topografya tipi oluşur. Benzer şekillere siyenit, diorit, andezit, bazalt ve gnays gibi heterojen kayalar üzerinde de rastlanır.

Bu bakımdan jeomorfoloji ačíısından kayaların incelenmesi zaruridir. Topografya şekillerinin meydana gelişi ve gelişmeleri üzerinde kayaların mekanik parçalanma ve kimyasal ayrışma özellikleri doğrudan veya dolaylı olarak derin etki yapar. Diđer taraftan çeşitli kayaların oluşum şartları, bulunuş durumları ve diğer kayalarla ilişkileri topografya ile ilgili problemlerin çözümlmesine yardım eden kıymetli anahtar veriler sağlar.

Herhangi bir yerde röllyef sistemli bir şekilde incelenirse bunların bilhassa belirli kayalar ve bunların maruz kaldığı tektonik hareketlerle ilgili olduğu hemen göze çarpar. Nitekim dirençli ve çeşitli tabakalardan meydana gelmiş yüksek bir röllyefte kalker ve gre tabakalarındaki devamlı kornişler çok uzaktan hemen dikkati çeker. Eski, büyük volkan konileri, aşınıp parçalandıktan sonra tüflere göre sert ve dayanıklı olan lavların sütunların oluşturarak yükseldiği veya devamlı korniş ve diklikler meydana getirerek uzandıkları görölür. Kalkerlerden veya bazalttan oluşmuş koruyucu bir şapka altındaki formasyonların diğer sahalardan daha az aşınmaları sonucunda oluşan yapısal düzlükler; mesalar, korniş şeklindeki yamaç profilleri, daha dirençli kayalardan oluşan şahit tepeler, dirençsiz kayalar üzerinde uzanan silik topografya şekilleri; kalker, gre veya bazaltlar içinde ačíılmıř vadilerin genellikle dik yamaçlı olmaları gibi her dikkatli gözlemcinin fark edeceği litolojik etkilerin başlıca örnekleridir. Bu gibi gözlemler, hemen her tař çeşitinin kendisine has bir röllyefi olabileceğini hatırlatır.

Taşların ve formasyonların unsur ve kimyasal bileşim bir de fiziksel özellik bakımından gösterdikleri çeşitlilik pek fazla olduğu gibi tabaka ve kütlelerdeki geometrik şekiller de çok değişiktir. Maddeyi oluşturan ve mineral adı verilen elemanların küçük veya büyük geometrik sistemleri ile kimyasal bileşimlerinin incelenmesi de mineralojinin dolayısıyla jeolojinin çalışma alanlarına girmiş bulunur. Mineraller, bileşim ve billurlarındaki özellik ve şekillere bağlı olarak çeşitli taşlar meydana getirmiştir. Taşlardaki geometrik şekilleri, çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri ifade etmek için de yapı (bünye, strüktür) terimi kullanılmıştır. Taşlardaki fiziksel ve geometrik özellikler, biri mineraller bakımından küçük çapta, diğer de taşların meydana getirdikleri kütle ve tabakalar bakımından büyük çapta olmak üzere başlıca iki şekilde görönmektedir. Bu kısa tanımdan anlaşılacağı üzere biri mineral ve taş yapısı (tekstür), diğer de kütle veya tabaka yapısı (strüktür) olmak üzere başlıca iki özelliği vardır. Bu iki özellikten birincisi mineraloji ve petrografinin alanında kalmakta, daha büyük çapta olan ikincisi ise taş kütleleri ile tabakaların, sonradan maruz kaldıkları basınç ve gerilmeler neticesinde meydana geldiği için, tektonik şekil ve olaylar grubuna girmektedir. Tektonik jeoloji (Strüktürel Jeoloji) iç dinamik konuları olarak incelenir. Jeolojik tip bölgeler metamorfizma, volkanik formasyonlar ve bunların iç kuvvetler altında gösterdikleri değişiklikler ve bilhassa levha hareketleri sonucunda meydana gelen yeni yapı

şekilleri, esas itibariyle Yapısal Jeoloji (Strüktürel Jeoloji) tarafından incelenir. Örneğin Türkiye’de Kuzey Anadolu dağları, Toroslar ve Orta Anadolu platoları, birbirinden ayrı üç yapı olarak ele alınır ve bunlar arasındaki ayrılıklar özellikle tektonik bakımından geniş ölçüde belirtilerek incelenir.

Esas itibariyle yerşekilleri, büyük oranda tekstür ve strüktür özelliklerine bağlı olarak genellikle yapı ile ilgili olarak meydana gelmiştir. Burada yapının litolojik ve tektonik özelliklerinin de farklı hususiyetler arz ettiği söylenebilir. Bu bakımdan her rölyefin oluşumunda yapının az veya çok bir rolü vardır. Litolojik etki, az çok belli bir çerçeve içine etki eder. Büyük yükseltilere ulaşan dağları, çok geniş depresyonları, hatta litolojik etkilerin çok büyük rol oynadığı karst bölgelerinde dahi yerşekillerindeki başlıca etken olarak sadece litolojiyi dikkate almak da doğru değildir. Aksi hâlde yükselti ile kaya direnci arasında mutlak bir bağıllık olması gerekir ki gerçekte durum böyle değildir. Bazı alçak sahalarda dirençli kayaçların bulunmasına karşılık bazı yüksek dağlar üzerinde dirençsiz kayaçların yer almış bulunduğu çok defa görülür çünkü yeryüzünün makro rölyefi, hatta geniş bölgelerde yerşekillerinin ana çizgileri genellikle tektonik bir kuruluşa sahiptir. Litoloji ancak bu tektonik kuruluş üzerinde daha çok yerel ölçüde ve bütüne göre ayrıntı sayılabilecek değişikliklere yol açar. Jeomorfolojide yerşekilleri izah edilirken litolojik ve tektonik yapının mahiyet ve derecesi daha iyi görülmüş olur. Alüvval ovaların ve kumulların oluşumunda olduğu gibi bazı rölyefin meydana gelişinde yapının rolü pek önemli olmayabilir fakat bu rol, kalker ve volkanik yerşekillerinin teşekkülünde olduğu gibi büyük de olabilir. Kalker alanlardaki kanyon vadiler, nemli ve sıcak ekvator kuşağında, okyanus ikliminin görüldüğü bölgelerde hatta kurak bölgelerde daima göze çaracak şekilde esas karakterleri ile hemen müşahade edilir. Kalkerlerin değişik bölgelerde gösterdikleri bu belirli rölyef her şeyden önce kalkerin bileşimine, kalınlığına bir de tabakalarındaki ufak ve büyük çapta görünen çatlak ve boşluklara bağlıdır. Buna karşılık granitin sıcak nemli bölgelerle soğuk kurak bölgelerde gösterdiği rölyef bir birinden çok farklıdır. Bu da gösteriyor ki dış faktörler, yeknesak bir yapı ve kayaç üzerinde değişik yerşekilleri meydana getirebiliyor. Aşınım etkenlerinin etki derecesi, işledikleri malzemenin aşınımına ve çeşitli dış süreçlere karşı gösterdikleri dirence bağlıdır. O hâlde litolojik etki, etkenlerin dağılışı sahasına yani iklim şartlarına bağlı morfojenetik bölgelere ve zamana bağlı olarak yeryüzünün bir bölgesinden diğerine değişir. Fransa’nın Causse’ler bölgesindeki kalkerler, yüksek bir plato meydana getirdikleri hâlde aynı kalkerlerin Alplerin yüksek kısımlarında dağlık zirveler meydana getirdikleri göze çarpar. Diğer bir örnek de Avrupa granitlerinin rölyeflerine aittir. Orta Avrupa’nın eski masiflerindeki granitlerin üzerinde plato denebilecek şekilde yerşekilleri görüldüğü hâlde şiddetli fiziksel parçalanmaya uğrayan Mont Blanc granitlerinde Alplere mahsus dağlık zirveler yükselir. Bu iki ayrı bölgedeki rölyef ayrılığı, yapıdan ziyade iklim tesirlerinden ileri gelmektedir.

8.2. Karstlaşma Üzerinde Etkili Olan Faktörler

Karst topografyasının karakterinden bahsederken kalkerin yayılışı sahası ile karstlaşma sahalarının birbirine daima karşılık gelmediği ifade edilmektedir. Bu bakımdan karstlaşmanın geniş ölçüde meydana gelebilmesi için belirli şartların meydana gelmesi gerekmektedir.

Karstlaşma üzerinde kayaç cinsi, iklim, tabakalanma özellikleri, jeomorfolojik özellikler ve zaman gibi faktörlerin kontrolünde karstik topografyalar gelişme gösterir.

8.2.1. Kayaç Cinsi

Karstlaşmanın ilk şartı, suda eriyebilen kayaların mevcudiyetidir. Karstlaşmanın oluşum ve gelişimi için her şeyden önce suda eriyebilen (çözünebilen) kayaçların mevcut olması gerekir. Kaya ne kadar kolay eriyen cinsten ise iklim şartları ve zamanın süresi aynı olmak şartı ile oluşum ve gelişim de o nispette süratle ilerler. Dolayısıyla kayaçlar suda ne kadar kolay eriyebilen cinsten ise karst topografyasının gelişimi o kadar hızlı olur. Erime derecesi, erimeyen kalıntı maddelerin miktarı ve kayanın genellikle çözülmeye karşı direnci kimyevi içeriğe bağlıdır. İçeriğinde fazla miktarda killi maddeler ihtiva eden kalkerler karstlaşmaya elverişli değildir çünkü erime neticesinde geriye kalan killi maddeler kayanın yüzeyinde bilhassa düz ve çukur sahalarda birikerek adeta bir zırh hâlinde ana kayanın üzerini örter. Aynı zamanda kaya içindeki çatlakları ve küçük kanalları tıkayarak suların derine sızmasını da güçleştirir, hatta bazen tamamı ile mani olabilir. Bu durum bilhassa marnlı ve dolomitli kalkerlerde görülür.

Bu hususta kayaların saflık dereceleri, gözeneklilikleri, geçirimsizlikleri gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri rol oynar. Suda eriyebilen kayaçlar kalker, dolomit, tebeşir, jips, kaya tuzu ve mermer gibi kayaçlardır. Bunların içinde karstlaşmaya en uygun olan kayaçlar kalkerlerdir. Kalkerler nispeten dayanıklı kayaçlar oldukları için meydana getirdikleri karstik yerçekillerinin tahrip edilip ortadan kaldırılmaları daha güç olur. Diğer bir deyişle kalkerlerde oluşan karstik yerçekilleri daha uzun ömürlüdür. Gerek bu nedenle gerekse kalkerlerin yeryüzünde yaygın olarak bulunmaları nedeniyle karst topografyası denildiğinde kalkerlerde gelişmiş olanı kastedilmiş olmaktadır. Saflık derecesi az olan örneğin bileşimlerinde bol miktarda killi veya silisli madde içeren kalkerler yüzeyleri, erime sonucu geriye kalan bu maddelerle örtüleceklerinden suyun etkisinden korunabilirler. Bu killi maddeler, ayrıca, kayacın gözeneklerinde veya boşluklarında depolanarak suyun derin kısımlara sokulmasına ve dolayısıyla bu kısımlarda meydana gelecek erimeye engel olur. Marnlı kalkerler ve dolomitlerde durum bu şekildedir. Çok boşluklu ve geçirimli olan tebeşirlerde karst topografyası iyi gelişmemektedir. Kayaca sızan suların fazla oyalanmadan hızla derin kısımlara doğru sokulması, saf bir kalker olan tebeşirin erime derecesini olumsuz yönde etkiler. Kalkerin içindeki killi maddelerin nispeti, karstlaşma neticesinde meydana gelen şekillerin muhafazası bakımından da hayatidir. Kil nispeti arttıkça kayanın çözülmeye karşı mukavemeti de azalır. Bunun neticesinde saf veya safa yakın kalkerler üzerinde meydana gelen karstik şekiller taze olarak muhafaza edilebildikleri hâlde çok miktarda killi unsur ihtiva eden kalkerler üzerindeki karst şekilleri, meselâ lapyalar süratle yuvarlaklaştırılır, basıklaştırılır. Dolomitler üzerinde meydana gelen lapyalar gibi küçük karst şekilleri, daha teşekkül hâlinde iken çözülme süreçleri neticesinde tahrip edilir. Bu sebepten dolomitik sahalarda daha ziyade yeraltı karst şekilleri görülür. Örneğin İngiltere, Fransa ve Belçika'nın tebeşirlerden meydana gelen sahalarında karst topografyası iyi bir şekilde gelişmemiştir. Bu sahalarda nispeten büyük karstik depresyonlar olan uvala ve polyelere rastlanmaz. Dolinler de çok azdır. Yüzeysel akış son derece fakirdir. Jipsler kalkerlere oranla çok daha kolay eriyen

sertlik dereceleri 3,5 civarında, dayanıksız kayaçlardır. Bu nedenle erime hızları kalkerlere oranla daha fazladır. Sonuçta jips sahalarında karstik yerşekilleri daha hızlı ve kolay bir şekilde meydana gelir. Ancak bu yerşekilleri, oluşumlarında olduğu gibi, hızlı bir şekilde ortadan kaldırılır. Jipsler, genellikle, diğer kayaçların içinde merccekler hâlinde bulunur. Kalınlıkları fazla değildir. Bu nedenle daha çok lapy, dolin, uvala ve düden gibi yüzeysel şekillerin oluşumuna imkân verir. Jips sahalarında mağara gibi yeraltı şekilleri fazla gelişmemiştir. Kaya tuzu ise yukarıda belirtilen kayaçların içinde en hızlı eriyenidir. Bu nedenle kaya tuzu sahalarında karstlaşma ve karstik şekiller büyük bir hızla oluşur ve ortadan kalkar.

Kayanın mekanik karakterleri de karstlaşma bakımından çok önemli rol oynar. Bunların başında geçirimsizliğin tesiri belirtilebilir. Tebeşir, kimyevi içerik bakımından saf bir kalker olduğu hâlde bunun üzerindeki karst şekilleri, iyi çimentolaşmış masif kalkerler üzerindeki kadar gelişmiş değildir çünkü tebeşir çok geçirimlidir. Üzerine düşen yağışlar âdetâ kütle hâlinde emilir. Masif kalkerlerde olduğu gibi muayyen diaklazlar, çatlaklar boyunca temerküz ederek sızacakları yerde derinlere doğru bütün kaya içine âdetâ kütle hâlinde nüfuz eder. İngiltere ve Fransa'nın tebeşirden müteşekkil sahalarındaki karst ile masif kalkerlerden müteşekkil sahalar üzerinde müşahade edilen çok daha gelişmiş karst arasındaki fark, büyük bir ihtimalle kaya tabiatının bu mekanik özellikleri ile alakalıdır.

Bu açıklamalara göre diğer şartlar eşit olduğu takdirde iki bölge arasında karstlaşma bakımından görülen farkları kayanın kimyasal ve fiziksel karakterlerinde aramak gerekir.

Tebeşir üzerinde karst şekilleri, normal karsttaki kadar gelişmiş değildir. Bununla beraber tebeşir üzerinde de karakteristik şekiller görülür. İngiltere ve Fransa'da tebeşir, yumuşaklığına rağmen geçirimli olduğundan dolayı aşınmaya direnç gösterir ve bu sebepten genellikle yüksek rölyef teşkil eder.

Jips karstında hızlı olarak meydana gelen lapyalar, dolinler, düdenler ve mağaralar, gene aynı süratle tahrip olur. Jips karstının bir diğer özelliği ise jipsin bulunuş tarzı ile ilgilidir. Jips tabakalarına tabiatla nispeten sınırlı sahalarda rastlanır. Bu sebepten dolayı karst süreçlerinin gelişmesi mekânda sınırlanmış olur.

8.2.2. İklim

Karstlaşma erime süreçlerinden ileri gelen bir şekillenmedir. Kalkerin suda eridiği malumdur ve gerek laboratuvar gerek arazi çalışmaları bunu açıkça göstermektedir. İklim her şeyden önce yağış unsuruyla erime olayı için gerekli olan suyu sağlar. Aşağıda görüleceği gibi erime miktarı ve hızı üzerinde sıcaklığın da etkisi vardır. Kimyasal reaksiyon hızı her 10 derecede iki kat artmaktadır.

İklim erime olayında dolaylı yoldan da etkili olur. Bu etki onun bitki örtüsü ile toprak özelliklerini tayin etmesi yoluyla gerçekleşir. Yeryüzünün gür bir bitki örtüsüyle kaplı bulunduğu veya toprakla örtülü olduğu sahalarında suyun derin kısımlara sızması gecikir. Bunun sonucunda atmosferle daha fazla temasta kalan su atmosferik karbondioksit gazıyla

yüklenir. Ayrıca toprak havasında bitki köklerinin solunumu ve humus parçalanması dolayısıyla karbondioksit miktarı çok fazladır. Bu ise kalkerin erimesinde çok önemli katkı sağlar. Diğer bir deyişle kalkerin erimesinde atmosferik karbondioksitin yanı sıra biyolojik karbondioksit ile humus asidi gibi toprak asitlerinin de çok önemli rolleri vardır. Bunların miktar ve etkinlik dereceleri ise sıcaklık ve nemliliğe bağlı olarak artar. Bu nedenle gür bir bitki örtüsüne sahip olan sıcak-nemli tropikal bölgeler, mübadele katsayısının küçük olmasına rağmen karstlaşma ve karstik şekiller bakımından, soğuk iklim bölgelerine göre, büyük gelişme göstermiştir.

Kalkerin erimesi dört aşamada meydana gelir. Bunlardan birinci aşamada su, içindeki karbondioksitin yardımı olmadan doğrudan doğruya kalker eritir. Bu aşamada eriyen kalker miktarı nispeten azdır ve erime ürünleri ile bir erime dengesi kurmaya çalışır. Bu denge kurulduğunda erimiş kalker miktarı sıcaklığa tabidir.

Erimenin ikinci ve üçüncü aşamalarında suda bulunan karbondioksit reaksiyona girer. İkinci aşamada karbondioksitin büyük bir kısım fiziki olarak erimiş hâlde çok az bir kısmı ise, karbonik asit hâlinedir ve bu asidin H iyonu ilk aşamada meydana gelen CO₃ iyonu ile birleşir.

Bu birleşme ile erime dengesinden uzaklaştırılmış olur. Dengenin yeniden kurulması için tekrar kalker erimesi meydana gelir. Üçüncü aşamada suda fiziki olarak erimiş bulunan karbondioksit, karbonik asit ve iyonlarına ayrılır. Buna göre ikinci ve üçüncü aşamalarda yeniden eriyen kalker miktarı sudaki karbondioksit miktarına bağlıdır. Bu suretle yeniden kalkerin erimesi ile sonuçlanan bir reaksiyonlar zinciri başlamış olur.

Yukarıda sözü geçen her üç safhada da kimyasal reaksiyon çok süratli bir şekilde cereyan eder. Aynı zamanda reaksiyonun hızı, sıcaklık ile de artar. Nihayet erime olayının dördüncü safhası, ancak yukarıda açıklanan üç safha sona erdikten sonra başlar. Bu aşamada havadaki karbondioksit difüzyon yolu ile suya karışır ve yukarıdaki reaksiyonlara yol açarak yeniden kalker erimesine sebep olur fakat bu erime hem çok yavaş hem de önemsizdir.

Yağmur suları, CO₂'nin yardımı olmadan da ve büyük bir süratle kalker eritebilir (erimenin 1. safhası). Fakat bu suretle meydana gelen erime mahdut ölçülere inhisar eder. Karstlaşma bakımından asıl mühim olan erime olayları, CO₂ bakımından zengin olan suların etkisi altında ve gene süratle meydana gelen erimelerdir (2. ve 3. erime safhaları). Su içindeki karbondioksit miktarı, değişim oranına bağlı olarak sıcaklık yükseldikçe azalır. Bu sebeple bitki ve bakteri hayatı zengin, humus parçalanmasının çok kuvvetli olduğu nemli tropikal iklimlerde suların eritebildiği kalker miktarı, değişim oranının düşük olmasına rağmen, soğuk iklimlerdekine nazaran çok daha fazladır. Erime sürecinin hızı sıcaklıkla doğru orantılıdır çünkü reaksiyon hızı sıcaklığın her 10 derece artışında iki misli olur. Bu sebepten dolayı da nemli tropiklerde karstlaşma soğuk iklimlerden çok daha büyük bir süratle meydana gelir.

Kalkerin erimesi ile alakalı olarak yukarıda verilen açıklamalar esnasında iklim unsurlarının rolü çeşitli vesilelerle belirtilmiştir. İklim, yağış miktarı, yağış süresi, yağış şiddeti, sıcaklık şartları vb. gibi doğrudan doğruya tesirleri yanında bitki örtüsünün

karakterini, canlıların hayati faaliyetlerinin şiddetini ve toprak şartlarını tayin etmek sureti ile dolaylı bir şekilde de karstlaşma üzerinde tesirler icra etmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi iklimin karşılaşmayı denetleyen bir etmen olması ve yeryüzünde farklı iklim tiplerinin varlığı karstlaşma süreciyle buna bağlı olarak meydana gelen karstik şekiller bakımından farklı bazı bölgelerin meydana gelmelerine neden olmuştur. Nemli Tropikal Bölgeler, Akdeniz Bölgesi, Çöl Bölgeleri ve Buzul Çevresi Bölgeleri bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Nemli Tropikal Bölgeler; dönenceler arasında, esas olarak ekvatorial kuşak ve çevresinde (Musonlar Asyası dâhil) yer alır. Bütün yıl yağışlı ve sıcak olan, aynı zamanda gür bir bitki örtüsüyle kaplı bulunan bu bölgelerde -bu özelliklerin bir sonucu olarak- kalkerin erime hızı ve miktarı diğer bölgelere oranla daha fazladır. Karstlaşma üzerinde biyolojik karbondioksit ve organik asitlerin (humus asidi gibi) büyük etkileri vardır. Dolayısıyla karstlaşma çok iyi gelişmiştir. Bu hususta karstlaşmanın Pleistosen'de meydana gelen iklim değişiklikleri sırasındaki sıcaklık azalmalarından etkilenmeden gelişimini günümüze kadar sürdürmüş olmasının da rolü bulunur. Nemli tropikal bölgelerde tüm karstik şekilleri görmek mümkündür. Eritilen kalker fazla uzaklara taşınmaz ve traverten veya kalker tüfü hâlinde tekrar çöker. Bu nedenle birikim şekillerine de çok rastlanır. Bu bölgelerdeki karst topografyası delikli karts (Kokpit karst) ve Konili Karts (Mahrutî karst, Kuleli, Tower Karst) olmak üzere iki tipe ayrılmaktadır. Bunlardan delikli karst az yüksek sahalarda yer alır. Bu karstta topografya yüzeyinde çok sayıda dolin yer alır. Bunlar topografya yüzeyinin delik deşik bir görünüm almasına neden olmuştur. Konili karstta ise topografya yüzeyinde hum adı verilen çok sayıda, yüksek, dik kenarlı ve bitki örtüsüyle kaplı konik tepeler yer alır. Delikli karsta oranla daha yüksek sahalarda görülen bu karstın ilerlemiş safhalarında koni şeklindeki humlar küçük kule şeklini almıştır. Bu nedenle bu tip karsta kuleli karst (Turmkarst, tower karst) adı verilmektedir. Kuleli karstın görüldüğü başlıca yerler şunlardır: Güney Çin, Vietnam, Avustralya'nın kuzeydoğusu, Java, Antiller ve Orta Amerika.

Akdeniz Bölgesi; Dinar Alpleri ile Batı ve Orta Toros Dağları gibi kalkerlerin yaygın ve kalın olarak bulundukları, bol yağış alan yüksek yerlerde de karstlaşma gelişmiş olarak bulunur. Karstik yerşekilleri hem topografya yüzeyinde hem de derine doğru gelişmiştir. Şekillerin derine doğru gelişmelerinde adı geçen sahaların Post-Alpin tektonik hareketlerle yükselmelerinin ve dolayısıyla kalker topografya yüzeyiyle taban seviyesi arasındaki yükselti farkının artmasının da rolü görülür. Akdeniz Bölgesi karstında lapy, dolin, uvala, polye, obruk ve düden gibi yerüstü şekilleriyle galeri ve mağara gibi yeraltı şekilleri olmak üzere karstik yerşekillerinin tümünü görmek mümkündür. Bu şekilde karst topografyasının tüm özelliklerinin görüldüğü, karstik yerşekillerinin tümünün mevcut olduğu karst tipine holokarst veya Dinar tipi karst isimleri verilmektedir (Karstik şekillerinin sadece bir kısmının mevcut olduğu bir karst tipine ise merokarst adı verilmektedir.). Akdeniz Bölgesi karstında topografya yüzeyinde dolin, uvala ve polye gibi çukur yerşekilleri egemendir.

Kurak Çöl Bölgeleri: Yağış azlığı, bitki örtüsü ve toprağın özellikleri ve çok yetersiz oluşu ve dolayısıyla biyolojik karbondioksit ve organik asitlerin etkilerinin de yok denecek kadar az olması nedeniyle karstlaşma süreci etkin değildir. Bu nedenlerle karstik şekiller

gelişmemektedir. Bütün erime süreçleri fiilen yeraltı mecraları boyunca meydana gelir. Yeraltı suyunun sıcaklığı daha düşüktür. Bununla beraber kurak iklimlerde kalkerin erimesi ve karstlaşma genel bir kural olarak ehemmiyetsizdir ve kalker bu sahaların en dirençli taşıını teşkil eder. Bugün yer yer görülen yerüstü ve yeraltı karstik yerşekilleri (mağara ağları gibi), muhtemelen Pleistosen’de ve nemli bir iklim altında meydana gelmiştir. Dolayısıyla da fosil yerşekilleridir.

Buzul Çevresi Bölgeler: Bu iklim bölgesinde zeminin yılın büyük bir kısmında donmuş olarak bulunması, diğer bir deyişle permafrost tabakasının varlığı, karstlaşma sürecini büyük ölçüde engellemektedir. Permafrost tabakasının üst kısmı sıcak mevsimde çözölmeye maruz kalır. Permafrostun çözöldüğü yaz döneminde şekiller meydana gelir. Bu koşullarda karstik şekiller gelişmemektedir. Atmosferik karbondioksit bakımından zengindir. Toprağın ve tundra adı verilen soğuk steplerin varlığına bağılı olarak biyolojik karbondioksit ve organik asitler de bol miktarda bulunur. Daha çok lapyalar bulunmaktadır.

Buzul Bölgeleri: Yüzeyde geçirimsiz bir kabuk rolü oynayan permafrost tabakasının mevcudiyeti, bu sahalarda karstın gelişmesine en büyük engeldir. Bu bölgede kalkerler içinde jeolojik mazide müsait şartlar altında meydana gelmiş bir yeraltı şebekesi görölebilir fakat bu şebeke permafrost buzu ile tıkanmıştır. Don tabakası altında sıcaklık 0 dereceden yüksektir ve burada yeraltı suyu mevcuttur. Bu sular bazen fosil yeraltı şebekesinden faydalanarak deniz altı kaynakları hâlinde meydana çıkarlar. Yüzeyde mevcut eski lapyalar ve diğer karstik şekiller bu bölgelerde çok şiddetli olan don sürecinin tesiri altında tahrip edilir ve zamanla ortadan kaldırılır.

8.2.3. Tabakalanma Özellikleri

Eriyebilen kayaçların masif veya tabakalı bir yapı göstermeleri; tabakaların yatay, monoklinal, kıvrımlı veya faylı gibi çeşitli yapıda olmaları da karstlaşma üzerinde etkili olur. Örneğın monoklinal yapıya sahip olan kalkerler, eğimli tabaka yüzeyleri boyunca derin kısımlara sokulan suların etkisine daha fazla maruz kalır. Kırıklı veya faylı yapı da benzer etkiye yol açar. Kırık ve fay düzlemleri boyunca sular, kolaylıkla kayaçların derin kısımlarına sokulur ve bu kısımlarda eritme faaliyetinde bulunur. Buna bağılı olarak lapyalar, dolin ve kanyon vadi gibi karışık yerşekilleri, suların kolayca sokulabildiğı ve eritme yoluyla aşındırma (korozyon) faaliyetinde bulunduğı bu gibi kısımlar boyunca yer alır.

Tabakalar yatay veya yataya yakın oldukları takdirde kalıntı maddelerin sıvayıcı ve tıkayıcı rolleri kolaylaşır. Buna mukabil tabaka eğimi arttıkça aynı neticenin elde edilmesi güçleşir. Silisli kalkerler de karstlaşmaya elverişli değildir. Suda erimeyen kalıntı silis bu gibi kalkerler üzerinde karst şekillerinin ve yeraltı drenajının teşekkölüne imkân vermeyebilir.

Yatay yapılı sahalarda diğer etkili faktörler aynı kalmak koşuluyla sızma miktarı nispeten azdır. Bu durum erime şiddeti üzerinde etkili olur. Ayrıca bu gibi sahalarda kalker tabakalarının geçirimsiz kayaçlara ait tabakalarla ardışık olarak bulunmaları karstlaşmanın derin kısımlara sokulmasını güçleştirir çünkü geçirimsiz tabakalar, üst kısımlarından sızarak kendilerine ulaşan suların altlarında yer alan kalker tabakalarına sokulmalarını engeller.

Böylece karstik yerşekilleri sadece yüzeydeki kalker tabakasında meydana gelir. Eğer bu kalker tabakası yeterince kalın değilse karstlaşma süreci derine doğru gelişemez. Bunun sonucu yüzeysel ve nispeten az sayıda karstik şekil meydana gelebilir. Bu tip karsta sığ karstı, yüzeysel karst gibi isimler verilmektedir.

Diaklazlar, birbirini kesen diaklaz sistemleri, faylar, klivaj ve tabakalaşma yüzeyleri gibi zayıf direnç bölgeleri de karstlaşma bakımından önemli etkiler yapar. Karst şekillerinin genellikle belirli istikametlere bağlı olarak teşekkül etmiş görünmeleri, erime sürecinin suyun nüfuzuna bilhassa müsait olan bu gibi lokasyonları takiben daha fazla inkişaf etmiş olması ile alakalıdır. Birçok sahada lapyaların, karst boğazlarının ve dolinlerin yapı hatlarını takiben sıralandıkları müşahade edilir. Birçok yeraltı mağaralarının bünyenin tayin etmiş olduğu bir plana göre şekillenmiş olmaları da bu tesirleri açıkça gösterir. Özellikle küçük ve yeni karstik mağaralar, hemen daima diaklazları ve tabakalaşma yüzeylerini takiben meydana gelmiştir.

Kayanın ince tabakalar hâlinde olması, karstlaşmayı teşvik eden bir hususiyettir çünkü bu suretle tabakalaşma yüzeylerinin sayısı ve dolayısıyla suyun daha kolaylıkla nüfuz edebileceği sahalar fazlalaşmış olur. Tabakaların yatay vaziyette bulunması ise sızmayı nispeten güçleştirir. Buna mukabil eğimli veya dik olmaları, yani tabaka başlarının veya tabakalaşma yüzeylerinin meydana çıkmış olması sızmayı kolaylaştırır.

Karstlaşmanın topografyada rol oynayabilecek bir ehemmiyete erişmesi, kalker malzemesinin kalınlığı ile ilgilidir. Kalker tabakalarının genel kalınlığı az olduğu takdirde bunların içinde ve yüzeyinde büyük ölçüde ve derin karst şekillerinin meydana gelmesine imkân kalmaz. Ancak küçük boyutta derinliği az ve küçük şekillerin müşahade edilebileceği bu tip karsta sığ karst adı verilebilir. Buna mukabil kalkerin genel kalınlığı fazla ise büyük ebattaki şekiller meydana gelebilir. Sığ karstın aksi olan bu tipe de derin karst denilir. Geçirimsiz tabakaların mevkii ve sayısı karşılaşmanın mahiyeti ve seyri üzerinde birinci derecede mühim rol oynar. Yatay yapı bir sahada oldukça kalın bir geçirimsiz teşekkül, daha derinlerde bulunan kalkerleri örttüğü takdirde bu sahanın karşılaşmaya maruz kalması normal aşınım süreçleri neticesinde yüzeydeki geçirimsiz teşekkülün kaldırılması ve kalkerin meydana çıkmasına kadar gecikir. Geçirimsiz tabaka nispeten ince ve yapı eğimli olduğu ve bu sayede alttaki kalkerler geride geniş sahalarda meydana çıktığı takdirde karstlaşma üstteki geçirimsiz tabakanın mevcudiyetine rağmen derhâl başlayabilir. Geçirimsiz tabakaların mevkii, ufki istikamette devamlılık dereceleri ve şakuli istikametteki sıralanış tarzları da karstlaşma bakımından büyük ehemmiyet arz eder. Yüzeyden sızan sular daha derinlerdeki bir geçirimsiz tabaka üzerinde toplanarak orada bir yeraltı suyu seviyesi meydana getirir.

8.2.4. Jeomorfolojik Özellikler

Jeomorfolojik özelliklerin karstlaşma üzerindeki etkileri yükselti, eğim ve yarıлма derecesi yollarıyla gerçekleşir. Karstlaşmanın tam olarak gelişebilmesi için kalkerlerden oluşan yereyin taban seviyesinden yeterince yüksekte bulunması gerekir çünkü ancak bu durumda karstlaşma süreci, diğer koşullar da elverişli ise derine doğru gelişebilir ve karst topografyasının yeraltı drenajını ve yerşekillerini meydana getirebilir. Yükselti ayrıca iklime etki yapmak suretiyle karstlaşma üzerinde rol oynar. Eğim derecesinin fazla olduğu yereler,

karstlaşma bakımından, düz veya düze yakın eğime sahip yerelerden daha elverişsiz şartlar içerir. Topografya yüzeyinin eğiminin fazla olduğu sahalarda yağışlarla yeryüzüne düşen sular yer üstü akışı hâlinde ve hızla oradan uzaklaşır. Bu durumda hem yüzeysel erime hem de sızma miktarı azalır. Buna karşılık düz veya az eğimli zeminler üzerinde su daha uzun bir süre oyalanır, birtakım göllenmeler meydana gelir ve dolayısıyla da hem yüzeysel erime hem de sızma miktarı artar.

Topografya yüzeyinin yer yer sürekli akışa sahip derin vadilerle yarılmış bulunması, yeraltı sularının eritme yoluyla bünyelerine aldıkları maddelerin kolaylıkla sahadan uzaklaştırılmalarına yardımcı olur. Gerçekten yeraltı sularının bu tür vadilerin yamaç ve tabanlarında kaynaklar şeklinde yüzeye çıkmaları ve akarsulara katılmaları erimiş maddelerin uzak yerlere taşınmalarına sebep olur. Böylece erimiş maddelerin tekrar çökelerek kalkerin içindeki gözenek veya boşlukları tıkamaları kısmen önlenir.

Daha önce de belirtildiği gibi kalkerlerden oluşan her yereyde karst topografyasına ait yerşekilleri görülmez veya bunlar hâkim durumda değildir. Bu gibi sahalarda orada hâkim olan aşındırma etmen ve süreçlerine bağlı olarak şekillenir. Örneğin akarsuların faaliyette bulundukları kalkerlerden oluşmuş bir sahada akarsu topografyasına ait yerşekilleri egemendir. Buna karşılık karstlaşma olayının hüküm sürdüğü karstik sahalarda topografyanın egemen unsurlarını karstik yerşekilleri meydana getirir.

Karstik sahalarda yerüstü sularının kalkerlerdeki çeşitli gözenek veya boşluklardan yer altına sızmaları nedeniyle yüzeysel akış son derece fakirdir. Bu sahalarda akarsu aşındırması sonucu meydana gelen vadiler bulunmakla beraber bunlar, birbirleriyle birleşerek muntazam vadi ağları meydana getirmez. Yamaçların sel ve seyelân sularıyla işlenmeleri önemsiz olduğundan vadiler genellikle dar ve derin; boğaz veya kanyon şeklindedir. Karstik sahalardaki akarsuların taşıdıkları madde (katı yük) miktarı nispeten az buna karşılık erimiş yük miktarı nispeten fazladır.

Karstik sahalarda yer üstü akışının cılız olmasına hatta yer yer bulunmamasına karşılık yeraltı drenajı çok önemlidir. Karstik sahalarda yer altına inen suların oluşturdukları yeraltı akarsuları. Yeraltı gölleri ve bol akımlı (debili) karstik kaynaklar bakımından zengindir. Karst topografyasını meydana getiren yerşekilleri hem yer yüzeyinde hem de yer altında oluşur. Bu özellik karst topografyasını diğer topografyalardan ayıran bir özelliktir.

Karstlaşma süreci ancak yeraltı su deposunun konumunu tayin eden geçirimsiz tabakanın yüzeyinde sona erer. Başka kelimelerle geçirimsiz tabaka karstlaşma bakımından bir kaide seviyesi teşkil eder. Bu erişildiği zaman tekrar normal yüzeysel akış ve flüvyal süreç başlar, karstlaşma durur. Bu taban seviyesinin genel veya geçici ve mahalli bir mahiyet arz etmesi, geçirimsiz tabakanın yayılışına, mevkisine ve devamlılığına bağlıdır. Böyle bir tabaka, karstlaşmaya maruz sahada kalkerin altında devamlı olarak uzandığı takdirde bütün o sahanın genel bir kaide seviyesi teşkil eder. Buna mukabil geçirimsiz tabaka sınırlı bir yayılış sahasına sahipse veya bilhassa disloke sahalarda olduğu gibi, muhtelif irtifalarda ve gayrimuntazam bir yayılış arz etmekte ise bunun kaide seviyesi olarak rolü mahallidir, yereldir ve ancak bulunduğu yöre için bahis mevzuu olabilir. Kalın kalker oluşumu arasında dikey istikamette

birkaç geçirimsiz tabaka sıralanmış ise karstlaşma safha safha cereyan eder. İlk safhada en üst kısımdaki kalker depolan karstlaşır. Ancak bu safhanın sona ermesinden ve meydana çıkan geçirimsiz tabakanın normal denüstasyon etkenleri tarafından ortadan kaldırılmasından sonradır ki alttaki ikinci kalker malzemesi karstlaşmaya başlar ve irtifa şartları müsait olduğu takdirde bu durum tekerrür eder. Yerel kaide seviyesi rolü oynayan sınırlı sahalı geçirimsiz tabakaların diğer bir morfolojik tesiri, arazinin karşılaşma süreci neticesinde aynı derecede ve aynı süratle gelişmemesi ve mahalli kaide seviyesine bağlı olarak bazı sahaların mıntıkanın umumi oluşum ve gelişimine ayak uyduramamasıdır. Bu gibi kısımlarda nispeten sınırlı kalınlıktaki kalkerler üzerinde karstlaşma başlangıçta diğer sahalardan çok daha süratle gelişebilir fakat bir müddet sonra alttaki geçirimsiz tabakanın meydana çıkması, bu defa aynı sahaların umumi karst oluşum ve gelişimi bakımından geri kalmalarına sebep olur. Kalker malzemesi arasında geçirimsiz ara tabakaların yer almış bulunmalarının diğer bir neticesi de bu gibi sahalarda karst süreçleri le flüvyal süreçlerin zaman zaman nöbetleşme etmeleri, başka kelimelerle flüvyal ve karstik menşeli şekillerin topografyada bir arada görülmeleridir. Karst topografyasının oluşum ve gelişimi hususunda geçirimsiz tabakalar, yayılış ve mevkilerine bağlı olarak ehemmiyetleri değişen mahalli ve geçici kaide seviyeleri meydana getirmekle beraber karstlaşmanın genel gelişimi bakımından umumi ve nihai kaide seviyesi deniz seviyesidir.

Karstlaşmanın büyük ölçüde inkişaf edebilmesi için karstlaşmaya maruz sahanın kaide seviyesinden kâfi derecede yüksek olması gerekir. İnce kalker teşekkülatı içinde karstlaşmanın fazla inkişaf edememesi bununla alakalıdır. Karstlaşma bakımından diğer topografik ve morfolojik şartlar da ayrıca rol oynar: Sahanın daimi olarak su geçiren akarsu vadilerde derin bir şekilde yarılmış olması karstlaşmayı kolaylaştıran bir durumdur. Bu takdirde kalkerin sathı ile karst kaide seviyesi arasında kâfi derecede irtifa farkı mevcut olduğu gibi erime mahsulleri de yeraltı suyu tarafından kolaylıkla akarsulara aktarılır ve uzaklaştırılır. Bu hususta topografya sathının eğimi de mühim tesirler icra eder. Çok kuvvetli yamaç eğimleri sızmayı ve karstlaşmayı güçleştirir, hatta tamamıyla mâni olabilir. Buna mukabil kalkerler üzerinde meydana gelmiş az meyilli veya düz satırlar sızmayı geniş ölçüde kolaylaştırarak karstlaşmayı teşvik eder. Bu bakımdan karstlaşmaya en müsait topografya şartları arz eden sahalar, derin vadilerle yarılmış yüksek kalker platolardır. Bu düzlükler, yatay yapılı ve çok kalın kalker depolarının üzerinde uzanan yapı platformları veya yapı platoları olabilecekleri gibi yükselmiş ve vadilerle yarılarak plato karakteri kazanmış eski aşınım yüzeyleri de olabilir.

8.2.5. Zaman

Zaman unsuru topografya şekillerinin meydana gelişi üzerinde kayda değer rol oynar. Bu, karst topografyası için de geçerlidir. Zaman unsurunun doğrudan doğruya tesiri, şekillenmenin geçirdiği gelişim safhalarında kendini gösterir. Zamanın dolaylı tesiri ise bu gelişim sürecinde çeşitli mahiyette kesintilerin meydana gelmesi ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açılması ile kendini gösterir. Bu kesinti ve karışıklıklar faylar, epirojenik hareketler, volkanik faaliyetler gibi iç kuvvetlerle meydana gelebilecekleri gibi

iklim oynamaları veya değişimleri neticesinde de meydana gelebilir. Yine döngünün farklı zamanlarında farklı yerşekilleri ve onlara ait aşamalar söz konusudur.

Uygulamalar

1. Bir kayaç üzerine asit dökünüz.
2. Kalkerli bir sahada bir kova suyu zemine dökünüz.
3. Batı Toroslarda yeraltı su ağıının varlığı hakkındaki çalışmaları araştırınız.

Uygulama Soruları

1. Kayaç köpürüyor mu?
2. Su zemine sızdı mı?
3. Yeraltı akarsu ağıının varlığı hangi unsurun varlığına bağlıdır?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yerçekillerinin oluşum ve gelişimlerinde belirtildiği gibi kayaçların önemli rolleri vardır. Onların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar, farklı yerçekillerinin meydana gelmesine sebep olabilir. Kalkerlerin çözülme (erime) özelliklerine bağlı olarak meydana gelen yerçekillerinin oluşturduğu karst topografyası buna güzel bir örnek teşkil eder. Bu topografyaya ait yerçekilleri, daha az yaygın ve daha az gelişmiş bir şekilde jips, dolomit, tebeşir ve kaya tuzu gibi suda eriyebilen kayaçlar üzerinde de meydana gelir.

Litolojik Bakımdan Yapı; Litolojik yapıdan kast edilen yerkabuğunu meydana getiren kayaçlardır. Kayaçlar kaya, taş gibi isimlerle de ifade edilmektedir. Kayaçlar su, gaz ve organik varlıkların dışında yerkabuğunu meydana getiren unsurlardır. Kayaçların yerçekillerinin oluşum ve gelişimleri üzerinde etkili olan bazı özellikleri bulunmaktadır.

Karst topografyasının karakterinden bahsederken kalkerin yayılış sahası ile karstlaşma sahalarının birbirine daima karşılık gelmediği ifade edilmektedir. Bu bakımdan karstlaşmanın geniş ölçüde meydana gelebilmesi için belirli şartların meydana gelmesi gerekmektedir. Karstlaşma üzerinde kayaç cinsi, iklim, tabakalanma özellikleri, jeomorfolojik özellikler ve zaman gibi faktörlerin kontrolünde karstik topografyalar gelişme gösterir.

Karstlaşmanın ilk şartı, suda eriyebilen kayaların mevcudiyetidir. Karstlaşmanın oluşum ve gelişimi için her şeyden önce suda eriyebilen (çözünebilen) kayaçların mevcut olması gerekir. Kaya ne kadar kolay eriyen cinsten ise iklim şartları ve zamanın süresi aynı olmak şartı ile oluşum ve gelişim de o nispette süratle ilerler. Dolayısıyla kayaçlar suda ne kadar kolay eriyebilen cinsten ise karst topografyasının gelişimi o kadar hızlı olur. Bu hususta kayaların saflık dereceleri, gözeneklilikleri, geçirimsizlikleri gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri rol oynar. Suda eriyebilen kayaçlar kalker, dolomit, tebeşir, jips, kayatuzu ve mermer gibi kayaçlardır. Bunların içinde karstlaşmaya en uygun olan kayaçlar kalkerlerdir. Kalkerler nispeten dayanıklı kayaçlar oldukları için meydana getirdikleri karstik yerçekillerinin tahrip edilip ortadan kaldırılmaları daha güç olur. Diğer bir deyişle kalkerlerde oluşan karstik yerçekilleri daha uzun ömürlüdür.

Karstlaşma erime süreçlerinden ileri gelen bir şekillenmedir. Kalkerin suda eridiği malumdur ve gerek laboratuvar gerek arazi çalışmaları bunu açıkça göstermektedir. İklim her şeyden önce yağış unsuruyla erime olayı için gerekli olan suyu sağlar. Aşağıda görüleceği gibi erime miktarı ve hızı üzerinde sıcaklığın da etkisi vardır. Kimyasal reaksiyon hızı her 10 derecede iki kat artmaktadır. İklim erime olayında dolaylı yoldan da etkili olur. Bu etki onun bitki örtüsü ile toprak özelliklerini tayin etmesi yoluyla gerçekleşir.

Eriyebilen kayaçların masif veya tabakalı bir yapı göstermeleri tabakaların yatay, monoklinal, kıvrımlı veya faylı gibi çeşitli yapıda olmaları da karstlaşma üzerinde etkili olur. Örneğin monoklinal yapıya sahip olan kalkerler, eğimli tabaka yüzeyleri boyunca derin kısımlara sokulan suların etkisine daha fazla maruz kalır. Kırıklı veya faylı yapı da benzer etkiye yol açar. Kırık ve fay düzlemleri boyunca sular, kolaylıkla kayaçların derin kısımlarına sokulur ve bu kısımlarda eritme faaliyetinde bulunur.

Jeomorfolojik özelliklerin karstlaşma üzerindeki etkileri yükselti, eğim ve yarılma derecesi yolarıyla gerçekleşir. Karstlaşmanın tam olarak gelişebilmesi için kalkerlerden oluşan yereyin taban seviyesinden yeterince yüksekte bulunması gerekir çünkü ancak bu durumda karstlaşma süreci, diğer koşullar da elverişli ise derine doğru gelişebilir ve karst topografyasının yeraltı drenajını ve yerçekillerini meydana getirebilir. Yükselti ayrıca iklime etki yapmak suretiyle karstlaşma üzerinde rol oynar. Eğim derecesinin fazla olduğu yereyler, karstlaşma bakımından düz veya düze yakın eğime sahip yereylerden daha elverişsiz şartlar içerir. Topografya yüzeyinin eğiminin fazla olduğu sahalarda yağışlarla yeryüzüne düşen sular yerüstü akışı hâlinde ve hızla oradan uzaklaşır. Bu durumda hem yüzeysel erime hem de sızma miktarı azalır. Buna karşılık düz veya az eğimli zeminler üzerinde su daha uzun bir süre oyalanır, birtakım göllenmeler meydana gelir ve dolayısıyla da hem yüzeysel erime hem de sızma miktarı artar.

Zaman unsuru topografya şekillerinin meydana gelişi üzerinde kayda değer rol oynar. Bu, karst topografyası için de geçerlidir. Zaman unsurunun doğrudan doğruya tesiri, şekillenmenin geçirdiği gelişim safhalarında kendini gösterir. Zamanın dolaylı tesiri ise bu gelişim sürecinde çeşitli mahiyette kesintilerin meydana gelmesi ve polisiklik kıyı şekillerinin meydana gelmesine yol açılması ile kendini gösterir.

Bölüm Soruları

1) Karst topografyasının karakterinden bahsederken kalkerin yayılış sahası ile karstlaşma sahalarının birbirine daima karşılık gelmediği ifade edilmektedir. Bu bakımdan karstlaşmanın geniş ölçüde meydana gelebilmesi için belirli şartların meydana gelmesi gerekmektedir. Aşağıdakilerden hangisi bu şartlardan biri değildir?

- a) Kayaç cinsi
- b) İklim
- c) Tabakalanma özellikleri
- d) Jeomorfolojik özellikler
- e) Jeofizik özellikler

2) Yerçekillerinin oluşum ve gelişimlerinde belirtildiği gibi kayaçların önemli rolleri vardır. Onların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar, farklı yerçekillerinin meydana gelmesine sebep olabilir. Kalkerlerin çözülme (erime) özelliklerine bağlı olarak meydana gelen yerçekillerinin oluşturduğu karst topografyası buna güzel bir örnek teşkil eder. Bu topografyaya ait yerçekilleri, daha az yaygın ve daha az gelişmiş bir şekilde farklı kayaçlar üzerinde de görülür. Aşağıdakilerden hangisi bu kayaçlardan biri değildir?

- a) Jips
- b) Dolomit
- c) Gnays
- d) Tebeşir
- e) Kaya tuzu

3) Karstlaşmanın ilk şartı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Suda eriyebilen kayaların mevcudiyeti
- b) İklimin elverişli olması
- c) Yeraltı suyunun var olması
- d) Karst kaide seviyesinin var olması
- e) Kalkerin varlığı

4) Kartik rejimin hâkim olduğu sahalarda yeraltı drenajı mı yoksa yer üstü drenajı mı baskındır?

5) Kalker topografya tabiri karst topografyasını karşılar mı? Niçin?

6) Suyun yer altına sızmasının morfolojik neticeleri neler olabilir?

7) Kalkerin erimesi tabiri doğru bir yaklaşım mıdır?

8) Karstlaşmada etkin yapısal faktör derken yapının hangi özelliğini öncelemiş oluruz?

9) Karstlaşmada taban seviyesi değişimi niçin önem arz eder?

10) Karstlaşma züerinde jeomorfolojinin dolaylı etkileri neler olabilir?

Cevaplar

1) e, 2) c 3)a (4-10 arasındaki soruların cevapları için metni inceleyiniz, araştırma yapınız.)

9. KARSTİK YERŞEKİLLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Karst topografyasını meydana getiren karakteristik şekiller bu bölümde birer birer ele alınacak ve bunların hangi şartlar altında oluştukları ve topografyadaki önem dereceleri incelenecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Cezayir’de Rummel Boğazı hangi özellikleri itibariyle meşhurdur?
2. Pamukkale Travertenleri tüm Dünya’da Jeomorfoloji kitaplarında hangi bakımlardan örnek olarak kullanılmaktadır?
3. Cahit Arif Alagöz ismini duydunuz mu?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Karstik yerşekilleri	Karstik yerşekillerini (lapya, dolin, uvala, polye, obruk, düden, mağara, kör ve kuru vadiler, çıkmaz vadiler, doğal tünel ve köprüler, travertenler ve karstik birikim şekilleri, sarkıt, dikit, sütun, traverten taraçası, traverten konisi, traverten seti ve traverten seti gölü, yumru (konkresyon), birikme filonu, kalker kabuk (kalış) tanır.	Karstik yerşekillerini (lapya, dolin, uvala, polye, obruk, düden, mağara, kör ve kuru vadiler, çıkmaz vadiler, doğal tünel ve köprüler, travertenler ve karstik birikim şekilleri, sarkıt, dikit, sütun, traverten taraçası, traverten konisi, traverten seti ve traverten seti gölü, yumru (konkresyon), birikme filonu, kalker kabuk (kalış) tanıtılır, özellikleri açıklanır. Fotoğraflar ile örneklendirilir.

Anahtar Kavramlar

- Lapyra
- Dolin
- Uvala
- Polye
- Obruk
- Düden
- Ponor
- Mağara
- Kör Vadi
- Kuru Vadi
- Çıkmaz Vadi
- Doğal Tünel
- Doğal Köprü
- Traverten
- Sarkıt
- Dikit
- Sütun
- Traverten Taraçası
- Traverten Konisi
- Traverten Seti
- Traverten Seti Gölü
- Yumru
- Konkresyon

- Birikme Filonu
- Kalker Kabuk
- Kalış
- Crypto Karst
- Örtülü Karst
- Speoloji
- Hum
- Kegel Karst
- Konili Karst
- Turm Karst
- Kuleli Karst
- Allojen akarsu
- Autojen Akarsu
- Dinar Karstı
- Mere Karst

Giriş

Karst topografyasının karakterini meydana getiren hususlardan biri de bu topografyaya ait şekillerin -şartlar tahakkuk ettiği takdirde ve şüphesiz arada büyük ölçüde şiddet farkları mevcut olmakla beraber- hemen hemen bütün iklim bölgelerinde meydana gelmiş ve gelmekte olmasıdır. Nemli mutedil bölgede, tropikal ve subtropikal iklimlerde, periglasial sahalarda ve yarı kurak bölgelerde karst şekilleri mevcuttur. Bununla beraber muhtelif iklim bölgeleri arasında karst süreçleri bakımından farklar vardır ve bu farklar, söz konusu sahalardaki şekillerin muayyen hususiyetler göstermesine de sebep olur.

Kaya tuzu ve jips gibi kayalara nazaran daha güç erimesine rağmen tipik karst şekillerinin oluşum, gelişim ve korunmasına en müsait olan taşlar kalkerlerdir. Diğer taraftan kalkerler, oluşum şartları dolayısı ile genellikle daha yaygındır. Bu sebepten dolayıdır ki karst topografyası kavramı kalker topografyası kavramının eşitidir ve yayılma sahası da diğer hususlar müsait olmak şartı ile her şeyden önce geniş ve homojen kalkerlerin (kireçtaşı) yayılışına bağlıdır.

Taşeli Platosu'nun veya İstirya'nın karstik platoları ile Küba'nın veya Cava'nın karst topografyaları arasında manzara bakımından büyük bir ayrılık göze çarpar. Bazı sahalarda karst sığ, bazı sahalarda ise derindir. Bu durum, topografya şekilleri üzerinde de derin rol oynar. Güney Almanya'da Jura kalkerleri üzerinde veya Birleşik Devletler Virginia'da orman örtüsü ve toprak tabakası altında görülen örtülü karst şekilleri ile Torosların veya Dinar platolarının toprak tabakasından mahrum çıplak karst şekilleri arasında da mühim farklar vardır. Dağların zirve nahiyyelerinde müşahade edilen yüksek karst şekilleri de daha alçak irtifalarda görülen şekillerden bazı özellikleri ile ayrılır fakat iklim ve yapı bakımından farklı olan bütün bu kalker sahalardaki özel şekillerin meydana gelişi müşterek bir süreç veya kalkerin erimesine bağlıdır.

9.1. Lapyra

Karstik sahalarda kalkerlerin yzeyinde grülen ve oluşumlarında rol oynayan kalkerin saflık derecesi ve masif veya diyaklazlı yapıda olması gibi litolojik ozellikler ile kalker zeminin yatay veya eğimli olması ve çıplak veya bitki-humus örtüsüyle kaplı bulunması gibi ozellikler gibi faktörlere bağılı olarak oyuk, delik, çukur, oluk, kanal gibi çok çeşitli tiplerde olabilen küçük pürüzler veya yerşekilleridir. Mikro karstik şekiller olarak da tanımlanan lapyaların boyutları, ortalama olarak birkaç milimetre ile birkaç metre arasında değişir. Oluk ve kanal şeklindeki lapyaların boyları, bazen 15-20 metreyi bulabilir. Oyuk, oluk ve kanalcıkların arasında genellikle sivri, keskin, bazen de yuvarlak profilli küçük sırtlar yer alır. Lapyaların çok gelişmiş oldukları sahalarda topografya yüzeyi yürünmesi güç, çok arızalı bir ozellik kazanabilir. Bu gibi sahalara karrenfeld (çapır arazi) adı verilmektedir.

Bu pürüzler, bazen arazinin meyli istikametinde uzanan ve derinlikleri 1-2 metreyi bulan oluk şekilli çukurluklar ile bunların arasındaki keskin sırtlardan tereküp eder. Bu manzara bazı hususlarda adeta küçük fakat çok sık sel yarıntılarını andırır. Lapyaların şekilleri ve sıralanışları çok çeşitlilik gösterir. Bu hususta eğim, litoloji, sızmaya müsait zayıf mukavemet sahaları ve bitki örtüsünün çeşitliliği rol oynar. Bilhassa kayanın erime derecesi, geçirimliliği, diaklazlarla parçalanmış olması ve diaklaz sisteminin istikameti kayanın çözülmeye karşı direnci, çözülemeyecek veya eritemeyecek maddelerin kaya içindeki oranı gibi hususlar lapyaların şekilleri ve sıralanışı üzerinde mühim tesir icra ederler.

Bu gibi hususlardan hareket eden Bögli lapyaları jenetik olarak sınıflandırmıştır. Ona göre çıplak kalker yüzeylerde serbest lapyalar, kısmen örtülü kalker yüzeylerde yarı serbest lapyalar ve örtülü kalker yüzeylerde örtülü lapyalar olmak üzere üç esas lapyaya ayrılmaktadır (Fotoğraf 9.1, 9.2, 9.3, 9.4). Bu üç esas tipe ayrıca mağara lapyaları, dalga ve kıyı lapyaları da ilave edilebilir (Fotoğraf 9.5). Belirtildiği gibi lapyaların çok gelişmiş oldukları sahalarda topografya yüzeyi yürünmesi güç, çok arızalı bir ozellik kazanabilir. Bu gibi sahalara karrenfeld (çapır arazi) adı verilmektedir (Fotoğraf 9.6, 9.7).



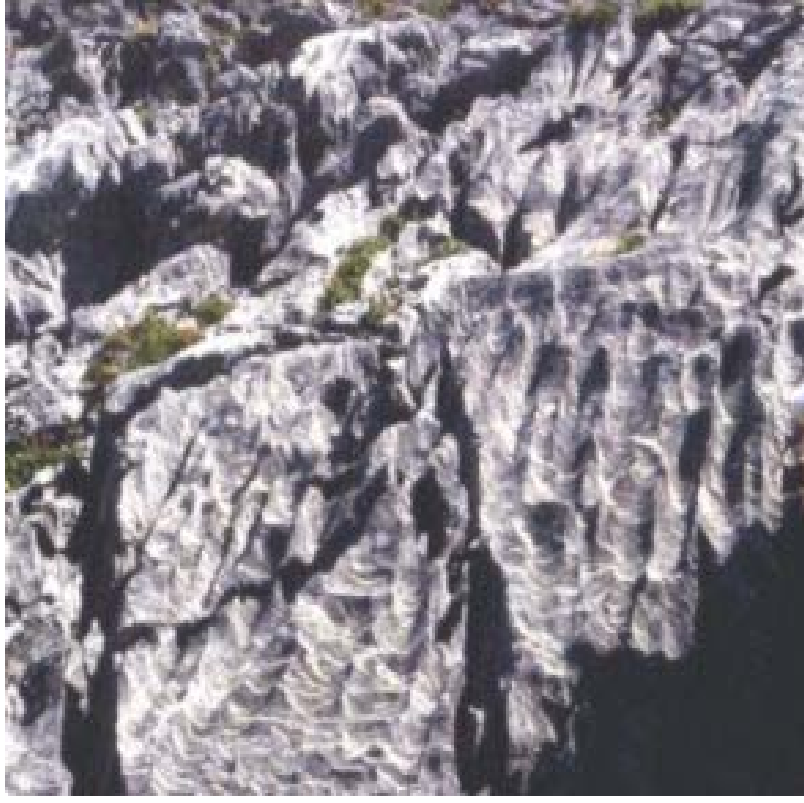
Fotoğraf 9.1: Oluk ve Kanal Şeklindeki Serbest Lapyalar



Fotoğraf 9.2: Delik ve Çukur Şeklindeki Serbest Lapyalar



Fotoğraf 9.3: Kanal veya Oluk Şeklindeki Serbest Lapyalar



Fotoğraf 9.4: Oyuk Şeklindeki Serbest Lapyalar



Fotoğraf 9.5: Dalga ve Kıyı Lapyaları



Fotoğraf 9.6: Karrenfield (Çapır Arazı)



Fotoğraf 9.7: Karrenfield (Çapır Arazı)

9.2. Dolin

Değişik çap ve derinlikte, yatay kesitleri daire veya elips şeklinde olan karstik depresyonlardır. Karst topografyasının en karakteristik ve aynı zamanda en yaygın şeklini meydana getirir (Fotoğraf 9.8). Bunlardan bazılarının derinlikleri ve çapları ancak birkaç metreden ibarettir. Hatta derinliği 1 metreyi bulmayan dolinler de vardır. Buna mukabil bazı dolinlerin ebadı çok daha büyüktür, çapları 200 metreyi aşabilir, derinlikleri de bununla orantılı olarak fazladır. Dolin tabiri Slavca bir kavramdır ve aslında vadi manasına gelir fakat bugün karstlaşma neticesinde meydana gelmiş, nispeten küçük ebattaki kapalı depresyonları ifade için kullanılan milletlerarası bir terim hâline gelmiştir.



Fotoğraf 9.8: Dolun (İçinde su mevcut.)

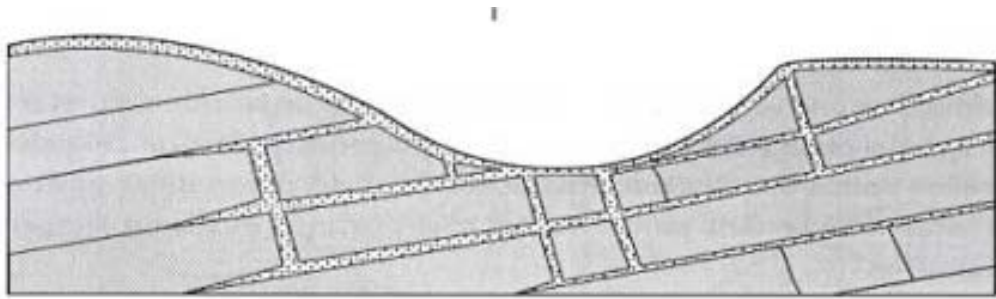
Dolinler üzerinde oluştukları kayacın (kalker, jips gibi) yapısal özellikleri ve iklim koşullarına bağlı olarak çeşitli şekillerde olur. Bazıları nispeten basıktır ve bir tavayı andırır. Bazıları ise sarp ve yüksek kenarları, çok dar tabanları ile huniye benzer. Kuyu veya silindir şeklinde olanları da vardır. Tabanları sürekli veya geçici göl ve bataklıklarla işgal edilmiş dolinler varsa da çoğunun tabanı kurudur (Fotoğraf 9.9).

Akdeniz kuşağında kalkerin erimesi neticesinde meydana gelmiş kırmızı renkli killerden müteşekkil olan bu kalıntı depolar Terra rossa adı altında tanınır. Terra rossa tatlı ve az eğimli yamaçlar üzerinde ve bazı diaklazlar içinde de görülür. Buna mukabil dik yamaçlar üzerinde süpürülme kuvvetli olduğu için tutunamaz. Terra rossa gerek manzara gerek kimyevi terkip itibariyle lateritik bir toprağa benzer.

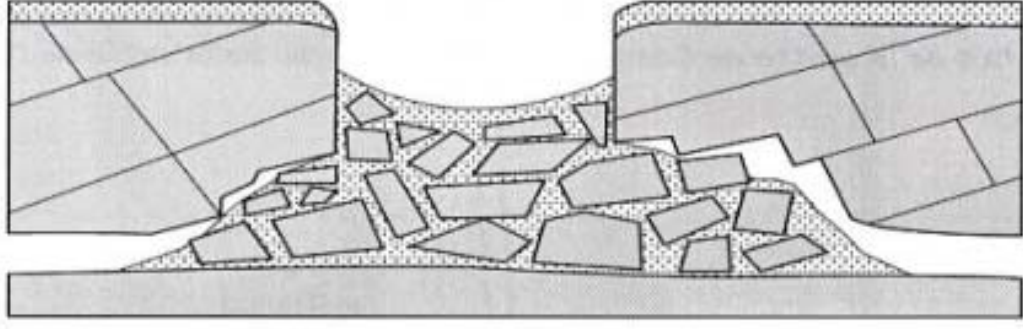


Fotoğraf 9.9: Dolun (Kuru)

Yüzeysel suların hızla yeraltına intikal etmelerine olanak sağlayan düdenlerin de yer alabildiği bu yerler, dekalsifiye olmuş kırmızı renkli ve killi bir toprakla örtülü bulunur veya taşlıktır. Elverişli olan dolin tabanlarında tarım yapılır. Dolinler de şekil bakımından oldukça çeşitlidir. Bunlardan bir kısmı nispeten basıktır, buna mukabil bazıları kazan veya huni şeklinde olur. Hatta tabiatta kuyu veya silindir şekli arz eden dolinler de müşahade edilir. Bütün bu dolin tipleri erime süreçleriyle ilgili olarak teşekkül etmiş olmakla beraber teferruatta bunları iki kategoriye ayırmak mümkündür. Oluşumlarında erime ve çökme süreçlerinin rol oynadığı dolinler buna göre erime dolinleri ve çökme dolinleri olmak üzere iki tipe ayrılmaktadır (Şekil 9.1, 9.2).

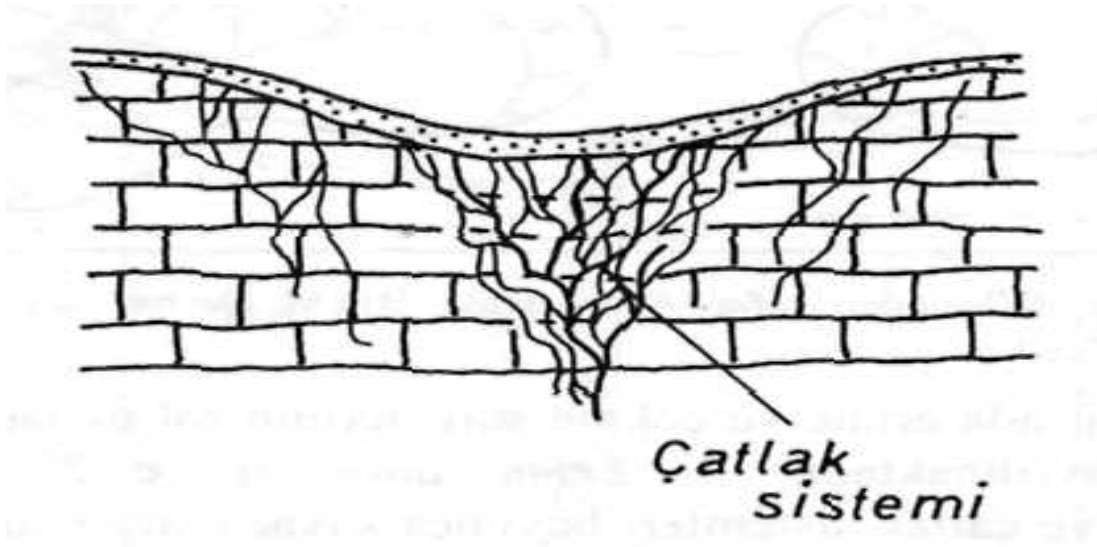


Şekil 9.1: Erime Dolini



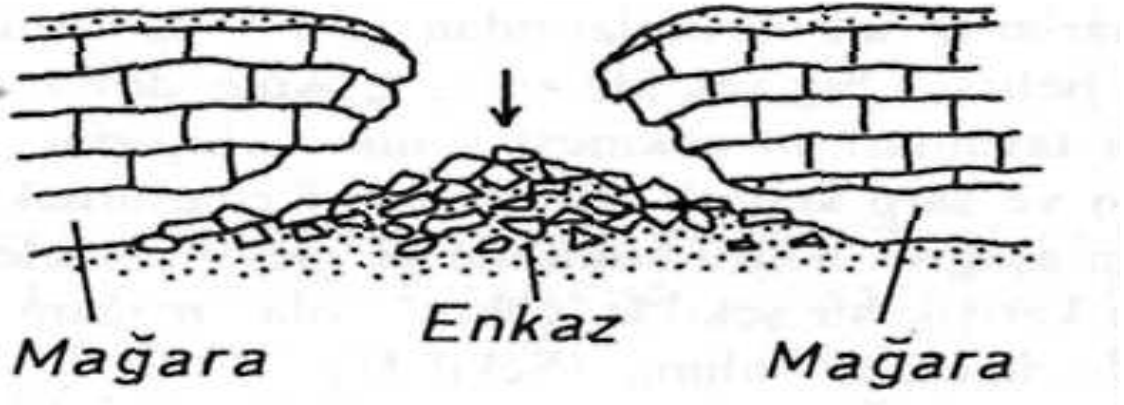
Şekil 9.2: Çökme Dolini

Erime, bilhassa diaklazlar ve tabakalaşma yüzeyleri gibi zayıf direnç sahalarını takiben daha fazla meydana geldiği için erime dolinlerinin mevkii de bu gibi yapı ve litolojik faktörler tarafından tayin edilmiş bulunur (Şekil 9.3). Bunlardan kırık ve çatlak sistemleri boyunca kayaca sızan suların onu eritmesi sonucu oluşan erime dolinleri, çökme dolinlerine oranla az derindir ve kenarları da çok sarp değildir. Kenarların üst kısımları hafifçe dışbükey, alt kısımları ise içbükeydir. Kenarların alt kısımlarından dolin tabanına birleşmeleri tatlı meyillerle belli belirsiz bir şekilde olur.



Şekil 9.3: Çatlak Sistemlerinin Gelişimi ve Erime Dolininin Oluşumu (Hoşgören, 2010)

Çökme dolinleri ise yeraltındaki mağara ve galeri tavanlarının çökmesi sonucu oluşur ve erime dolinlerine oranla daha derin ve sarp kenarlı bulunur. Kenarlardaki tabakalarda çökme olayını kanıtlayan aşağıya doğru bükülme ve meyillenmeler görülebilir. Ayrıca tabanda toprakla karışık bir şekilde, çökmüş olan mağara veya galeri tavanına ait parçalardan oluşan enkaz bulunur (Şekil 9.4).



Şekil 9.4: Çökmelerin Gelişimi ve Çökme Dolininin Oluşumu (Hoşgören, 2010)

9.3. Uvala

Karstik bir sahada meydana gelen dolinler zamanla genişler ve derinleşir. Bu esnada müsait durumda olan dolinler daha büyük bir süratle gelişir. Birbirlerine komşu olan birkaç dolinin gelişmesi sonucu, onları birbirlerinden ayıran eşik sahaları zamanla daralır ve ortadan kalkar. Bilhassa bir vadi tabanında yer alan ve muayyen bir sıralanış gösteren erime dolinleri dağınık dolinlere nazaran bu bakımdan daha elverişli durumdadır. Filhakika sıralanmış dolinler fazla su topladıkları için solüsyon süreçleri daha müessirde ve aralarındaki mesafe de fazla değildir. Bunun neticesinde komşu dolinleri ayıran yamaçlar birkaç taraftan aynı zamanda eritilir, kemirilir ve geriletilir. Bu şartlar altında nispeten kısa bir zaman sonra dolinleri ayıran kısımlar ortadan kalkar ve dolin çukurları yekdiğeri ile birleşir. Böylece komşu dolinler birleşerek daha büyük karstik depresyonları oluşturur. Bunlara uvala adı verilmektedir.

Uvalaların oluşumu yapı veya litoloji ile alakalı olabileceği gibi karstlaşmaya karşılık gelen sahadaki topografya şekilleri ile de ilişkili olabilir. Birleşme izleri aşımınla tamamen ortadan kaldırılmamışsa dolinlerin birleşmeden önceki yerleri kolaylıkla saptanabilir (Fotoğraf 9.10). Uvala kenarının keskin girinti ve çıkıntı yapan yerleri ile tabandaki nispeten derin kısımlar, bu bakımdan ipuçları verir. Uvalaların tabanları da dolinlerde olduğu gibi sürekli veya geçici göl ve bataklıklarla kaplı bulunabildiği gibi kuru da olabilir.



Fotoğraf 9.10: Uvala

9.4. Polye

Polye (Gölova) gerek erime sonucu meydana gelmiş olan gerekse tektonik kökenli bulunan bir depresyonun kenarlarının erime ve çökme süreçleri sonucu gerilemesi, komşu depresyonları kendisinden ayıran kalker eşiklerin ortadan kalkması ve sonuçta depresyonun büyümesiyle teşekkül eder (Fotoğraf 9.11).



Fotoğraf 9.11: Polye

Bunlar dolin ve uvalalardan çok daha büyük olan karstik depresyonlardır. Uzunluk ve genişlikleri kilometrelerce olabilir. Bosna-Hersek'teki Livno Polyesi'nin uzunluğu 50 kilometre, genişliği ise 10 kilometredir. Kenarları kuvvetle meyillidir. Tabanları ise çevrelerine nazaran ekseriya birkaç yüz metre daha alçak bir seviyededir. Bu kısım çevreden gelen alüvyonlarla doldurulmuş olduğundan düz bir ova hâlinedir ve başlıca ziraat ve yerleşme sahasını teşkil eder. Bununla beraber birçok polye tabanları bataklıktır veya zaman zaman geçici göller tarafından işgal edilir. Polye tabanının bataklık olması veya olmaması, yeraltı drenaj şartlarına ve yeraltı suyu seviyesine bağlıdır. Yeraltı suyu seviyesinin yükseldiği mevsimlerde polye tabanı sularla kaplandığı hâlde yeraltı suyunun alçaldığı mevsimlerde kurudur. Polyeleri bazen bir akarsu kat eder fakat çok defa bir polyeye giren akarsular polye tabanında veya kenarında kaybolur (Fotoğraf 9.12, 9.13, 9.14).



Fotoğraf 9.12: Polye (Göl Ova)



Fotoğraf 9.13: Polye (Göl Ova)



Fotoğraf 9.14: Planinsko Polyesi

Polyeler daire, elips veya daha değişik şekillerde olabilir. Bazıları bir doğrultuda kilometrelerce genişip uzun bir şekil almıştır. Bu şekilde boyuna gelişmiş olan polyelerde uzun eksen, ana tektonik hatlara uygunluk gösterir. Polyelerin kenarları genellikle sarp bir şekilde yükselen kayalık yamaçlardan oluşur. Taban kısımları ise çevredeki yüksek sahalardan taşınmış alüvyonlarla kaplı düz bir ova niteliğindedir (Fotoğraf 9.15).



Fotoğraf 9.15: Kenarı Sarp Bir Şekilde Yükselen Kayalık Yamaçlar ile Sınırlanan Polye

Yerleşme ve tarım sahası olarak kullanılan bu düz alüvyal taban üzerinde hum ve mosor adları verilen küçük tepeler, dolin ve düdenler yer alabilir. Fazla eğimli (20° - 22° kadar) yamaçlara sahip bulunan humlar polyelerin oluşumu sırasında erime sürecine direnç gösteren kısımlarla erimenin erişemediği kısımlara karşılık gelir. Bu nedenle çevreleri aşındırılıp ortadan kaldırıldıkları hâlde onlar tepe şeklinde geriye kalmıştır. Büyük polyelerin tabanlarında bir akarsu ağı bulunabilir. Polyelerde genellikle dışa akış mevcut değildir ve dışardan polyeye giren akarsular düdenlerde kaybolur. Bazı polye tabanları sürekli veya geçici göl veya bataklıklarla kaplıdır. Bu durum –genellikle- yeraltı suyu seviyesinin yüksek oluşu veya tabanda yer alan düdenlerin tıkalı bulunuşu gibi sebeplerle ilgilidir.

9.5. Obruk

Karst topografyasının çok karakteristik şekillerinden birisini de bir baca veya kuyu manzarası arz eden obruk (aven) denilen çukurluklar meydana getirir. Düşey doğrultuda gelişmiş, dik kenarlı, derin, haca veya silindir şeklindeki doğal karslık kuyulardır. Derinlikleri 400-500 metreyi bulanları vardır. Alt kısımlarından -genellikle- yeraltı mağara ve galerileriyle yeraltı akarsu vadi veya yalaklarına açılır. Böylece yüzeysel akışın yutulduğu birer düden görevi görür. Oluşumlarında erime ve/veya çökme olayları rol oynamaktadır (Fotoğraf 9.16).



Fotoğraf 9.16: Obruk

Birçok obruğun teşekkülünde kimyasal süreçlerle birlikte çökmelerin de rol oynamış olduğu muhakkaktır. Bazı sahalarda dolinler mevcut veya yaygın olmadığı hâlde obruklar görülür. Obruk teşekkülünün mekanizması bakımından yamaç profilleri çok dikkat çekicidir. Bütün obrukların yamaçları hafifçe konkav üst yamaç, çok dik ve konkav alt yamaç, bunları birleştiren konveks bir orta yamaç olmak üzere üç farklı kısımdan oluşur.

9.6. Düden

Düdenler (Ponor, Subatan, Suyutan) obruk gibi düşey doğrultuda gelişmiş karstik kuyulardır. Ancak şekilleri obruklardan farklıdır. Ağız kısımları geniştir. Derine doğru çapları daralır. Böylece bir huniye benzer (Fotoğraf 9.17).



Fotoğraf 9.17. Düden

Düdenler alt kısımlarından yeraltı akarsu yataklarıyla mağara ve galerilere bağlı bulunur. Polyelerin tabanında veya polyeyi çeviren yamaçların eteklerinde de genellikle su yutan mağara ağızları vardır. Özellikle polye gibi geniş karstik depresyonlarda yer alan düdenler, yerüstü sularını yutarak onların kısmen veya tamamen yer altına geçmelerine sebep olur. Yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu devrelerde ise bazı düdenler, yer üstü sularını yutacakları yerde -hidrostatik basınç nedeniyle- bol debili karstik kaynakları meydana getirir. Bunlar yeraltı mecralarının ağızlarıdır ve bu şekilde bol akımlı karstik kaynakların çıktığı düdenlere suçikan ismi verilmektedir (Fotoğraf 9.18).



Fotoğraf 9.18: Suçikan

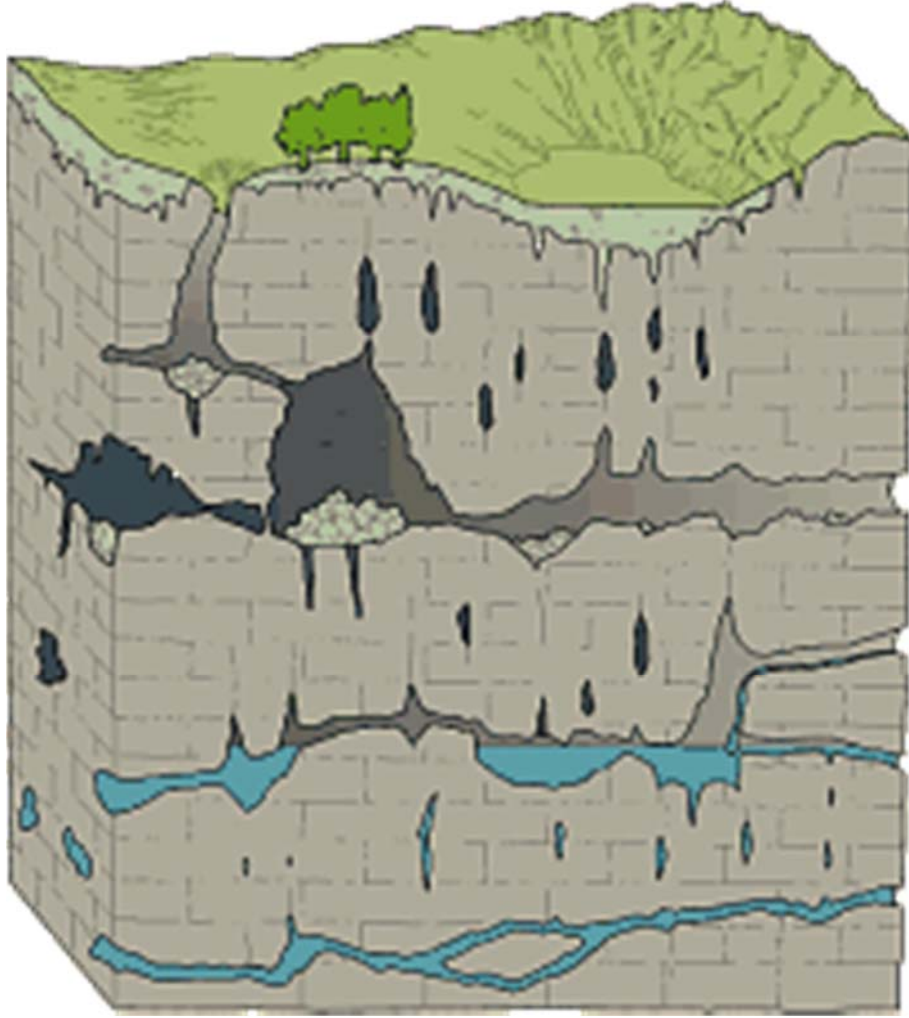
Bazı durumlarda düdenlerin dar olan alt kısımları tıkanabilir. Hatta tıkanma uzun zaman devam ettiği takdirde polye tabanında senelerce mevcudiyetini muhafaza eden bir göl meydana gelebilir. Bu durumda onlar sularla dolarak göllerin oluşmasına yol açar. Düdenlerin tekrar açıldığı ve suların süratle boşaldığı devrelerde ise eskiden mevcut olan göl ortadan kalkabilir. Düdenlerin oluşumlarında da erime ve/veya çökme süreçleri rol oynamaktadır.

9.7. Mağara

Çeşitli boyut ve şekilde olabilen geniş yeraltı boşluklarına mağara denir. Mağaralar kumtaşı, granit, trakit, andezit, bazalt gibi kayalardan oluşan sahalarda da görülürlerse de asıl yayılım alanları karstik sahalardır. Bu sahalarda mağaralar mekanik aşındırmanın da eşlik ettiği erime sürecine bağlı olarak çok gelişmiş bir şekilde bulunur.

Mağaraların bir kısmında yeraltı akarsuları ve gölleri yer alır. Bir mağara boyunca geniş ve yüksek tavanlı salonlar birbirlerini takip edebilir. Bu salonlar bazen çok dar olabilen galerilerle birbirlerine bağlı bulunur. Mağaraların tavan ve tabanlarında sızan suların içindeki kalsiyum karbonatın çökmesiyle sarkıt, dikit ve damlataşı sütunları oluşmuştur.

Mağaraları uzanış doğrultularına göre yatay mağaralar, düşey mağaralar (dikey mağaralar) ve karmaşık mağaralar olmak üzere üç ana gruba ayırmak mümkündür (Şekil 9.5).

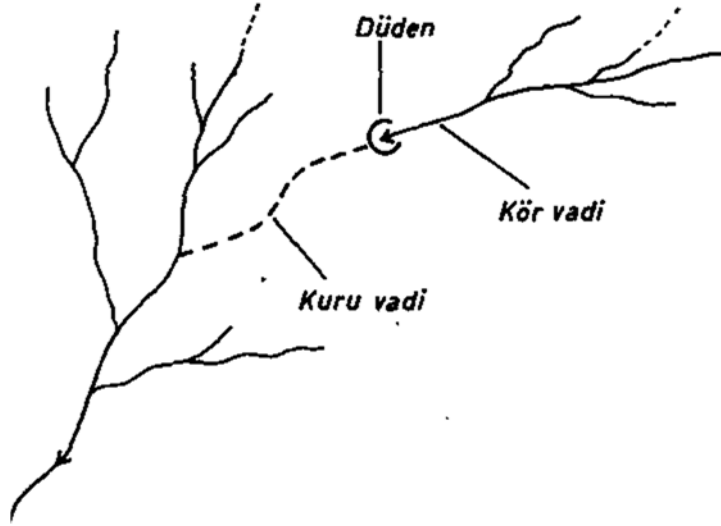


Şekil 9.5: Yatay Mağara Sistemleri

9.8. Kör ve Kuru Vadi

Karst sahalarının en karakteristik vasıflarından birini drenajın esas itibariyle yeraltına intikal etmiş olması teşkil eder. Bu intikal solüsyon süreçleri dolayısıyla dolinlerin, düdenlerin, yeraltı mağaralarının ve tünellerinin teşekkülü neticesinde meydana gelir. Drenajın yeraltına intikali ile birlikte karst sahalarında bazı topografya şekilleri ortaya çıkar. Kuru, kör ve çıkmaz vadiler, doğal tünel ve köprü bunlar arasındadır.

Akarsu vadilerinin tabanlarında, karstlaşma olayına bağlı olarak, düden gibi suları hızla yer altına geçirecek delikler meydana gelirse akarsular bu deliklere girerek kaybolur. Böyle akarsularda düdenlerin kaynak tarafında kalan vadi parçalarına kör vadi denir (Şekil 9.6). Düdenlerin ağız tarafındaki vadi parçaları ise -kuru hâle geldiklerinden- kuru vadi veya ölü vadi olarak adlandırılır.



Şekil 9.6: Kör ve Kuru Vadi (Hoşgören, 2010).

Kuru vadiler, ancak geçici olarak ve kısa bir zaman için su geçiren vadilerdir. Böyle bir vadinin tabanındaki düdenlerin su emme kapasitesi sınırlıdır. Yağışın bu kapasiteden daha fazla su sağladığı devrelerde veya düdenlerin muvakkat bir zaman için kapanması hâlinde toplanan sular bu kuru vadiyi takiben akar. Buna mukabil hiçbir zaman su geçirmeyen vadilere karstik sahalarda ölü vadi adı verilir. Bunlar yağışın daha az, yeraltı suyunun seviyesinin daha alçak veya düdenlerin daha büyük ve daima açık olduğu yerlerde görülür. Kuru ve ölü vadi şekilleri, bunların içinde vakti ile akan suların yeraltına intikal etmesi neticesinde teşekkül eder. Bu intikal ekseriya bir yükselme ile ilgili olarak veya ana vadinin derin bir şekilde yarılması neticesinde yeraltı suyu seviyesinin alçalması ile meydana gelir.

9.9. Çıkmaz Vadi

Kör vadilerde suların düdenlere girdiği kısımlar geriye doğru gittikçe derinleştirilir. Böylece önleri kapalı, iki kenarı dik yamaçlarla çevrili nispeten derin kısımlar meydana gelir. Bunlara çıkmaz vadi denir. Çıkmaz vadilerde derinlik, düdena doğru yavaş bir şekilde artar.

Her tarafı yüksekliklerle çevrili olan vadilere *kör vadi* denir. Buna karşılık bir yanı açık olan vadilere çıkmaz vadi adı verilir. Bir kuru vadi tabanında sıra hâlinde dolinlerin teşekkülü, yeraltı mecralarının bazı kısımlarında vuku bulan taban çökmeleri kör vadi şeklinin meydana gelişine sebep olan olaylardandır. Kör vadi kuru olabileceği gibi akarsu da ihtiva edebilir. Bu takdirde akarsu, kör vadinin bir yamacının kaidesinden bir resürjans hâlinde çıkar ve mukabil yamacın kaidesindeki bir düdende kaybolur. Bu manzara, yeraltı drenajına açılmış bir pencereye benzediğinden bu karakteri arz eden kör vadilere karst penceresi adı da verilir.

9.10. Doğal Tünel ve Köprü

Yeraltı akarsularına ve bunların takip ettikleri yeraltı mecralarına karstlaşma sahalarında sık sık tesadüf edilir. Karstik sahalarda yatağı üzerinde yer alan bir düdenden yeraltına giren herhangi bir akarsu, bazen daha ilerideki bir noktadan tekrar yeryüzüne çıkabilir. Bir akarsuyun yeraltına daldığı bir düden ile tekrar yüzeye çıktığı nokta arasındaki

yeraltı mecrası bazı hâllerde insanların ve hatta araçların geçmesine müsait bir genişlikte olabilir. Bu takdirde buna doğal tünel adı verilir.

Bu akarsuyun düden ile tekrar yeryüzüne çıktığı kaynak noktası arasında kalan yeraltı yatağı uzun ve insanların hatta vasıtaların geçecekleri kadar genişse diğer bir deyişle bir tünel görünümünde ise buna doğal tünel denir. Doğal köprüler de ise yeraltı akarsuyu yatağının tavanı bir köprü genişliğindedir. Doğal köprüler ve tüneller genellikle yeraltı akarsuyu yataklarının tavanlarının çökmeleri sonucu oluşmuştur.

Aynı akarsuya ait bir yeraltı mecrasının bazı kısımlarında tavanının çökmesi neticesinde meydana gelen doğal tüneller tabiatta daha çok görülür.

Doğal köprüler ise yeraltı mecrasının tavanının zamanla yıkılarak kısılması ve nihayet bir köprü ebadına inmesi neticesinde meydana gelir. Birbirine çok yakın iki obruk veya karst penceresi arasında da gene aynı mekanizmaya göre meydana gelmiş tabii köprüler müşahade edilir.

9.11. Traverten ve Karstik Birikim Şekilleri

Travertenler kalsiyum karbonat (CaCO_3) bileşimindeki kimyasal tortul kayaçlardır. Kalsiyum bikarbonatlı yeraltı sularının içlerindeki kalsiyum karbonatın belirli koşullar altında çökmesi sonucu meydana gelir (Fotoğraf 9.19).



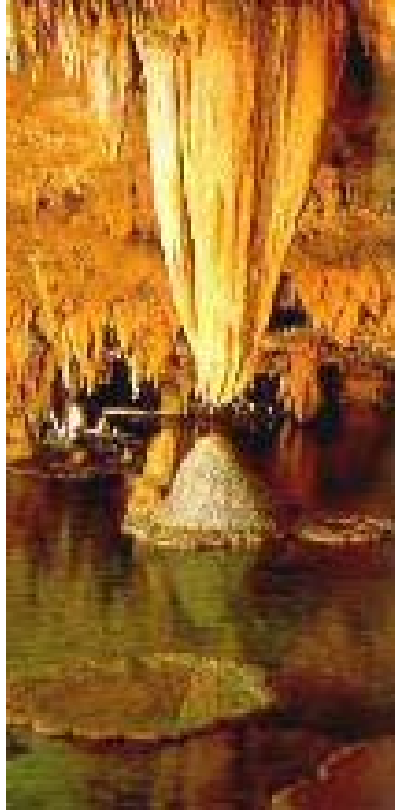
Fotoğraf 9.19: Traverten Oluşumu

Çökeltmede rol oynayan bu koşullar buharlaşma, yeraltı suyunun içerdği karbondioksit (CO_2) miktarının azalması, yeraltı suyu üzerindeki basıncın azalması ve bitkilerin etkisi gibi koşullardır. Çökeltme ve dolayısıyla traverten oluşumu yer yüzeyinde olabileceği gibi yeraltında, mağara ve galeri gibi doğal boşluklarda da olabilir. Çökeltme hızı travertenlerin fiziksel özellikleri üzerinde etkili olur. Çökeltmenin yavaş olması travertenlerin kristalli, yoğun, sert ve dayanıklı; hızlı olması ise gevşek, sünger gibi gözenekli, nispeten hafif ve dayanıksız olmalarına yol açar. Nispeten hafif, yumuşak ve gözenekli yapıda olan beyaz renkli travertenlere kalker tüfü adı da verilir. Bunlar amorf kalsiyum karbonat depolarıdır. Bazen ince tabakalı bir yapı göstermekle beraber genellikle tabakalı değillerdir. Çoğunlukla bitkilerin kök, dal ve yaprakları çevrelerinde onları saracak şekilde meydana gelir. İçerdikleri gözeneklerin bir kısmı, sonradan çürüyüp ortadan kalkan bu bitkisel unsurların yerlerine karşılık gelir.

Yeryüzünde ve yeraltında travertenlerden oluşmuş çeşitli şekiller bulunur. Sarkıtlar (stalaktitler), dikitler (stalagmitler), damlataşı sütunları, traverten taraçaları ve traverten konileri bunların başlıcalarını meydana getirir.

9.12. Sarkıt

Mağara ve galeri gibi büyük doğal yeraltı boşluklarının tavanlarından sarkan kama veya çubuk şeklindeki oluşuklardır. Mağara ve galeri tavanların saçaklı bir görünüm veren sarkıtlar, tavandan sızıp damlayan yeraltı sularının içlerindeki kalsiyum karbonatın çökeliş birbiri eklenerek aşağıya doğru uzaması sonucu meydana gelir (Fotoğraf 9.20).



Fotoğraf 9.20: Sarkıt (Stalaktik)

9.13. Dikit

Mağara ve galerilerin tabanlarında yer alan çubuk veya kubbe şeklindeki çıkıntılar dikit veya stalagmit olarak bilinir. Tavandan tabana damlayan yeraltı sularının çökelttiği kalsiyum karbonatın burada üst üste yığılması ve giderek yükseklik kazanmasıyla oluşur.

9.14. Damlataşı Sütunu

Sarkıt ve dikitlerin bir kısmı, zamanla, karşılıklı gelişip büyüyerek birbirleriyle birleşir ve birer sütun oluşturur. Bu sütunlara damlataşı sütunu adı verilir (Fotoğraf 9.21).



Fotoğraf 9.21: Damlataşı Sütunu

9.15. Traverten Taraçası

Traverten taraçaları kalsiyum bikarbonatlı yeraltı sularının yeryüzüne çıktıkları yerlerde içlerindeki kalsiyum karbonatın çökmesiyle oluşturduğu taramalara veya kademelere karşılık gelir. Gerçekten traverten depoları veya örtüleri -uygun koşullarda- taraçalar hâlinde bulunur (Fotoğraf 9.22).



Fotoğraf 9.22: Traverten Taraçası

9.16. Traverten Konisi

Traverten konileri yatay veya yataya yakın eğime sahip topografya yüzeylerinde, kalsiyum bikarbonat içeren kaynakların meydana getirdikleri travertenlerin suların çıkış noktasının etrafında yığılıp yükselerek oluşturdukları konik tepelerdir. Küçük birer volkan konisini andıran bu tepelerin yükseklikleri 1 metreyle birkaç on metre arasında değişir.

9.17. Traverten Seti ve Traverten Seti Gölü

Travertenler veya kalker tüfleri bazen akarsu vadilerini enine kesen setler meydana getirir. Yamaçların alt kısımlarından veya vadi tabanlarından çıkan kaynakların içindeki kalsiyum karbonatın bitkilerin de etkisiyle çökmesi sonucu oluşan bu setlerin arkalarında suların toplanmasıyla traverten seti gölleri meydana gelir. Kalsiyum bikarbonatlı yeraltı sularının içlerindeki kalsiyum karbonatın çökmesiyle yumrular (konkresyonlar), birikme filanları ve kalker kabuklar (kalışler) gibi oluşuklar da meydana gelir.

9.18. Yumru

Yerkabuğunu oluşturan kayaçların içindeki küre veya elipsoide benzer şekilli boşlukların kalsiyum karbonat çökelleriyle doldurulmaları sonucu oluşan şekiller yumru veya konkresyon olarak tanımlanır.

9.19. Birikme Filonu

Kalsiyum karbonat çökellerinin kayaçlardaki küresel boşlukları değil de çatlakları (diyaklazları) doldurmaları sonucu oluşan damar şeklindeki oluşuklardır.

9.20. Kalker Kabuk

Kurak ve yarı kurak bölgelerde zeminin üzerini bir kabuk gibi örten sertleşmiş kalker seviyelerdir. Bunlar bu bölgelerdeki şiddetli buharlaşmaya bağlı olarak kapilarite (kılcallık) ile yeryüzüne yükselen yeraltı sularının içlerindeki kalkerin çökmesiyle kalker kabuk veya keliş denilen oluşum meydana gelir. Yeraltı sularının kapilarite ile yeryüzüne çıkamadığı yerlerde yeraltında herhangi bir derinlikte de seviyeler teşkil edebilir.

Uygulamalar

1. Bir uydu görüntüsü üzerinden Trieste bölgesini inceleyiniz.
2. Bir uydu görüntüsü üzerinden Batı Toroslari inceleyiniz.
3. Bir ortofoto görüntüsü üzerinden Obruk Platosu'nu inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. Trieste’de yer şekillerini ve özelliklerini fark edebildiniz mi?
2. Batı Toroslarda dolinleri görebildiniz mi?
3. Obrukları fark edebildiniz mi?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Karst topografyasının karakterini meydana getiren hususlardan biri de bu topografyaya ait şekillerin, şartlar tahakkuk ettiği takdirde ve şüphesiz arada büyük ölçüde şiddet farkları mevcut olmakla beraber, hemen hemen bütün iklim bölgelerinde meydana gelmiş ve gelmekte olmasıdır. Nemli mutedil bölgede, tropikal ve subtropikal iklimlerde, periglasiyal sahalarda ve yarı kurak bölgelerde karst şekilleri mevcuttur. Bununla beraber muhtelif iklim bölgeleri arasında karst süreçleri bakımından farklar vardır ve bu farklar, söz konusu sahalardaki şekillerin muayyen hususiyetler göstermesine de sebep olur.

Karstik sahalarda, kalkerlerin yüzeyinde görülen ve oluşumlarında rol oynayan kalkerin saflık derecesi ve masif veya diyaklazlı yapıda olması gibi litolojik özellikler ile kalker zeminin yatay veya eğimli olması ve çıplak veya bitki-humus örtüsüyle kaplı bulunması gibi özellikler gibi faktörlere bağlı olarak oyuk, delik, çukur, oluk, kanal gibi çok çeşitli tiplerde olabilen küçük pürüzler veya yerçekilleri oluşur. Bunlara lapyta denilir.

Değişik çap ve derinlikte, yatay kesitleri daire veya elips şeklinde olan karstik depresyonlara dolin denir. Karst topografyasının en karakteristik ve aynı zamanda en yaygın şeklini meydana getirir.

Karstik bir sahada meydana gelen dolinler zamanla genişler ve derinleşir. Bu esnada müsait durumda olan dolinler daha büyük bir süratle gelişir. Birbirlerine komşu olan birkaç dolinin gelişmeleri sonucu, onları birbirlerinden ayıran eşik sahaları zamanla daralır ve ortadan kalkar. Böylece uvalalar meydana gelir.

Polyeler gerek erime sonucu meydana gelmiş olan gerekse tektonik kökenli bulunan bir depresyonun kenarlarının erime ve çökme süreçleri sonucu gerilemesi, komşu depresyonları kendisinden ayıran kalker eşiklerin ortadan kalkması ve sonuçta depresyonun büyümesiyle teşekkül eder.

Karst topografyasının çok karakteristik şekillerinden birini de bir baca veya kuyu manzarası arz eden obruk denilen çukurluklar meydana getirir. Düşey doğrultuda gelişmiş, dik kenarlı, derin, haca veya silindir şeklindeki doğal karstik kuyulardır.

Düdenler obruk gibi düşey doğrultuda gelişmiş karstik kuyulardır. Ancak şekilleri obruklardan farklıdır. Ağız kısımları geniştir. Derine doğru çapları daralır.

Çeşitli boyut ve şekilde olabilen geniş yeraltı boşluklarına mağara denir. Mağaralar kumtaşı, granit, trakit, andezit, bazalt gibi kayalardan oluşan sahalarda da görülürlerse de asıl yayılım alanları karstik sahalardır.

Karst sahalarının en karakteristik vasıflarından birini drenajın esas itibariyle yeraltına intikal etmiş olması teşkil eder. Bu intikal solüsyon süreçleri dolayısı ile dolinlerin, düdenlerin, yeraltı mağaralarının ve tünellerinin teşekkülü neticesinde meydana gelir. Drenajın yeraltına intikali ile birlikte karst sahalarında bazı topografya şekilleri ortaya çıkar. Kuru, kör ve çıkmaz vadiler, doğal tünel ve köprü bunlar arasındadır.

Travertenler kalsiyum karbonat (CaCO_3) bileşimindeki kimyasal tortul kayalardır. Kalsiyum bikarbonatlı yeraltı sularının içlerindeki kalsiyum karbonatın belirli koşullar altında çökmesi sonucu meydana gelir.

Yeryüzünde ve yeraltında travertenlerden oluşmuş çeşitli şekiller bulunur. Sarkıtlar (stalaktitler), diktler (stalagmitler), damlataşı sütunları, traverten taraçaları ve traverten konileri bunların başlıcalarını meydana getirir.

Bölüm Soruları

1) Aşağıdaki yerşeklinin adı hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



- a) Karenfield
- b) Dolin
- c) Uvala
- d) Polye
- e) Karstik kaldırım

2) Aşağıdaki yerşeklinin adı hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



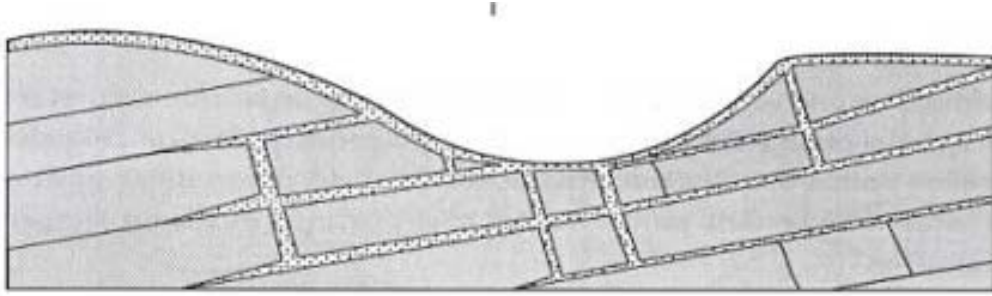
- a) Lapya
- b) Dolin

c) Uvala

d) Polye

e) Kayaç

3) Aşağıdaki çizim hangi yerşeklinin oluşumunu şematize etmektedir?



a) Obruk

b) Çökme dolini

c) Erime dolini

d) Yatay mağara

e) Dikey mağara

4) Aşağıdaki fotoğraf hangi yerşeklini göstermektedir?



- a) Obruk
 - b) Lapyra
 - c) Traverten taraçası
 - d) Yatay mağara
 - e) Dikey mağara
- 5) Aşağıdaki fotoğraf hangi yerşeklini göstermektedir?



- a) Sarkıt
 - b) Dikit
 - c) Sütun
 - d) Şelale
 - e) Dikey mağara
- 6) Pamukkale Traverten taraçaları nasıl oluşmuştur?
- 7) Antalya Traverten taraçaları nasıl oluşmuştur?
- 8) Bosna-Hersek'teki Livno polyesinin genel özellikleri nelerdir?
- 9) Adriyatik kıyılarında hangi karstik şekiller görülebilir?
- 10) İnsuyu mağarasının içinde hangi şekiller mevcuttur?

Cevaplar

1) a, 2) a, 3) c, 4) c, 5) c, (6-10 arasındaki soruların cevapları için metne bakınız, araştırma yapınız).

10. KARSTİK SAHALARDA JEOMORFOLOJİK GELİŞİM

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

İlksel olarak iç dinamik süreçlerle kurulmuş topografya iç ve dış dinamik süreçlerin etkisiyle sürekli değişim ve yeni yapılanma içindedir. İç dinamik süreçler durağan kabul edildiğinde yeryüzü şekillerinin değişimi sürekli olarak yüksek topografinin aşındırılması ve tesviye edilmesi şeklinde gelişir. Dış dinamik süreçlerin son hedefi karaların yükseltisini deniz seviyesi düzeyine indirmektir. Bu gelişim belirli bir zaman periyodunda gerçekleşir ve zamana bağlı olarak yerşekilleri belirli biçimsel değişimlerden geçer. Yerşekillerinin ilksel oluşumdan en son aşınabilecekleri seviyeye kadar geçirdikleri şekillenme evresine jeomorfolojik döngü denir. Bu bölümde karst morfolojisinin oluşum ve gelişim aşamaları ele alınarak değerlendirilecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Karst devresi problemleri neler olabilir?
2. Karst taban seviyesi değişimleri jeomorfolojik gelişimi nasıl etkiler?
3. Tropiklerde karstlaşma devresi iklimden nasıl etkilenir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Karstik sahalarda jeomorfolojik gelişim	Döngünün gençlik, olgunluk ve ihtiyarlık devrelerini ve bu esnadaki görünümünü kavrar.	Döngünün gençlik, olgunluk ve ihtiyarlık devrelerini ve bu esnadaki görünümünü açıklar.

Anahtar Kavramlar

- Gençlik
- Olgunluk
- Yaşlılık
- Taban seviyesi
- Causses
- Jura
- Sathi karst
- Derin Karst
- Holokarst
- Merokarst (Mere Karst)

Giriş

Yer şekillenmesi üzerinde zamanın etkisi süre ile doğru orantılıdır. İç ve dış etkenlerin yer şekillenmesine etkisi yavaştır. Bunların yer şekillenmesine yaptığı etkiler zamanla kendini belli eder. Örneğin levha hareketleri gibi yer kabuğu boyutunda gerçekleşen şekillendirici süreçlerin etkileri milyonlarca yılda yeryüzü şekillenmesi üzerine yansır ve büyük coğrafik değişimler gerçekleşir. Dış etken ve süreçler için de aynı durum geçerlidir. Örneğin yılda 1 mm aşınan bir bölgedeki 4000 metre yüksekliğindeki bir dağ kütlesi dış etken ve süreçler tarafından 4 milyon yılda deniz seviyesine kadar aşınabilir. Jeomorfolojide zaman unsurunun etkileri, genellikle sanıldığından çok daha derin ve çeşitlidir. Yeryüzünün şekillenmesi hakkındaki bilgi genişledikçe bu etkenin üzerinde daha fazla durmak gerektiği giderek daha iyi anlaşılmaktadır. Zaman unsuruna bağlı olarak ortaya çıkan bu çeşitli etkileri iki büyük grupta toplayarak ele almak olasıdır. Bunlardan birincisi yapı ve süreç değişmediği hâlde doğrudan doğruya zaman akışına yani süreye bağlı olarak oluşan topografik değişikliklerdir. Bunları jeomorfolojik *oluşum ve gelişim aşamaları* olarak da adlandırmak olasıdır. Diğerisi ise zamanın akışı esnasında yapı ve süreç bakımlarından meydana gelen değişikliklerin topografya üzerindeki etkileridir.

Hatırlanacağı üzere aşınım döngüsü (cycle-saykıl-sıkl) kavramı, jeomorfolojide bir sistem olarak *Davis* tarafından yorumlanmış olmakla beraber bu kavramın temellerini oluşturan ana fikirler 18. yüzyılda *Hutton* tarafından açıkça belirtilmiş, daha sonra Amerika Birleşik Devletleri'nin batı bölgelerinde *Paneli ve Gilbert* gibi araştırmacıların 19. yüzyılın son yarısındaki incelemeleri sırasında da belirmiş bulunuyordu. Klasik jeomorfolojide bu şekillenme dönemleri gençlik, olgunluk ve yaşlılık safhaları olarak tanımlanmıştır.

Aşınmanın gelişimi bazen ağır, bazen hızlıdır fakat daima devamlıdır. Bu gelişim birbirini takip eden birtakım safhalar gösterir. Mesela Orta kuşağın normal yağışlı sahasında dağlık bir bölgede aşındırma etkilerinden akarsuların faaliyete geçtiğini farz edelim. Başlangıçta eğim çok fazla olduğundan akarsuların akışı şiddetli olacak ve yataklarını süratle kazacaktır. Bu zaman göreceğimiz şekiller çok gençtir: Kenarları dik, sivri tepeler ve V şeklinde vadiler fakat gençlik safhasını karakterize eden bu şekiller, aşındırma etmenleri çok etkin olduğundan çabuk ortadan kalkacaktır. Dağlık bölgenin yükseltisi gitgide alçalacak ve aşındırma etkenlerinin tesiri de azalacaktır. Olgunluk safhasından sonra rölyef, gelişimine devam ederek gittikçe yükseltisini kaybedecek ve bölge tesviye edilecektir. Aşınma, en son safha olarak penneplen veya aşınma ovası safhasına kadar gidebilir.

Aşınma, şu yahut bu safhada olduğuna göre rölyef şekilleri de çeşitli karakterler gösterir. Rölyef genç, olgun, ihtiyar olabilir.

Başlangıçta *Davis*'in *coğrafi devre* dediği ve sonradan morfologların aşınma devresi olarak adlandırdıkları ve *H. Baulig*'in tercihen *Jeomorfolojik devre* demek istediği devre şöyle tarif edilebilir:

Aşınma devresi bir zaman aralığı olup bu müddet zarfında yer kabuğunun bir parçasının ne aşındırma etmenleri ve ne de bunların -üzerinde çalıştığı kütle değişmeksizin-

aşınmaya maruz kalmasıdır. Yani bu zaman zarfında pasif bir kütle mütemadi surette belli aşındırma etmenlerinin tesirine maruz kalmakta ve bu faaliyet esnasında kütle katiyen kımıldamamaktadır. Eğer bu ahenkli tekâmülü karıştırarak mühim bir hadise meydana gelirse o zaman devre sona erer. Bu hâl mesela geniş bir sahayı ilgilendiren bir volkan indifaından, iklimin esaslı surette değişikliğe maruz kalmasından, aşındırma sürecinin değişmesinden ileri gelebilir. Devreyi hakikaten sona erdiren ve yeni devrenin başlamasını gerekçe olan sebepler, ehemmiyetli iklim değişikliği ve bilhassa taban seviyesinin değişmesidir ki bu da izostatik ve tektonik hareketler neticesi olmaktadır.

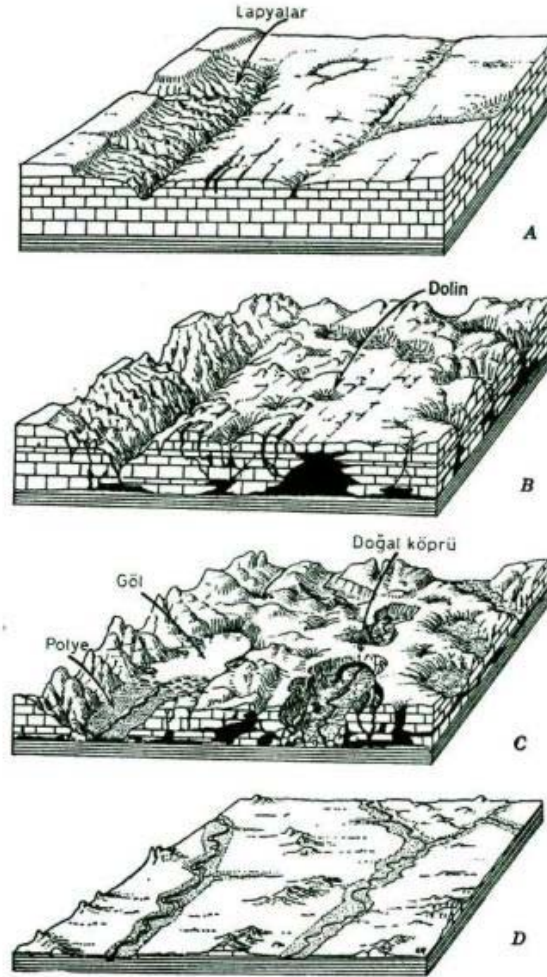
Devrenin muhtelif safhalarını teşkil eden bahis konusu terimler (genç, olgun, ihtiyar) gerek Davis ve gerek diğer jeomorfologlar tarafından yalnız akarsuların meydana getirdiği münferit şekiller yahut bunların bütünü olan rölyef şekilleri için değil fakat aynı zamanda diğer aşındırma etmen ve süreçlerinin (rüzgâr, glasye ve dalga gibi) meydana getirdikleri rölyef şekilleri için de kullanılmaktadır. Mesela genç bir vadi olduğu gibi genç yahut olgun bir kıyı da vardır. Nasıl ki akarsuların eseri olan normal topografya genç yahut olgun olursa kurak ve yarı kurak bölgelerdeki rölyef şekilleri de bu safhaların karakterlerine sahip olabilir.

Karstın diğer topografya şekillerinden farklı bir mahiyeti olduğu önceki bölümlerde belirtilmiştir. Bununla beraber bir bakıma karstlaşma, flüvyal devrenin özel bir tipi veya fasiyesi olarak düşünülebilir. Karst oluşum ve gelişimini gösteren şemalarda devrenin yüzeysel akış ile başladığı ve gene yüzeysel akışa dönüş ile sona erdiği dikkati çeker. Nihayet bütün bu şekillendirme faaliyetinin nihai etkeni de sudur. Diğer taraftan muhtelif paragraflarda izah edildiği üzere karstlaşmanın meydana gelebilmesi için kalkerlerden mütevekkil bir bölgenin o saha için bahis mevzuu karst kaide seviyesinden kâfi derecede yüksek bir irtifada olması ve ayrıca geniş ölçüde karstlaşma için bu yüksek sahanın hafif meyilli, arızasız bir düzlük hâlinde olması gerekir. Muhtemelen bu gibi sebeplerden dolayıdır ki çok disloke sahalarda karstlaşmanın başladığı yüzey genellikle daha evvel teşekkül etmiş bir aşınım yüzeyidir.

Oluşum ve gelişimin son karst kaide seviyesine nazaran meydana gelen bir yükselme ile başladığı farz edilebilir. Negatif östatik hareketlerin de daha küçük genlikte olmakla beraber aynı sonucu verecekleri şüphesizdir. Yükselen saha, yalnızca kalkerlerden mütevekkil olabilir veya esas kısmı teşkil eden kalkerlerin üzerinde geçirimsiz bir örtü tabakası bulunabilir. Her iki hâlde de sonuç karstlaşma şeklinde tezahür eder. Şu farkla ki ikinci hâlde karstlaşmanın başlaması, akarsularla geçirimsiz tabakanın yarılması ve süpürülmesine kadar gecikir. İlk defa *Grund* ve *Cvijic* karstlaşma hakkındaki dağınık görüşleri döngü kavramına göre sıralamış ve böylece bir karst döngüsünün mevcut olduğunu ifade etmişlerdir.

Karstik sahalarda karstlaşma bakımından genel ve son taban seviyesini okyanus veya denizlerin seviyesi meydana getirmekle beraber yereyi oluşturan kalker kütleinin içinde ve deniz seviyesinden yukarıda bir (veya birden fazla) geçirimsiz seviye veya zonun yer alması karstlaşmanın derine doğru, deniz seviyesine kadar ilerlemesine engel olur çünkü bu geçirimsiz seviye veya zon yerel ve geçici (süreksiz) taban seviyesi rolü oynar. Karstlaşma bu geçirimsiz seviyenin üst yüzeyinde son bulur. Jeomorfolojik gelişim sonucu üstteki karstik tabakalar ve daha sonra da onların altındaki geçirimsiz seviyenin ortadan kaldırılmasıyla

karstlaşma daha alttaki kalkerlerde devam eder. Buna göre karstik sahalardaki jeomorfolojik gelişim, gerek hız ve gerekse meydana gelen karstik yerşekilleri bakımından bölgeden bölgeye değişir. Bu bakımdan yüzeyi bir aşınım yüzeyine karşılık gelen ve bir geçirimsiz zonun üzerinde kalker tabakalarının yer aldığı tektonik hareketlerle yükselmiş bir saha düşünecek olursak buradaki karstik gelişimi şu şekilde açıklayabiliriz (Şekil 10.1):



Şekil 10.1: Karstik Bir Sahada Jeomorfolojik Gelişim

A: Başlangıç; asli durum

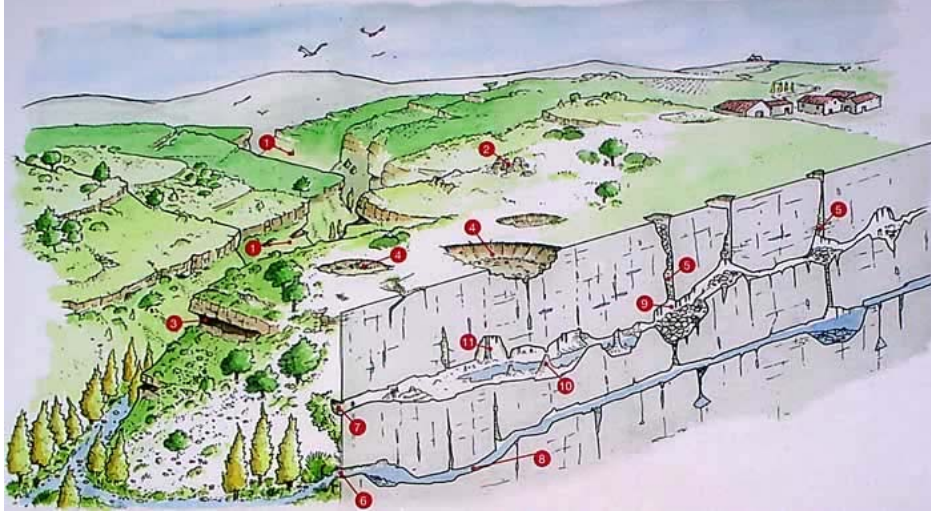
B: Gençlik; yükselme neticesinde karstlaşmanın başlaması, dolinlerin oluşumu söz konusudur.

C: Olgunluk; yeraltı drenajı, alttaki geçirimsiz tabakaya kadar gelişmiş, yüzeyde dolinlerin çoğalması ve birleşmesi neticesinde uvalalar ve polyeler meydana gelmiştir.

D: İhtiyarlık; polyeler genişlemiş kalker tabakanın eriyerek kütle kaybetmesi dolayısıyla topografya yüzeyi geçirimsiz, tabakaya yaklaştığından yüzeysel drenaj tekrar ortaya çıkmıştır.

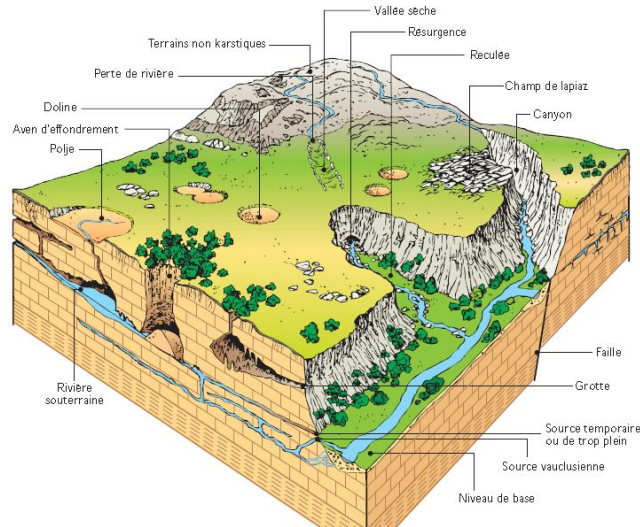
10.1. Döngünün Gençlik Devresi

Yükselme neticesinde gençleşen ana vadiler kaynaktan ağza doğru derinleşmeye başlar. Buna bağlı olarak yeraltı suyu seviyesi alçalır ve bu seviyenin üstünde kalan kısımlarda sular mevcut diaklazları ve diğer çatlakları takiben derinlere doğru sızmaya başlar. Yüzeysel sularının topografya yüzeyinin belirli yerlerinde toplanmaları ve dolayısıyla erime sürecinin artması sonucu bu yerler gittikçe derinleşir ve dolinler oluşmaya başlar (Şekil 10.2).



Şekil 10.2: Karstik Bir Sahada Jeomorfolojik Gelişimin Gençlik Devresi

Erime süreçleri muayyen sahalarda dolinlerin ve yeraltı mağaralarının meydana gelmesine sebep olur (Şekil 10.3). Kalker yererin yüzeyinde geçirimli bir örtü bulunsa bile karstlaşma kendini gösterir. Bu geçirimli örtü tabakalarından alta sızan sular kalkerlere erişerek eritme faaliyetine başlar. Eritme süreci aynı zamanda yanlara doğru da etkili olur ve dolinler gittikçe genişler. Dolinlerin tabanlarında yer alan diyaklaz veya çatlaklar gittikçe gelişir ve erimelere bağlı olarak genişler. Böylece daha büyük miktarlarda yer üstü suyu kalkerlerin iç kısımlarına girer ve korozyon faaliyetini sürdürür.



Şekil 10.3: Karstik bir sahada Jeomorfolojik Gelişimin İleri Gençlik Devresi

Bunlar evvela küçük tabi akarsuları yeraltı mecralarına çevirir. Ana akarsu yatağında gömüldükçe ve ona bağlı olarak karst kaide seviyesini teşkil eden yeraltı suyu seviyesi alçaldıkça yüzeysel akış o nispette azalır ve akarsuların büyük kısmı yeraltına çevrilmiş olur. Yeraltı mağaralarının, obrukların, dolinlerin, kuru ve ölü vadilerin sayısı gittikçe artar. Bununla beraber mağaralar henüz azami inkişafa erişmemiş olduğu gibi drenaj da tamamı ile yeraltına intikal etmemiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi kalker yereyde yeraltına sızan suların karstlaşma bakımından etkili olabilecekleri derinlik karst taban seviyesinin derinliğine bağlıdır. Bu taban seviyesi ne kadar derinde ise diğer bir deyişle karst taban seviyesinin üzerinde kalan karstik yereyin kalınlığı ne kadar fazla ise karstlaşma süreci o kadar derine sokulur. Dolayısıyla da derin karstik yerşekillerinin meydana gelmelerine imkân sağlar. Yeraltında diyaklaz veya çatlakların genişlemeleri, birbirleriyle birleşmeleri, galeri ve mağara gibi büyük yeraltı doğal boşluklarının oluşmalarında başlangıç evresine karşılık gelir. Bu arada çökme ve mekanik aşınma olayları da etkili olur. Yeraltına geçen yüzeysel sular bu galeri ve mağaralarda akarak yeraltı akışını (yeraltı drenajını) meydana getirirler. Artık yerüstü akışının büyük bir kısmı yer altına çekilmiştir. Yüzeyde lapy, dolin, kör vadi ve kuru vadiler iyice gelişmiş bir şekilde bulunur. Bilhassa lapyaların gelişimi ve dolinlerin tamamı ile teşekkül etmiş bulunmaları ile kendini gösteren bu safha ve bu durumdaki karstik sahalar gençlik devresini karakterize eder.

10.2. Döngünün Olgunluk Devresi

Olgunluk safhası, karstik şartların tamamı ile yerleşmesi ve azami inkişafa erişmesi ile kendini gösterir. Bu safhada artık yüzeysel akış yoktur ve bütün vadiler kurudur. Olgunluk devresinde, dolinlerin gittikçe gelişmeleri sonucu, birbirlerine yakın olanların arasındaki eşikler giderek daralır ve nihayet ortadan kalkar. Böylece komşu dolinler birbirleriyle birleşir ve uvala adı verilen daha büyük karstik depresyonları oluşturur. Hatta bu yolla polyelerin oluşumunda ilk adım da atılmış olur. Bu devrede yer üstü akışı tamamen ortadan kalkmıştır. Suyun hemen bütünüyle yeraltına geçmesi sebebiyle vadiler kurumuştur. Yeraltı mağara ve galeri sistemleri gelişimlerinin son aşamalarına ulaşmıştır.

Eski vadilerin yerinde dolin sıraları ve onların birleşmesinden meydana gelen uvalalar ve polyeler uzanır. Bunların tabanlarında kalıntı tepeler yükselir. Yeraltı mağaraları azami derecede inkişaf etmiştir. Drenaj da tamamı ile alttaki bir geçirimsiz tabakaya kadar inmiş olan bu mağara sistemlerini takiben vuku bulur. Bu durum yeraltı mecralarının ve mağaraların bir taraftan solüsyon bir taraftan daha ziyade mekanik parçalanmalarla gittikçe daha fazla genişletilmesine yol açar fakat aynı sebep, karstlaşma bakımından azami gelişmeye tekabül eden bu olgunluk safhasının erişilmesinden sonra karşı süreçlerinin hızının azalmasına ve umumiyetle karstlaşma bakımından bir gerilemenin meydana gelmesine sebep olur. Bir taraftan erime süreçleri neticesinde topografya yüzeyinin genel olarak alçalması diğer taraftan mağara sistemlerinin gelişmeleri neticesinde vuku bulan tavan çökmeleri gittikçe daha sık görülür. Karstlaşma süreçlerinin sokulabildiği derinlik ise alttan ya bir geçirimsiz tabaka veya müşterek bir yeraltı suyu seviyesi yahut da nihai kaide seviyesini teşkil eden deniz seviyesi

tarafından sınırlanmıştır. Yani karst süreçleri bir taraftan alçalan topografya yüzeyi, bir taraftan da sabit olan karst taban seviyesi arasında gittikçe kalınlığı azalan bir zona karşılık gelir. Bunun neticesinde kaide seviyesine yaklaşıldığı nispette fazlalaşmak üzere sathi drenaj tekrar kendini göstermeye başlar.

10.3. Döngünün İhtiyarlık Devresi

İhtiyarlık devresinde saha gittikçe yükselti kaybetmiş ve geçirimsiz zona karşılık gelen yerel taban seviyesine yakın bir seviyeye kadar alçalmıştır. Bu safhada geniş polyeler teşekkül etmiş ve karstlaşmaya karşılık gelen yüzeyin asli manzarasından hemen hemen hiçbir iz kalmamıştır. Polyeler dışında görülen topografya yüzeyi dolinlerle delik deşik olmuş bir delikli karst manzarası arz eder. Artık karstlaşmanın tekrar başlaması, sahanın nihai kaide seviyesine nazaran yeniden yükselmesine yahut irtifa şartları müsait ise yerel veya geçici taban seviyesini teşkil eden geçirimsiz tabakanın yarılarak ortadan kaldırılmasına bağlıdır.

Uygulamalar

1. Sırbistan ve çevresini bir uydu görüntüsünden inceleyiniz.
2. Klasik görüşe göre karst safhalarını inceleyiniz.
3. Karstlaşma sürecinde genel bir taban seviyesinden söz edebilir miyiz?

Uygulama Soruları

1. Buradaki görüntüleri Türkiye’den nerelere benzetebiliriz?
2. De Martonne’ye göre klasik görüş karst safhaları nelerdir?
3. Mersin ve Silifke’de karstlaşma süreci ve deniz seviyesi değişimleri hakkında bir ilişki söz konusu mudur?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yer şekillenmesi üzerinde zamanın etkisi süre ile doğru orantılıdır. İç ve dış etkenlerin yer şekillenmesine etkisi yavaştır. Bunların yer şekillenmesine yaptığı etkiler zamanla kendini belli eder. Örneğin levha hareketleri gibi yer kabuğu boyutunda gerçekleşen şekillendirici süreçlerin etkileri milyonlarca yılda yeryüzü şekillenmesi üzerine yansır ve büyük coğrafik değişimler gerçekleşir. Dış etken ve süreçler için de aynı durum geçerlidir. Örneğin yılda 1 mm aşınan bir bölgedeki 4000 metre yüksekliğindeki bir dağ kütlesi dış etken ve süreçler tarafından 4 milyon yılda deniz seviyesine kadar aşınabilir. Jeomorfolojide zaman unsurunun etkileri, genellikle sanıldığından çok daha derin ve çeşitlidir. Yeryüzünün şekillenmesi hakkındaki bilgi genişledikçe bu etkenin üzerinde daha fazla durmak gerektiği giderek daha iyi anlaşılmaktadır. Zaman unsuruna bağlı olarak ortaya çıkan bu çeşitli etkileri iki büyük grupta toplayarak ele almak olasıdır. Bunlardan birincisi yapı ve süreç değişmediği hâlde doğrudan doğruya zaman akışına yani süreye bağlı olarak oluşan topografik değişikliklerdir. Bunları jeomorfolojik *oluşum ve gelişim aşamaları* olarak da adlandırmak olasıdır. Diğerisi ise zamanın akışı esnasında yapı ve süreç bakımlarından meydana gelen değişikliklerin topografya üzerindeki etkileridir.

Aşınma, şu yahut bu safhada olduğuna göre rölyef şekilleri de çeşitli karakterler gösterir. Rölyef genç, olgun, ihtiyar olabilir.

Gençlik safhasında yükselme neticesinde gençleşen ana vadiler kaynaktan ağza doğru derinleşmeye başlar. Buna bağlı olarak yeraltı suyu seviyesi alçalır ve bu seviyenin üstünde kalan kısımlarda sular mevcut diaklazları ve diğer çatlakları takiben derinlere doğru sızmaya başlar. Yüzeysel sularının topografya yüzeyinin belirli yerlerinde toplanmaları ve dolayısıyla erime sürecinin artması sonucu bu yerler gittikçe derinleşir ve dolinler oluşmaya başlar

Olgunluk safhası, karstik şartların tamamı ile yerleşmesi ve azami inkişafa erişmesi ile kendini gösterir. Bu safhada artık yüzeysel akış yoktur ve bütün vadiler kurudur. Olgunluk devresinde, dolinlerin gittikçe gelişmeleri sonucu, birbirlerine yakın olanların arasındaki eşikler giderek daralır ve nihayet ortadan kalkar. Böylece komşu dolinler birbirleriyle birleşir ve uvala adı verilen daha büyük karstik depresyonları oluşturur. Hatta bu yolla polyelerin oluşumunda ilk adım da atılmış olur. Bu devrede yer üstü akışı tamamen ortadan kalkmıştır. Suyun hemen bütünüyle yeraltına geçmesi sebebiyle vadiler kurumuştur. Yeraltı mağara ve galeri sistemleri gelişimlerinin son aşamalarına ulaşmıştır.

İhtiyarlık devresinde saha gittikçe yükselti kaybetmiş ve geçirimsiz zona karşılık gelen yerel taban seviyesine yakın bir seviyeye kadar alçalmıştır. Bu safhada geniş polyeler teşekkül etmiş ve karstlaşmaya karşılık gelen yüzeyin asli manzarasından hemen hemen hiçbir iz kalmamıştır. Polyeler dışında görülen topografya yüzeyi dolinlerle delik deşik olmuş bir delikli karst manzarası arz eder. Artık karstlaşmanın tekrar başlaması, sahanın nihai kaide seviyesine nazaran yeniden yükselmesine yahut irtifa şartları müsait ise yerel veya geçici taban seviyesini teşkil eden geçirimsiz tabakanın yarılarak ortadan kaldırılmasına bağlıdır.

Bölüm Soruları

1) Yükselme neticesinde gençleşen ana vadiler kaynaktan ağıza doğru derinleşmeye başlar. Buna bağlı olarak yeraltı suyu seviyesi alçalır ve bu seviyenin üstünde kalan kısımlarda sular mevcut diaklazları ve diğer çatlakları takiben derinlere doğru sızmaya başlar. Yüzeysel sularının topografya yüzeyinin belirli yerlerinde toplanmaları ve dolayısıyla erime sürecinin artması sonucu bu yerler gittikçe derinleşir ve dolinler oluşmaya başlar. Yukarıda sözü edilen aşama döngünün hangi safhasına işaret eder?

- a) Gençlik
- b) Olgunluk
- c) İleri olgunluk
- d) İhtiyarlık
- e) İleri yaşlılık

2) Aşağıdaki şekil döngünün hangi aşamasına işaret etmektedir?



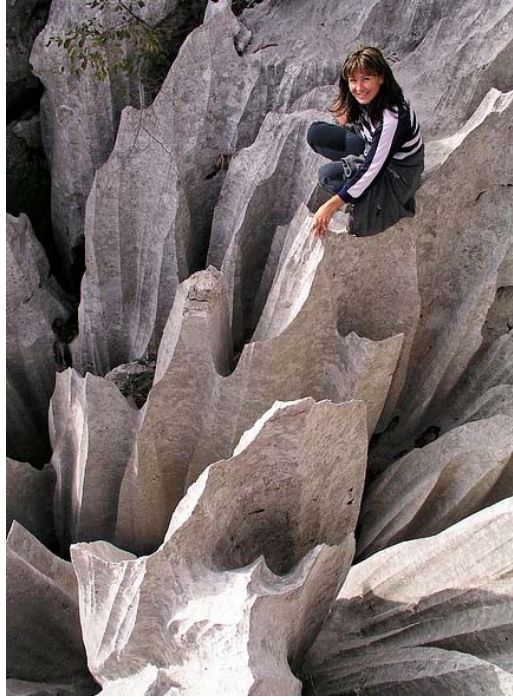
- a) Başlangıç
- b) Gençlik
- c) Olgunluk
- d) İleri olgunluk
- e) İhtiyarlık

3) İlksel olarak iç dinamik süreçlerle kurulmuş topografya iç ve dış dinamik süreçlerin etkisiyle sürekli değişim ve yeni yapılanma içindedir. İç dinamik süreçler durağan kabul edildiğinde yeryüzü şekillerinin değişimi sürekli olarak yüksek topografyanın aşındırılması ve tesviye edilmesi şeklinde gelişir. Dış dinamik süreçlerin son hedefi karaların yükseltisini deniz seviyesi düzeyine indirgemektir. Bu gelişim belirli bir zaman periyodunda gerçekleşir ve zamana bağlı olarak yerçekilleri belirli biçimsel değişimlerden geçer. Yukarıdaki paragrafta karst morfolojisi hakkında hangi hususu hakkında ön bilgi verilmektedir?

- a) Yapısal özellikler

- b)** Karstlaşmanın kesintiye uğraması
- c)** Aşınım döngüsü
- d)** Yerçekilleri
- e)** Karstlaşma üzerinde etkili olan faktörler

4) Aşağıda Aleksandar Gospic tarafından çekilen karrenfield arazi döngünün hangi safhasına işaret etmektedir?



- a)** Gençlik
- b)** Olgunluk
- c)** Yaşlılık
- d)** İleri olgunluk
- e)** İleri yaşlılık

5) Aşağıda verilen dolin döngünün hangi safhasına işaret etmektedir?



a) Olgunluk

b) Gençlik

c) İleri yaşlılık

d) Yaşlılık

e) İleri olgunluk

6) Grund, karst taban seviyesi problemini nasıl açıklar?

7) Yeraltı su seviyesi genişlemiş ve su geçirmez tabakaya kadar inmiş ise döngü hangi safhasını yaşamaktadır?

8) Karstik gelişim sürecinde yeraltı akarsu ağının rolü nedir?

9) Crypto karst (Örtülü Karst) olan bir bölgede taban seviyesi hakkında neler söylenebilir?

10) Fransa'da Masif Santral bölgesinde karstlaşma süreci hakkında neler söylenebilir?

Cevaplar

1) a, 2)e, 3) c, 4) a, 5) b, (6-10. soruların cevapları için metne bakınız, araştırma yapınız.)

11. VOLKAN TOPOGRAFYASI: GENEL ÖZELLİKLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu derste volkanizma olayı, volkanizma esnasında yeryüzüne ulaşan maddeler hakkında bilgi verilecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Volkanizma sırasında yeryüzüne hangi maddeler çıkar?
2. Havai Adası niçin volkanizma açısından çok aktiftir?
3. Magmanın yapısında neler vardır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Volkan topografyasının genel özellikleri	Volkanizma sırasında yeryüzüne ulaşan maddeler, magmanın soğuyarak katılaşması ile oluşan kayaçlar, volkanizma ve volkan tipleri, volkan topografyasının morfolojik özelliklerini şekillendiren faktörleri öğrenir.	Volkanizma sırasında yeryüzüne ulaşan maddeler, magmanın soğuyarak katılaşması ile oluşan kayaçlar, volkanizma ve volkan tipleri, volkan topografyasının morfolojik özelliklerini şekillendiren faktörleri açıklanır. Bu konu ile ilgili belgeseller ve filimler gösterilir.

Anahtar Kavramlar

- İndifa
- Magma
- Gaz
- Lav
- Tefra
- Piroklastik madde
- Lapilli
- Volkan Bombası
- Kül
- Tüf
- Havai
- Pele
- Stromboli
- Vulkano

Giriş

Volkanik topografya adı altında toplanan şekiller, iç kuvvetlerle dış etken ve süreçler arasındaki mücadelenin yaşandığı örnek sahaları teşkil eder. Zamanın uzunluğu, volkanik yapının kütlesi, volkanik faaliyetlerin devamlılığı, volkanik yapının derinliği, söz konusu sahada aşınımın temposu ve nihayet volkan yapısını teşkil eden kayaların litolojik özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak bu topografyada bazen iç kuvvetlerin bazen de dış etken ve süreçlerin daha ağır bastığı görülür. Dış etken ve süreçlerin volkanik yapıyı geniş ölçüde tahrip ettikleri sahalarda bu yapının ancak kalıntıları veya temelleri meydanda kalır. Dolayısıyla manzaraya aşınım hâkimdir. Buna mukabil çok genç ve aynı zamanda çok hacimli volkanik yapılar üzerinde dış etken ve süreçlerin tesiri nispeten sınırlı ölçüde kaldığından bu gibi hâllerde topografya, esas itibari ile konstrüktif (yapısal) şekillere tekabül eder. Tabiatla bu iki uç durum arasında pek çok geçiş şekilleri görülür.

Volkanizma olayına bağlı olarak meydana gelen yerşekillerini içeren topografyaya volkan topografyası denir. Volkanizma olayı sırasındaki inşa ve tahrip faaliyetleri sonucu oluşan bu yerşekilleri oluşumlarından sonra aşındırma etmenlerinin (dış etmen ve süreçler) etkilerine maruz kalır ve şartlar elverişli ise aşındırılarak yeterli bir süre sonra ortadan kaldırılır. Bu sırada sahada etkin olan aşındırma etmenine bağlı olarak da çeşitli yerşekilleri meydana gelir.

Volkan topografyasının oluşumunda aşınım şekillerinin (barrancoslar ve aşınım kalderaları gibi) dışında iklimin etkisi yoktur. Bu nedenle volkan topografyasının görüldüğü bölgeler morfojenetik bölge olarak ayrılmamaktadır. Diğer bir deyişle volkanik yerşekillerini, çeşitli iklimler altında ve dolayısıyla çeşitli morfojenetik bölgeler dâhilinde görmek mümkündür. Buna göre de volkan topografyası hangi morfojenetik bölgede yer alıyorsa o bölgenin aşındırma etmen ve süreçlerinin etkilerine maruz kalır ve sahada o bölgeye ait yerşekilleri de görülür. Örneğin flüvyul morfojenetik bölgede yer alan bir volkanik saha akarsu topografyasına ait, buzul bölgelerinde yer alan bir volkanik saha ise buzul topografyasına ait şekiller içerir.

Volkanizma yerin iç kısmında yer alan magmanın yerkabuğu içine doğru sokulması veya yeryüzüne doğru yükselmesi sürecidir. Yükselme bazen herhangi bir derinlikte son bulur. Buna derinlik volkanizması veya plütonizma denir. Bazen de magma yerkabuğunu geçerek yeryüzüne çıkar. Buna da yüzey volkanizması veya dar anlamda volkanizma denir. Derinlik volkanizması veya plütonizma ile diğer bir deyişle magmanın yerkabuğu içine sokulması ve orada yerleşip katılaşması ile çeşitli intrüsif kütleler (plütonlar) meydana gelir. Bunlar bulunuş durumlarına ve şekillerine göre batolit, lakolit, filon, sill gibi çeşitli isimler alır.

Derinlik volkanizmasının yeryüzünün şekillenmesinde önemli bir etkisi yoktur. Buna karşılık yüzey volkanizması veya dar anlamda volkanizma yeryüzünün şekillenmesinde çok daha önemli bir rol oynar. Bu rol doğrudan ve dolaylı yollardan gerçekleşir. Yüzey volkanizmasının doğrudan oynadığı rol, yerin iç kısmında yer alan magmanın yerkabuğunu kat ederek yeryüzüne çıkması ve orada birikerek volkan konileri, maarlar, lav akıntıları, lav

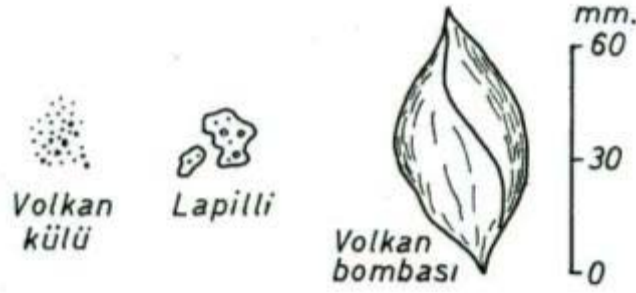
örtüleri ve piroklastik madde örtüleri gibi birtakım yerşekilleri oluşturmasıyla meydana gelir. Yüzey volkanizmasının yeryüzünün şekillenmesindeki dolaylı etkisi ise –örneğin- volkanik yerşekillerinin oluşumuyla mevcut jeomorfolojik gelişim düzeninde birtakım duraklamalar ve karışıklıklar meydana gelmesiyle kendini gösterir. Mesela akarsularla işlenen bir saha söz konusu ise burada akarsu ağlarında parçalanmalar meydana gelir. Önleri lav akıntılarıyla veya volkan konileriyle tıkanan vadiler kapalı havzalara dönüşebilir. Bu yerlerde suların toplanmasıyla volkanik set gölleri oluşur (Van Gölü gibi).

Yüzey volkanizmasıyla meydana gelen ve yeryüzünde mevcut şekillerin üzerine ve yanına eklenen bu yerşekilleri magma malzemesinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, volkanizmanın (püskürmenin) meydana geldiği yerin şekline, volkanizmanın süresine ve şekline bağlı olarak değişik özellikler gösterir. Örneğin magmanın çok sıcak, bazik bileşimde ve dolayısıyla çok akıcı olması, -diğer bir deyişle- yeryüzüne çıkış noktasından itibaren uzak yerlere kadar yayılabilmesi tabla veya kalkan şeklindeki volkanların meydana gelmesine yol açar. Buna karşılık magmanın az sıcak, asit karakterde ve dolayısıyla az akıcı (kıvamlı, viskoz) olması, piroklastik konilerin, maarların, kalderaların oluşmasına imkân sağlar. Magma'nın yeryüzüne çıkışı tek bir bacadan oluyorsa tek volkan konileri, uzun bir yarık boyunca oluyorsa dizi hâlinde volkan konileri meydana gelir.

Volkanik yerşekilleri volkanizmanın süresi ne kadar uzunsa o kadar önemlidir çünkü ancak bu durumda bol miktarda magmatik malzeme yeryüzüne çıkıp birikme imkânı bulur. Volkanizma sırasında zaman zaman lavların zaman zaman da piroklastik maddelerin hâkimiyet kazanması karışık volkanları veya stralovolkanları oluşturur. Bunun yanı sıra volkanik yerşekilleri, oluşumlarından sonra dış etmen ve süreçlerin etkilerine maruz kalmaları sonucunda birtakım değişik görünümler kazanır.

11.1. Volkanizma Sırasında Yeryüzüne Ulaşan Maddeler

Volkanizma sırasında yeryüzüne ulaşan maddeler katı, sıvı veya gaz hâlinde bulunur. Bunlardan katı maddeler patlamalar sırasında havaya fırlatılan çeşitli boyuttaki maddelerdir. Bunların bir kısmı bacanın üst kısmında kalmış eski ve katı lav parçalarına karşılık gelir. Bir kısmı bacanın kenarlarından koparılmış unsurlardan meydana gelir. Diğer bir kısmı ise bacada yükselen sıvı magmanın üst kısmından koparılmış lav parçalarından müteşekkildir. Volkanlardan atılan katı maddelerin tümüne piroklastik maddeler veya tefra adı verilmektedir. Bunlar, boyutlarına göre ince kül ve toz, iri kül, lapilli, volkan bombası gibi değişik isimler alır (Şekil 11.1, Fotoğraf 11.1, 11.2, 11.3, 11.4).



Şekil 11.1: Piroklastik Maddeler (Hoşgören, 2010)



Fotoğraf 11.1: Piroklastik Maddeler (St. Helens Dağı)



Fotoğraf 11.2 Volkan Bombası



Fotoğraf 11.3: Lapilli



Fotoğraf 11.4: Volkan Külü

Volkan bombaları sıvı hâlde fırlatılmış ve havada katılaşmış lav parçalarıdır. Bu sırada iğ veya elips şeklini almıştır. Bloklar ise katı olarak fırlatılmıştır ve köşeli olarak bulunur.

Volkanizma sırasında yeryüzüne çıkan sıvı maddelere lav denir. Bunlar yeryüzüne çıktıktan sonra yererin eğimini takip ederek akar ve çukur yerleri doldurur. Lavların akıcılığı sıcaklıklarına ve kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Asit lavlar daha soğuk ve kıvamlıdır (genellikle 600-700 dereceler arasında). Bazik bileşimli lavlar ise daha sıcak ve akıcıdır (1000 derece civarında) (Fotoğraf 11.5).



Fotoğraf 11.5: Bazik Lavlar

Volkanlardan atılan gazlara gelince bunların en büyük kısmını su buharı meydana getirir. Bu gazın bulunuş oranı %70'e yakındır. Diğer gazlar ise karbon dioksit, hidrojen sülfür, karbon monoksit, kor, amonyum klorür ve kükürt dioksit gibi gazlardır.

Volkanizma sırasında çıkan gazların cinsi ve bulunuş oranları sıcaklığa bağlı olarak değişir. Magma sıcaklığı gaz çıkışı ilişkisine göre Fumarol, Solfatar ve Mofette olmak üzere 3 evreye ayrılmaktadır. Bunlar:

Fumarol safhasında sıcaklık 1000-200 derece arasındadır. Yeryüzüne çıkan gazların büyük bir kısmını su buharı meydana getirir. Bunun yanı sıra hidrojen klorür (HCl), karbon dioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂) ve amonyum klorür (NH₄Cl) gazları çıkar.

Solfatar safhasında sıcaklık 200-100 derece arasındadır. Su buharı, hidrojen sülfür ve karbon dioksit gazları çıkar.

Mofette safhasında sıcaklık 100 derecenin altındadır. Karbon dioksit gazı çıkar. Sıcaklık kaynama noktasının altında olduğundan su buharı yoğunlaşır ve sıcak kaynakları (termal kaynakları) oluşturur.

11.2. Magmanın Soğuyarak Katılaşması ile Oluşan Kayaçlar

Magmatik kayaçlar mantodan türeyen ve yer kabuğundan yukarıya doğru çıkan magmanın basınç ve sıcaklığın giderek azalması sonucu katılaşması ile oluşurlar. Bu nedenle katılaşım kayaçları olarak da bilinir. Yer kabuğunun yaklaşık olarak %65'ini oluşturur. Kökenlerini magma teşkil ettiğinden bunlara magmatik kayaç veya kısaca magmatit ismi de verilir. Magma yeryüzü derinliklerinde yüksek sıcaklık altında ergimiş maddelerden ve bu madde içine karışmış gazlardan oluşan bir cisimdir. Belirtildiği üzere katılaşım kayaçları magmanın yeryüzüne kadar çıkarak veya yer kabuğu içinde belli bir yere kadar yükselerek orada soğumaları neticesinde oluşmuştur. Magmanın yer kabuğu içine sokulmasına magma enjeksiyonu denir. Bu enjeksiyon enjekte edilen maddeler yüzeye kadar çıkmadığında intrüzyon, buna karşı enjekte edilen maddeler yeryüzüne ulaştığında ekstrüzyon adını alır. Magmanın yeryüzüne kadar yükselip orada soğuyup katılaşması ile meydana gelen katılaşım kayaçlarına ekstrüsif kayaçlar ismi verilir. Aynı kayaçları ifade için volkanik kayaçlar, volkanitler veya yüzey kayaçları terimleri de kullanılır. Magmanın soğuması yerin iç kısmında, belirli bir derinlikte gerçekleşmiş ise böyle bir soğumayla meydana gelen kayaçlara ise intrüsif kayaçlar ismi verilir. Bunların bir kısmı yeryüzüne yakın kısımlarda, diğer bir kısmı ise büyük derinliklerde oluşmuştur. Bunlardan birincilere subvolkanik kayaçlar, ikincilere de plütonik kayaçlar, plütonitler veya derinlik kayaçları denir.

Bugün insanların gözleri önünde de magma, bazı volkanlardan dışarıya çıkmakta ve orada soğuyup katılaşarak yeni katılaşım kayaçları meydana gelmektedir. Çok kez magmanın kabuk içine, özellikle kabuğun zayıf direnç gösterdiği zonları izleyerek sokulduğu veya yüzeye kadar çıktığı gözlenir. Kırıklar, kırıklarla parçalanmış okyanus dorsalleri, yer kabuğu plakaları arasındaki sınırlar, okyanusların derin kenar çukurları, genç orojenik yapıların ön ve

arka ülkeleri magmanın yeryüzüne daha kolayca yükselmek için tercih etliği başlıca zayıf zonlardır.

Soğumanın yeryüzünde veya yerin derin kısımlarında meydana gelmesi katılma kayaçlarının dokusu üzerinde rol oynar. Magmanın sıcaklığı düştükçe kendisini meydana getiren erimiş unsurlar, erime noktaları yüksek olanlar, önce düşük olanlar sonra olmak üzere, katılır ve ondan ayrılır. Soğuma ne kadar derinde olursa o kadar yavaş olur ve birbiri peşi sıra katılma unsurları rahatça gelişme imkânı bulur. Katılma derinlerde ve yavaş soğuma sonucu gelişmiş ise tam kristalli plütonik kayaçlar oluşur. Böylece derinlik kayaçları iri unsurludur. Buna mukabil soğumanın hızlı olduğu yüzey kayaçları ince unsurlu veya camsıdır. Magma sıcaklığı birden düştüğü için erime derecesi farklı unsurlar hemen hemen aynı anda veya kısa aralıklarla kamaştıklarından büyüme imkânı bulamamıştır. Bu şekilde soğuma magmanın yeryüzünde veya yeryüzüne yakın derinliklerde hızlı ve çabuk oluşmuş ise volkanik ve damar kayaçları meydana gelir. Volkanik kayaçlar yarı kristalli, porfirik yapılıdır. Çoğu kez gözle görülebilen çeşitli kristaller, kristal olmayan genellikle camsı bir hamur içinde dağılmış, serpilmiş durumda bulunur. Damar kayaçları da derinlik kayaçları ile yüzey kayaçları arasında bir geçiş safhası teşkil eder. Bunların karakteristik özelliği, hamur maddelerinin camsı değil, küçük kristalli oluşu ve diğer kayaçların yarı ve çatlakları içinde yer almış bulunmalarıdır.

Katılma kayaçları bir bakıma diğer bütün kayaçların kökenini oluşturur. Tortul ve metamorfik kayaları meydana getiren maddelerin büyük kısmı, katılma kayaçlarının aşınması, dış etkenler tarafından taşınarak çeşitli ortamlarda depo edilmeleri ve bazı değişikliklere uğramaları, yani madde dolaşımı neticesinde oluşur. Bu sebepten dolayıdır ki katılma kayaçlarına ilkel (asli) kayaçlar olarak bakılabilir. Çok çeşitleri olan magmatik kayaçların sınıflaması ve adlandırılması, bunların bileşimine giren minerallerden kuvarsın az veya çok miktarda bulunup bulunmayışına, bulunduğu takdirde % katılma oranına, feldspatların türüne, özellikle anortit miktarına; kuvarsı ve feldspatı olmayan kayaçlarda demirli, magnezyumlu koyu minerallerin cinsine göre yapılmaktadır.

Esas itibarıyla katılma kayaçlarının birçok tipi vardır. Bu tipler belli prensiplere göre gruplar hâlinde sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada uygulanan kuralları şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Kayacın oluşum yeri
2. Dokusu (tekstür)
3. Kimyasal bileşimi

Magmatitlerin özellikleri genellikle oluşum yerleri ile ilgilidir. Oluşum yeri, topografya şekilleri üzerindeki etkisi dolayısıyla morfoloji bakımından da önemlidir. Bu bakımdan bütün katılma kayaçları, iki büyük gruba ayrılır:

1. Ekstrüzif kayaçlar

2. İntrüzif kayaçlar

Belirtildiği gibi ekstrüzif kayaçlar magmanın yeryüzüne çıkarak orada soğuması sonucunda meydana gelen katılaşım kayalarındır. Bu şartlar altında soğuma, magmanın hava ile teması sonucunda, hızla meydana gelir. Bu nedenle ekstrüzif kayaçlar, yerkabuğunun derinliklerinde kademeli bir şekilde soğumuş olan intrüzif kayaçlardan görünüm bakımından bazı farklarla ayrılır. Ekstrüzif kayaçlar, kabuğun daha derin kısımlarında bulunan intrüzif kütlelerle bağlantı hâlinindedir. Böyle olduğu hâlde ekstrüzif kayaçların kök kısımları, yani çıkış yerleri, genelde görülemez. Bunun nedeni, özellikle ekstrüzif kütlelerin çıkış yerini maskeleyen olması veya daha sonraki aşınım süreçleri sonucunda kök kısmı ile ekstrüzif kütle arasındaki bağlantı unsurunun ortadan kaldırılmış olmasıdır.

Yeryüzüne çıkan katı unsurlara boyutlarına göre sırası ile volkan bombası, lapilli, volkan kumu, volkan külü gibi isimler verilir. Bunların hepsine birden proklastik madde veya tefra denir. Volkanlardan çıkan kızgın bulutlarla taşınıp çökeltileri ve farklı boyuttaki proklastiklerden oluşan tüflere ignimbirit denir. Buna karşılık iri ve ince proklastik maddelerin bir lav çimentosu ile birleşmesinden meydana gelen kayaçlara ise volkan breşi veya aglomera adı verilir.

İntrüzif kayaçlar ise yükselen magmanın yeryüzüne erişmeden kabuk içinde herhangi bir derinlikte yerleşmesi ve katılaşması ile oluşan kayalardır. İntrüzif kayaçlar yerkabuğu içinde farklı biçimlerde bulunur ve buna göre adlandırılır. İç kuvvetlerin niteliği, yerkabuğunu oluşturan malzemenin özellikleri, yükselen magmanın akıcılığı, yoğunluğu ve hacmi bir sahadaki intrüzif kütlelerin biçimini ve bulunuş tarzını belirleyen başlıca etkenlerdir. Biçimleri ve bulunuş tarzları farklı olan ve bu nedenle ayrı isimlerle adlandırılan başlıca intrüzif kütle türleri batolitler, lakolitler, lapolitler, filonlar, dayklar, siller ve volkan tıkaçları (nekler)dir.

11.3. Volkanizma ve Volkan Tipleri

Volkanizmanın niteliği, diğer bir deyişle, volkanik faaliyet türü, yeryüzüne çıkan maddelerin nitelik ve miktarı üzerinde etkili olur. Bu ise değişik volkan tiplerinin oluşmasına imkân sağlar. Volkanizma, bazen sakin ve patlamasız bir şekilde cereyan eder (effüzif volkanizma). Bu sırada sadece lav çıkışı görülür. Bazen de volkanizma, şiddetli patlamalar şeklinde vuku bulur (eksplozif volkanizma) ve bu sırada muazzam miktarda piroklastik madde havaya fırlatılır. Birinci tip volkanizma tamamen lavlardan müteşekkil volkanları, ikinci tip volkanizma ise piroklastik volkanları oluşturur.

Effüzif volkanizma tipinde magma çok akıcı, çok sıcak ve baziktir. Buna karşılık patlamaların hâkim olduğu eksplozif tipte magma kıvamlı, nisbeten daha az sıcak ve asittir. Bu iki ekstrem arasında kalan hâller ise karışık volkanizma terimi ile ifade edilir. Bu üç indifai faaliyet tarzı, aynı zamanda jeomorfoloji bakımından farklı üç volkan topografyası takımına tekabül eder.

Lav volkanları çok akıcı lavlar olup bu tip volkanlarda yapının hâkim unsurunu

meydana getirir. Bu takım içinde ayrıca İzlanda ve Havai tipleri ayırt edilebilir.

Karışık volkanlar, lavların ve tefranın aynı zamanda önemli rol oynadığı volkan yapıları karışık volkanlar sınıfını meydana getirir.

Eksplözif volkan yapılarında nispeten az miktarda çıkan lavlar da çok kıvamlı ve asittir. Bunların sıcaklıkları da düşüktür. Bu tipte lav çok az veya yoktur. Bunların çevrelerinde ancak tefradan müteşekkil bir halka bulunur. Süngertaşı, volkan bombası, lapilli, kül gibi çeşitli özellik ve boyuttaki piroklastik maddeler dikkat çeker.

Diatrema denilen patlama hunileri veya çukurları ise ancak volkanik gazların dışarıya fırlatılması esnasında meydana gelen huni şekilli kuyulardan ibarettir. Lav miktarı arttıkça jeomorfolojik görünüm de değişir ve mesela maarlar tefra ile çevrili kraterlere veya tefra ile örtülü kalderalara dönüşür.

Öte yandan bir volkan yapısının jeomorfolojik şekli indifaların sayısına ve süresine de çok sıkı bir şekilde bağlıdır. Volkan yapılarının bir kısmı monojeniktir, diğer bir ifade ile bir indifa safhasında teşekkül etmiştir. Buna karşılık volkan yapılarının çoğu polijenik olup bugünkü şekilleri çok sayıdaki indifaların eseridir. Lav akımları ve tefra depolarının sıralanmasından meydana gelen ve genellikle büyük boyutlara erişen karışık tip polijenik volkan yapılarına stratovolkan veya tabakalı volkan denir.

Volkanizma tipleri bakımından temel bir sınıflandırma olarak dört grupta toplanabilir. Bunlar:

- Havai Tipi Volkanizma
- Stromboli Tipi Volkanizma
- Vulkano Tipi Volkanizma
- Pele Tipi Volkanizma

11.3.1. Havai Tipi Volkanizma

Bu tip volkanizma sakin bir şekilde cereyan eder. Patlamalar enderdir ve genellikle başlangıç evresinde görülür. Patlamaların olmaması, çok sıcak ve akıcı, bazalt türünden lavların varlığıyla ilgilidir. Bu lavlardan gazlar kolayca kaçır ve böylece gaz basıncı ortadan kalkar. Bu bazalt türü çok akıcı lavlar çıkış yerinden kilometrelerce uzaklara yayılır.

Havai tipi volkanizmada bazik karakterdeki lavların üst üste yığılmasıyla tamamen lavlardan müteşekkil, basık, kalkan şeklinde volkanlar meydana gelir. Bu volkanların kraterleri birer lav gölü hâlinindedir.

Bu tipe adını veren Büyük Okyanus'taki Havai Takımadalarından Havai Adası'nı meydana getiren Mauna Loa, Kilaueu, Kohola, Mavna Kea ve Hualalai volkanları örnek teşkil eder.

11.3.2. Stromboli Tipi Volkanizma

Bu tip volkanizmada orta şiddette ve periyodik patlamalar görülür. Patlamalar sırasında havaya sıvı hâlde lav parçaları fırlatılır. Bunu çok az miktarda kül içeren beyaz su buharı bulutlarının çıkışı izler. Zaman zaman lav akıntıları meydana gelebilir. Orta şiddetteki periyodik patlamaların sebebi, bacayı dolduran lavın yüzeyinin soğuyarak nispeten ince bir kabuk bağlamasıdır. Böylece kabuğun altında biriken gazlar, onu parçalayıp havaya fırlatarak serbest kalır. Bu tip volkanizma sonucu oluşan bir volkan, esas olarak, iri piroklastik maddelerden (lapilli, volkan bombası gibi) yapılmıştır. Yamaçlarında yer yer lav akıntılarına da rastlanabilir. Bu tipe adını veren İtalya'nın Lipari Takımadalarından birisini teşkil eden Stromboli volkanıdır.

11.3.3. Vulkano Tipi Volkanizma

Volkanizma şiddetli patlamalar şeklinde meydana gelir. Patlamaların sebebi, asit karakterde olan kıvamlı lavın hızla katılaşıp bacayı tıkamasıdır. Lav tıkaçının altında biriken gazların serbest kalması onun parçalanması ve dolayısıyla patlamalarla mümkün olur. Patlamalar, volkan konisinin üst kısmının kısmen parçalanıp havaya fırlatılmasına da sebep olabilir. Patlamaları, kül bakımından zengin ve dolayısıyla koyu renkli bulutların çıkışı izler. Vulkano tipi volkanizma, kül gibi küçük piroklastik maddelerden müteşekkil volkan konilerinin meydana gelmesine sebep olur. Bu tipe adını veren Vulkano İtalya'nın Lipari Takımadalarındandır.

11.3.4. Pele Tipi Volkanizma

Bu tip volkanizma şiddetli patlamalar ve çok kızgın bulutlar teşkil eden piroklastik madde gaz (özellikle subuharı) çıkışları ile kendini gösterir. Püskürmelerde iri piroklastik maddeler az buna karşılık volkan külleri fazladır. Volkanizma faaliyetinin sonuna doğru gaz basıncı azalır ve bacada yer alan lav katılaşıp bir dom veya kule şeklinde yükselir. Bu tipte volkan konisi riolit, dasit ve trakit türünden çok kıvamlı, asit karakterli lavların oluşturduğu volkanik doruklar ve sivri çıkıntılar şeklinde kuleler içerir. Bu tipe adını veren Pelee Volkanı Karayip Denizi'nin doğusunu çeviren Küçük Antil Adaları'ndan Martinique Adası'nın kuzeyindedir.

11.4. Volkan Topografyasının Morfolojik Özelliklerini Şekillendiren Temel Faktörler

Volkanik maddelerin özelliklerine bağlı olarak volkanik faaliyetin efüzif, eksploziv veya karışık tipte meydana gelmesine sebep olur.

Volkanik maddelerin yüzeye çıktıkları yerin şekli, volkan topografyasının çeşitli özellikleri, bilhassa mekânda dağılış tarzını belirler. Nitekim çıkış şekline tabi olarak

volkanik maddeler münferit dağlar veya tepeler, koni sıraları ve fissür volkanları veya geniş sahaları kaplayan lav platoları hâlinde yeryüzünde birikir ve onu şekillendirir.

İndifai faaliyetin süresi ve tekerrürü, yeryüzüne çıkarak orada biriken maddelerin hacmini belirler. Bu sebeptendir ki ancak polijenik volkanlar önemli topografya şekilleri meydana getirmek üzere büyük boyutlara erişebilirler.

Dış etken ve süreçlerin etkisi ile volkanik olayların meydana getirdikleri asli şekilleri zamanla değiştirir.

Uygulamalar

1. Havai'yi anlatan bir belgesel izleyiniz.
2. İzlanda'ya ait bir jeomorfoloji haritası edininiz.
3. Volkanik kayaçlar hakkında bilgi edininiz.

Uygulama Soruları

1. Havai tektonik bakımından nasıl bir kuşakta kalmaktadır?
2. İzlanda haritasında hangi şekiller dikkatiniz çekiyor?
3. Piroklastik maddeler hangi şekillerin oluşumuna etki yapar?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Volkanik topografya adı altında toplanan şekiller, iç kuvvetlerle dış etken ve süreçler arasındaki mücadelenin yaşandığı örnek sahaları teşkil eder. Zamanın uzunluğu, volkanik yapının kütlesi, volkanik faaliyetlerin devamlılığı, volkanik yapının derinliği, söz konusu sahada aşınımın temposu ve nihayet volkan yapısını teşkil eden kayaların litolojik özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak bu topografyada bazen iç kuvvetlerin bazen de dış etken ve süreçlerin daha ağır bastığı görülür. Dış etken ve süreçlerin volkanik yapıyı geniş ölçüde tahrip ettikleri sahalarda bu yapının ancak kalıntıları veya temelleri meydanda kalır. Dolayısıyla manzaraya aşınım hâkimdir. Buna mukabil çok genç ve aynı zamanda çok hacimli volkanik yapılar üzerinde dış etken ve süreçlerin tesiri nispeten sınırlı ölçüde kaldığından bu gibi hâllerde topografya, esas itibari ile konstrüktif (yapısal) şekillere tekabül eder. Tabiatla bu iki uç durum arasında pek çok geçiş şekilleri görülür.

Volkanizma sırasında yeryüzüne ulaşan maddeler katı, sıvı veya gaz hâlinde bulunur. Bunlardan katı maddeler patlamalar sırasında havaya fırlatılan çeşitli boyuttaki maddelerdir. Volkanlardan atılan katı maddelerin tümüne piroklastik maddeler veya tefra adı verilmektedir. Bunlar boyutlarına göre ince kül ve toz, iri kül, lapilli, volkan bombası gibi değişik isimler alır.

Volkanizma sırasında yeryüzüne çıkan sıvı maddelere lav denir. Bunlar yeryüzüne çıktıktan sonra yereyin eğimini takip ederek akar ve çukur yerleri doldurur. Lavların akıcılığı sıcaklıklarına ve kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Asit lavlar daha soğuk ve kıvamlıdır (genellikle 600-700 dereceler arasında). Bazik bileşimli lavlar ise daha sıcak ve akıcıdır (1000 derece civarında).

Volkanlardan atılan gazlara gelince bunların en büyük kısmını su buharı meydana getirir. Bu gazın bulunuş oranı %70'e yakındır. Diğer gazlar ise karbon dioksit, hidrojen sülfür, karbon monoksit, kor, amonyum klorür ve kükürt dioksit gibi gazlardır.

Volkanizma sırasında çıkan gazların cinsi ve bulunuş oranları sıcaklığa bağlı olarak değişir. Magma sıcaklığı gaz çıkışı ilişkisine göre Fumarol, Solfatar ve Mofette olmak üzere 3 evre ayrılmalardır.

Magmatik kayalar mantodan türeyen ve yerkabuğundan yukarıya doğru çıkan magmanın basınç ve sıcaklığın giderek azalması sonucu katılaşması ile oluşurlar. Bu nedenle katılaşım kayaları olarak da bilinir. Yer kabuğunun yaklaşık olarak %65'ini oluşturur. Kökenlerini magma teşkil ettiğinden bunlara magmatik kayaç veya kısaca magmatit ismi de verilir.

Volkanizmanın niteliği, diğer bir deyişle, volkanik faaliyet türü, yeryüzüne çıkan maddelerin nitelik ve miktarı üzerinde etkili olur. Bu ise değişik volkan tiplerinin oluşmasına imkân sağlar. Volkanizma, bazen sakin ve patlamasız bir şekilde cereyan eder (effüzif volkanizma). Bu sırada sadece lav çıkışı görülür. Bazen de volkanizma, şiddetli patlamalar şeklinde vuku bulur (eksplozif volkanizma) ve bu sırada muazzam miktarda piroklastik

madde havaya fırlatılır. Birinci tip volkanizma tamamen lavlardan müteşekkıl volkanları, ikinci tip volkanizma ise piroklastik volkanları oluşturur.

Volkanizma tipleri bakımından temel bir sınıflandırma olarak dört grupta toplanabilir. Bunlar:

- Havai Tipi Volkanizma
- Stromboli Tipi Volkanizma
- Vulkano Tipi Volkanizma
- Pele Tipi Volkanizma

Bölüm Soruları

1) Volkanizma, yerin iç kısmında yer alan magmanın yerkabuğu içine doğru sokulması veya yeryüzüne doğru yükselmesi sürecidir. Yükselme bazen herhangi bir derinlikte son bulur. Bu durum aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) Volkanizma
- b) Plütonizma
- c) Effüzif volkanizma
- d) Eksplosif volkanizma
- e) Strato volkanizma

2) Volkanizma tipleri bakımından temel bir sınıflandırma olarak dört grupta toplanabilir. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan biri değildir?

- a) Havai Tipi Volkanizma
- b) Stromboli Tipi Volkanizma
- c) Vulkano Tipi Volkanizma
- d) Maar Tipi Volkanizma
- e) Pele Tipi Volkanizma

3) Volkanizmanın niteliği, diğer bir deyişle, volkanik faaliyet türü, yeryüzüne çıkan maddelerin nitelik ve miktarı üzerinde etkili olur. Bu ise değişik volkan tiplerinin oluşmasına imkân sağlar. Volkanizma, bazen sakin ve patlamasız bir şekilde cereyan eder. Bu durumu ifade eden kavram hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

- a) Effüzif volkanizma
- b) Eksplosif volkanizma
- c) Tabakalı volkanizma
- d) Plütonizma
- e) Lapilli

4) Aşağıdaki hangi volkanik şeklin oluşumunda iklimin de etkisi mevcuttur?

- a) Nek
- b) Barrancos

c) Batolit

d) Lakolit

e) Filon

5) Volkanizma sırasında yeryüzüne ulaşan maddeler katı, sıvı veya gaz hâlinde bulunur. Aşağıdakilerden hangisi katı maddelerden değildir?

a) Volkan Külü

b) Lapilli

c) Volkan Bombası

d) Volkan Bloğu

e) Lav

6) Sıvı hâlde fırlatılmış ve havada katılaşmış lav parçaları hangi kavram ile ifade edilir?

7) Bazik bileşimli lavların sıcaklık derecesi yaklaşık ne kadardır?

8) Fumarol safhasının özellikleri nelerdir?

9) Yer kabuğunun yaklaşık olarak % kaçlık kısmı volkanik kayalardan oluşmuştur?

10) Effüzif volkanizma tipinin genel karakteri nedir?

Cevaplar

1) b, 2) d, 3) a, 4) b, 5) e, (6-10 arasındaki soruların cevapları için metne bakınız, araştırma yapınız.)

12. VOLKANİK YERŞEKİLLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Volkan topografyasını oluşturan yerşekilleri volkanik inşa ve/veya tahrip faaliyetlerine bağlı olarak meydana gelir. Diatrema, kaldera, somma gibi yerşekilleri tamamıyla volkanik tahrip faaliyeti sonucu oluşmuştur. Volkanik yerşekillerinin yer aldığı sahalarda, ayrıca, akarsu, buzul, rüzgâr gibi dış etmenlere bağlı olarak meydana gelmiş yerşekilleri de bulunur. Bu derste belirtilen volkanik yerşekilleri açıklanacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Ağrı Dağı oluşum bakımından nasıl bir dağdır?
2. Manisa Kula volkanlarının yaşı nedir?
3. Evliya Çelebi Erciyes Dağı için neler yazmıştır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Volkanik yerşekilleri	Piroklastik, lav ve stratovulkanları (tabakalı volkanlar), krater, kaldera ve sommaları, maar ve dietremaları, volkanik domlar ve kuleleri, lav akıntıları ve lav örtülerini öğrenir.	Piroklastik, lav ve stratovulkanları (tabakalı volkanlar), krater, kaldera ve sommaları, maar ve dietremaları, volkanik domlar ve kuleleri, lav akıntıları ve lav örtülerini açıklanır. Örnekler üzerinden fotoğraflarla, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile detaylar verilir.

Anahtar Kavramlar

- Piroklastik
- Lav
- Stratovolkan
- Tabakalı volkan
- Krater
- Kaldera
- Somma
- Maar
- Dietrema
- Volkanik Dom
- Kule
- Lav Akıntısı
- Lav Örtüsü

Giriş

Volkanik rölyefin manzarası bu şekillerin mekânda merkezî indifalara bağlı tek ve fissür hatları boyunca grup hâlinde veya yüzeysel bir yayılış düzeni göstermelerine bağlı olarak da değişir. Volkanik faaliyet, topografya bakımından yalnız yapıcı değildir. Bilakis bazı hâllerde volkanik faaliyet, hiç değilse zaman zaman, tahrip şekillerinin meydana gelmesine de sebep olur. Volkan topografyasında dış etmen ve süreçlerin eseri olan tahrip şekilleri yanında bizzat volkanik faaliyetle bilhassa infilaklarla ilgili olarak meydana gelmiş tahrip şekillerine de rastlanabilir.

Dış etmen ve süreçlerin tesiri bir an için bir yana bırakılırsa volkanik topografyanın manzarası, volkanizma ile ilgili inşa ve tahrip şekilleri arasındaki münasebete bağlıdır. Bazı sahalarda volkanik tahrip şekilleri hâkimdir. Volkanik faaliyet neticesinde yeryüzüne çıkan maddelerin hacmi, infilaklar neticesinde ortadan kaldırılan maddelerin hacminden daha azdır. Bu şartlar altında arazide bir kabartı hâlinde göze çarpan bir topografya şeklinin meydana gelemeyeceği açıktır. Buna mukabil genel olarak volkanik faaliyet neticesinde yığılan maddeler, volkanik tahrip süreçleri neticesinde ortadan kaldırılan maddelere nazaran çok daha fazladır. Bu şartlar altında yığılan maddeler, belirgin volkan yapılarının meydana gelmesine imkân verir. Bazı sahalarda ise volkanik inşa ve tahrip şekilleri yekdiğerini tamamı ile ortadan kaldırmaya muvaffak olamamıştır. Bu gibi sahalarda hem inşa hem de tahrip şekilleri aynı zamanda görülür.

12.1. Volkanlar

Piroklastik volkanlar volkanik inşaa faaliyetinin volkanik tahrip faaliyetinden daha fazla olduğu karışık merkezî veya hattı (çizgisel) indifalar neticesinde teşekkül etmiş konilerdir. Volkan külü, volkan kumu, lapilli, cüruf, volkan bombası gibi çeşitli boyuttaki piroklastik maddelerden müteşekkildir (Fotoğraf 12.1). Volkanizma sırasında yeryüzüne püskürtülen bu katı maddelerin volkan bacasının ağız kısmının çevresinde üst üste birikmesi veya yığılması sonucu oluşmuştur. Çevrelerine nazaran yükseklikleri nadiren birkaç yüz metreyi geçer. Volkanik faaliyet çok uzun bir zaman devam etmediği için bunlar genellikle büyük ölçülere erişmemiştir. Koni şeklindedir. Bu nedenle piroklastik volkan konisi veya tefra konisi olarak da adlandırılan bu volkanların bir kısmının yapısında lavlar da yer alabilir. Ancak lavların bulunuş oranı azdır.



Fotoğraf 12.1: Piroklastik Malzeme Çıkışı

Piroklastik volkan konilerinin üst kısmında unsurların yeryüzüne atıldığı huni şeklinde bir ağız, krater yer alır. Koninin yamaçları oldukça eğimlidir. Eğim değerleri, genellikle 25-45 dereceler arasında değişir. Volkan külü gibi küçük unsurlardan oluşmuş konilerde yamaç eğimleri daha az (25-30 dereceler arası), buna karşılık iri unsurlu konilerde daha fazladır (40-45 dereceler arası). Piroklastik volkanlar, istisnaların dışında, stratovolkanlar kadar yüksek yerşekilleri (dağlar) oluşturmaz.

Piroklastik koniler ve onlardan çok daha basık olan kül konileri tek olarak müşahade edilebildikleri gibi büyük bir volkan yapısının üzerinde de bulunabilir. Ülkemizde Manisa

Kula çevresinde gruplar hâlinde bulunan ve sayıları 68'e varan Kula yöresi volkan konileri ile Ceyhan'ın doğusundaki ve Hassa (Antakya) dolaylarındaki koniler örnek gösterilebilir.

Lav volkanları, adlarından da anlaşılacağı üzere, esas olarak, volkanizma sırasında yeryüzüne çıkan lavların üst üste yığılmaları sonucu oluşmuştur (Fotoğraf 12.2). Yeryüzündeki bazı volkanların yapısı hemen yalnızca çok akıcı bazaltlardan veya olivinli bazaltlardan oluşur. Bu yapı özelliğindeki volkanlara bu sebepten dolayı genel bir terimle lav volkanları denir. Çeşitli püskürmeler sırasında yeryüzüne çıkan ve lav örtüleri şeklinde geniş sahalara yayılan bu lavlar genellikle bazalt ve olivinli bazalt bileşiminde olan çok akıcı lavlardır. Onların bu bazik karakteri volkan tabanlarının geniş alanlı olmalarına yol açmış ve dolayısıyla volkanlar basık bir kubbe veya kalkan şeklini almıştır.



Fotoğraf 12.2: Lav Volkanı

Lav volkanlarının alt tiplerinden birini monojenik lav volkanları teşkil eder fakat bunlara müstakil olarak nadiren rastlanır çünkü monojenik lav volkanları esas itibariyle daha büyük bir volkan yapısının üzerinde yer alan parazit koniler hâlinde bulunur. Bunlar, lavların çıkış yeri etrafında küçük bir kül konisi ile geniş sahalara yayılmış bazaltik lav akıntılarından oluşur.

Lav volkanlarının çok daha yaygın tipini polijenik lav volkanları meydana getirir. Bunlar çeşitli indifalar sırasında yüzeye yayılan çok akıcı ve hızları bazen saatte 20-30 kilometreyi geçen lav akıntılarının geniş örtüler hâlinde üst üste yığılmaları ile teşekkül etmiştir. Bu suretle basık, çok az meyilli ve profili hafifçe konveks bir volkan rölyef meydana

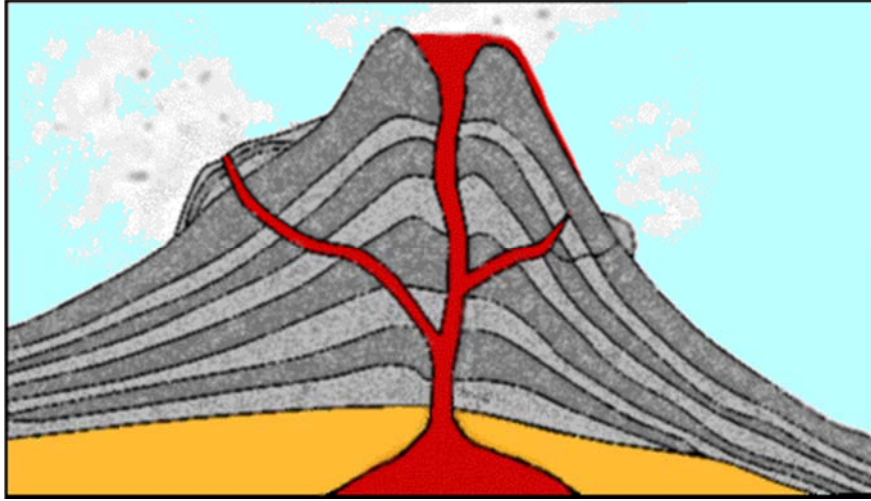
gelir. Volkanın genel manzarası muazzam bir kalkana benzediği için bu tip polijenik lav volkanlarına kalkan şekilli volkanlar denir.

Profil daha da basık olduğu takdirde tabla şekilli volkanlar veya tabla kalkan şekilli volkanlar gibi terimler de kullanılır. Kalkan şekilli volkanların eğimleri genel olarak azdır. Eğim, yamacın etek kısımlarında 3-6° kadardır fakat zirveye doğru biraz artarak 7-8°'yi bulur. Zirve kısmında düz tabanlı ve dik, hatta asılı yamaçlarla çevrili bir veya birkaç krater bulunur. Bu kraterler periferik kırıklar boyunca çöker ve geriler. Krater tabanında bazen bir lav gölü de bulunabilir. Altı boşalan yamaçların çökmesiyle meydana gelmiş ve genişlemiş olan bu kraterler, kalkan volkanların belli başlı özelliklerinden birini teşkil eder.

Lav volkanlarının taban çaplarının yüksekliğinin 20 katı civarına çıktığı da olur. Bu nedenle lav volkanlarına lav kalkanları adı da verilmektedir. Gerçekten lav volkanlarında yamaç eğimleri, genel olarak, alt kısımlarında 3-4 derece, üst kısımlarında ise 7-8 derece dolayında bulunmaktadır. Lav volkanlarının doruğunda bir krater bulunur. Bu krater, içinde lav gölü bulunan dik yamaçlı bir çukurluk şeklindedir. Çukurluğun yamaçları, zaman zaman, lav gölünün etkisiyle alttan oyulur ve çöker. Böylece oluşan ve sadece lav volkanlarında görülen çökme kraterlerine Pit Krateri adı verilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Karacadağ ve Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Bingöl Dağı lav volkanlarına örnek gösterilebilir.

Lav volkanlarının bir başka tipini de fissür lav volkanları teşkil eder. Bunlar çok geniş sahalara yayılmış ve bazen büyük bir kalınlığa erişmiş bulunan lav akıntılarında meydana gelmiştir. Jeoloji devirleri boyunca karalar yüzeyinin 2,5 milyon km karelik bir kısmı bu çeşit volkanların çıkardıkları lavlarla örtülmüştür. Bunlar, kaide olarak daima bazaltiktir ve effüzif indifalarla fissürlerden yarıklardan satha çıkarak üst üste yığılmışlar, bu suretle de lav örtüleri veya lav platoları meydana getirmişlerdir. Bu sebeple bu gibi lav akıntılarında örtü bazaltları, plato bazaltları, trap gibi isimler de verilir.

Stratovolkanlar (Tabakalı volkanlar), yapılarında hem lav hem de piroklastik maddeler bulunan volkanlardır. Bu volkanlarda lav ve piroklastik maddeler ardalanmalı olarak bulunur ve dolayısıyla da tabakalı bir yapı meydana getirir (Şekil 12.1). Bu tabakalı yapı, yer yer yarık veya çatlak sistemleri boyunca sokulan magmanın oluşturduğu daykalarla (filonlarla) kesilmiş bulunur.



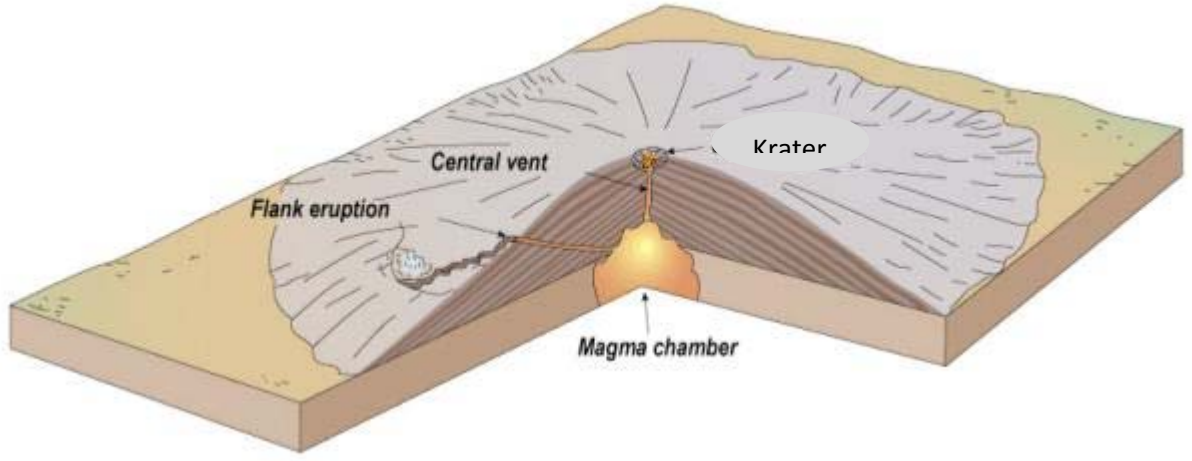
Şekil 12.1: Tabakalı Volkan

Yeryüzünün hemen hemen bütün yüksek volkanik dağları (volkan konileri) stratovolkan özelliği gösterir. Bunlar, basit şekliyle, yamaçları içbükey ve doruklarında birer krateri bulunan koni şeklinde volkanlardır. Bu bakımdan piroklastik volkan konilerine benzer. Yamaç eğimleri doruk kısmına doğru artar. Bazılarının krateri, sonraki patlamalar ve çökmeler sonucu parçalanmış, genişlemiş ve kaldera şeklini almıştır. Bazı krater veya kalderaların içinde Nemrut kalderası içindeki Nemrut Gölü gibi göl bulunur fakat malum olduğu üzere lavlar yalnız volkan kraterinden değil, yamaç ve eteklerdeki yarıklardan da çıkar ve buralarda parazit koni adı verilen tepeleri teşkil eder. Stratovolkanların yamaçlarında ve kalderalarının içinde çok sayıda parazit koni yer alabilir. Stratovolkanlara örnek olarak yurdumuzdaki Büyük Ağrı, Süphan, Erciyes, Tendürek ve Melendiz volkanları gösterilebilir.

Bu şekildeki lavların zamanla katılaşması neticesinde ise volkan yapısını kesen dayklar teşekkül eder. Bunlar merkezde bacayı dolduran magmadan volkanik yapının muhiti kısmına doğru radial bir şekilde uzanır ve böylece adeta volkan yapısının mukavim iskeletini teşkil eder. Stratovolkan tipindeki bir volkan yapısının kesin, lavlardan veya aglomeralardan müteşekkil bir baca dolgusu ile bunun etrafındaki çevreye doğru meyilli piroklastik maddelerden, lav akıntılarından müteşekkil tabakalardan ve nihayet bu tabakaları kesen dayklardan müteşekkil bir manzara arz eder.

12.2. Krater, Kaldera ve Sommalar

Kraterler magma malzemesinin yerkabuğunu kat ederek yeryüzüne çıktığı volkan bacasının yeryüzüne açıldığı ağız kısmını meydana getirir (Şekil 12.2, Fotoğraf 12.3).



Şekil 12.2: Krater



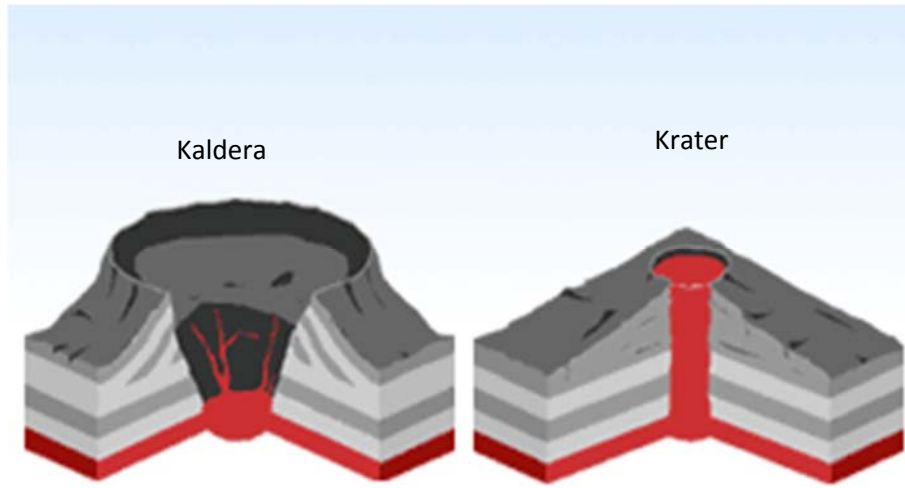
Fotoğraf 12.3: Santa Ana Volkan Krateri

Kraterler volkan konilerinin ve kubbe veya kalkan şeklindeki lav volkanlarının tepe kısımlarında yer alır. Esas olarak huni şeklindedir. Çapları en çok 1,5 km civarındadır. Derinlikleri ise birkaç yüz metreyi bulur. Bazı sönmüş volkan kraterlerinin içinde göl bulunur. Bunlara krater gölü adı verilmektedir. Bir kısım aktif lav volkanlarının kraterlerinde ise daha önce de belirtildiği gibi lav gölleri yer alır (Fotoğraf 12.4).



Fotoğraf 12.4: İrazu Volkanı ve Krater Gölü

Bazı volkanların kraterleri, bu arada onların çevrelerini meydana getiren volkan konilerinin tepe kısımları, patlamalar ve/veya çökmelerle tahrip olmuş ve çok geniş, dik kenarlı, yatay kesitleri genellikle daire veya elips şeklinde olan derin depresyonlara dönüşmüştür. Bu tip depresyonlara kaldera denir (Şekil 12.3).



Şekil 12.3: Krater ve Kaldera

İspanyolcada kazan, tencere manasına gelen Kaldera (caldeira), Asor ve Kanarya adalarında yerli halk tarafından doğal depresyonlar için kullanılan bir kelimedir. Bu kavram Kanarya Adaları'ndaki La Caldera depresyonundan alınmıştır. Bu depresyonun çapı 5-6 kilometreyi bulur. Etrafı 500-700 m irtifadaki dikliklerle çevrilmiştir. Doğu Anadolu'da Nemrut Volkanı üzerindeki kalderanın genişliği ise 8 km kadardır. Bu kalderanın tabanı 2400 metre civarındadır ve batı yarısı yarımaya şeklinde büyük ve derin bir göl tarafından işgal edilmiştir. Doğu kısmında muhtelif indifa safhalarına ait daha yeni lav akıntıları ve küçük koniler müşahede edilir.

Kalderaların çapları kraterlere oranla çok fazladır. Kraterlerin çapları veya uzun eksenleri en çok 1,5 km civarında olduğu hâlde kalderaların çapları 40-45 km'yi bulabilir. Bazılarının içinde parazit koniler yer alır. Bir kısım kalderaların tabanında göl bulunur. Okyanus veya denizlerde yer alan bazı volkanik adaların deniz seviyesinde bulunan kalderalar ise deniz tarafından kaplanmıştır.

Kalderalar, bazı hâllerde suların toplanmasına müsait şartlar arz eder ve bunun neticesinde bir gül tarafından işgal edilir (Fotoğraf 12.5, 12.6). Buna mukabil deniz seviyesinde meydana gelen kalderalar deniz tarafından işgal edilebilir. Ege Denizi'nde Santorin Adaları, böyle bir kaklerinin deniz tarafından işgal edilmesi neticesinde teşekkül etmiş ve daha sonra kaldera tabanında yeni konilerin meydana gelmesiyle  ekil de i ikli ine u ramı  volkanik kıyılara çok güzel bir örnektir.



Fotoğraf 12.5: Deriba Kalderası

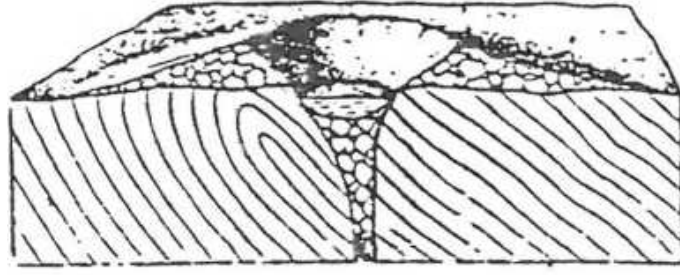


Fotoğraf 12.6:Nemrut Kalderası

Volkan yapıları üzerinde rastlanan tahrip şekillerinden bir diğeri de sommalardır. İçinde ikinci nesil volkan konisi bulunan eski kalderaların tepe veya dağ görünümündeki parçalanmış kenar kalıntılarına somma denir. Somma adı bu özelliği gösteren Vezüv Volkanı'ndaki Monte Somma adını taşıyan dağdan alınmıştır. Somma ile ikinci nesil volkan konisi arasında kalan eski kaldera tabanına ise atria denilmektedir.

12.3. Maar ve Dietremalar

Maarlar volkanizma sırasındaki şiddetli gaz basıncına bağlı olarak yeryüzünde meydana gelmiş patlama kraterleridir. Bu çeşit gaz infilakları neticesinde genellikle kuyu manzarasında bir çukurluk teşekkül eder. İnfilak sırasında parçalanan yerli kayaya ait köşeli unsurlar ve piroklastik maddeler bu kuyuların etrafında ekseriya alçak bir halka teşkil etmek üzere yığılmış olarak bulunur. Bunları meydana getiren maddeler arasında bazen lav parçacıklarına da rastlanır. Çevrelerinde piroklastik maddelerin bulunduğu bu çukur tahrip şekilleri de maar, ries, infilak kuyusu gibi terimlerle ifade edilir (Şekil 12.4).



Şekil 12.4: Bir Volkanik Patlama Kuyusunun (Maar) Şematik Kesiti

Tek volkanik patlamanın eseri olan bu çukurlar genellikle daire veya elips şeklindedir. Çapları birkaç yüz metre ile 2-2,5 km arasında değişir. Genişlikleri derinliklerinden fazladır. Çevreleri, patlama sırasında yerli kayanın parçalanması sonucu oluşmuş köşeli kaya parçaları ve kısmen de piroklastik maddelerin yığılmasıyla meydana gelmiş birer tümsekle çevrili bulunur. Bu tümseklerin iç yamaçları dış yamaçlarından daha diktir. Görünümleri volkan konilerini andıran fakat hiçbir zaman onlar kadar yüksek rölyef oluşturmayan maarların bir kısmında göl bulunur.

Maar terimi, Almanya'da Rhein şistli kütlelerinin bir kısmı olan Eifel Platosu üzerinde volkanik infilaklarla teşekkül etmiş çukurluklara ve bunların içinde yerleşmiş göllere verilen isimden alınmıştır. Almanya'da Suab bölgesinde 125 kadar Maar tespit edilmiştir. Bunlar burada Ries adı altında tanınır. Güney Afrika'nın elmas ihtiva eden ve Kimberlit adı verilen kuyuları da aynı şekilde meydana gelmiş volkanik tahrip şekilleridir. İnfilak kuyularına veya Maarlara Türkiye'de de rastlanır. Bunlardan bazıları volkanik bir zemin üzerinde meydana gelmiş olmakla beraber temeli teşkil eden lavların çıkışına karşılık gelen volkanik safhadan çok daha sonraki bir devreye aittirler. Yurdumuzda bulunan bu infilak kuyularının en güzel iki örneğini İç Anadolu'da Ereğli ile Karapınar arasındaki sahada bazaltlardan müteşekkil Karadağ volkanik kütlelerinin eteklerinde yer alan Meke Maarı ve Acıgöl teşkil eder (Fotoğraf 12.7).



Fotoğraf 12.7: Meke Maarı

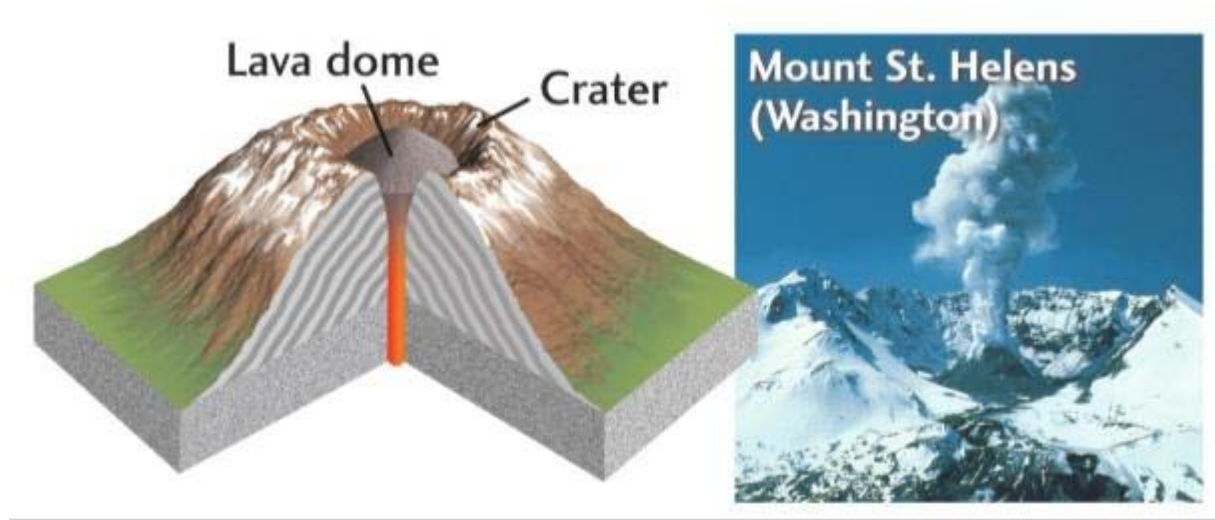
Maarlar gibi gaz basıncına bağlı patlamalar sonucu meydana gelmiş ancak onlar gibi çevrelerinde yerli kaya parçacıkları ile piroklastik maddelerden oluşmuş halka şeklinde tümsekler içermeyen infilak veya patlama çukurlarına diatrema adı verilir. Patlama çukuru, patlama kuyusu gibi isimlerle de anılır. Bunlar volkanizma ile ilgili olarak meydana gelmiş en basit ve en az mütebariz şekillerdir. Yeryüzünün bazı sahalarında volkanik faaliyet gaz infilakından veya patlamalarından ileriye gidememiştir. Diatremalar eksplozif volkanizmanın en basit şekli olan bu infilak çukurlarıdır (Fotoğraf 12.8).



Fotoğraf 12.8: Dietrema (Big Hole-Condotta Volkanı)

12.4. Volkanik Domlar ve Kuleler

Literatürde bazen kümülodom veya tholoid terimleri ile de ifade edilen lav kubbelerinin meydana gelişi de çabuk katılaştıran kıvamlı magma tiplerine bağlı bir rölyef şeklidir. Andezit, trakit, dasit gibi yapışkan özellikteki veya riyolit gibi asit lavlar akıcı olmadıklarından etrafa yayılamaz bilakis kubbemsi bir yığın hâlinde katlaşıp kalır (Şekil 12.5, Fotoğraf 12.9).



Şekil 12.5: Bir Domun Oluşumu ve Şematik Kesiti; Mount St. Helen



Fotoğraf 12.9: Valle Grande Domu

Volkanik domlar esas olarak riyoalit, dasit ve trakit gibi asit karakterdeki çok yapışkan ve yoğun lavların içinden çıktıkları bacanın ağız kısmında meydana getirdikleri kubbe şeklindeki tepelerdir. Bunlara kümülodom da denilmektedir. Volkanik domlar çoğunlukla bacanın ağzına yükselen lav kütlelerinin basınç nedeniyle iç kısmından şişmesiyle oluşmaktadır. Bunun yanı sıra peş peşe çıkan lavların içten ya da dıştan üst üste yığılmalarıyla veya katılmış baca tıkaçının alttan gelen basınçlarla yukarıya doğru itilmesi gibi yollarla da domlar meydana gelmektedir. Volkanik domların çapları birkaç metre ile birkaç kilometre arasında değişir. Yükseklikleri ise birkaç yüz metreyi bulabilir.

Bunlardan bazılarının üst kısmında yığılan magma bir mantar manzarası arz eder. Lav kubbesi bazen subvolkanik bir formasyon olarak teşekkül eder ve hatta tavan tabakalarını da

kubbeleştirmiş olabilir. Bu gibi subvolkanik domlar, ancak üzerindeki örtü aşındıktan sonra meydana çıkar. Gerek yüzeyde gerek subvolkanik derinliklerde oluşmuş lav kubbeleri veya kümülodomlar Türkiye ve dünyanın birçok bölgelerinde çok yaygın volkanik rölyef şekillerindendir. Volkan bacalarını tıkayan lav kütleleri de lav domlarına benzeyen şekiller gösterir fakat nek terimi ile de ifade edilen bu baca tıkaçları ancak volkanın aşınmalar neticesinde tahrip edilmesi hâlinde yüzeye çıkar ve ekseriya silindirik tek tepeler meydana getirir.

Volkanik domların yüzeyinde iç basınçlar, genişleme ve gerilmeler nedeniyle yarık veya çatlak sistemleri oluşur. Bazen bu yarıklardan lavların çıkarak sütun şeklinde yükseldikleri ve katılaştıkları görülür. Bunlara lav kulesi adı verilmektedir.

Volkanik domların eteklerinde gerek kabuk kısmının soğuma ve gerilmeler sonucu oluşan çatlak sistemlerine bağlı olarak parçalanmasıyla teşekkül etmiş ve gerekse zaman zaman meydana gelen patlamalar sonucu meydana gelmiş köşeli unsurlardan müteşekkil volkanik depolar ile bunların oluşturduğu breşler yer alabilir.

12.5. Lav Akıntıları ve Lav Örtüleri

Volkanlardan çıkan lavların yamaç eğimini takiben akması ve nihayet bir zaman sonra soğuyarak katılaşması hâlinde teşekkül eden şekillere lav akıntısı adı verilir. Lav akıntılarının özellikleri de magmanın tabiatına bağlıdır. Çok kıvamlı olan asit magma süratle katılaştığından riyolit, obsidiyen ve dasit gibi asit lavlar en dik volkan yamaçları üzerinde bile indifa ağzından pek uzaklaşmadan donar ve camsı veya taşlık bir manzara arz eden diller hâlinde katılışıp kalır. Bu sebeple geniş sabalar kaplayan riyolit ve dasit lav akıntılarının ve örtülerinin meydana gelmesine imkân yoktur. Nitekim eskiden riyolit ve dasit lav akıntıları ve örtüleri olarak mütalaa edilen formasyonların yeni araştırmaların gösterdiği üzere hakikatte ignimbrit tabakalarından müteşekkil oldukları anlaşılmaktadır.

Bazik lav akıntıları, asit lavlardan oluşan akıntılara oranla daha sıcak ve daha akıcı olduklarından topografya yüzeyinin eğimi de elverişli ise daha fazla yol kat eder ve dolayısıyla daha geniş sahalara yayılır. Hafif eğimli sahalarda bile uzun mesafeler kat ederek geniş sahaları maskeleyebilir. Bu bakımdan vadiler önemli rol oynar (Fotoğraf 12.10).



Fotoğraf 12.10: Bazik Lavların Akışı

Lav akıntıları hareketleri sırasında, zamanla, üst kısımlarından soğur, katılaşır ve adeta kabuk bağlar. Bu sırada iç kısımlar henüz sıcak ve akıcı hâldedir. Bu durumdaki lav akıntılarının bir kısmında soğumuş ve kabuk bağlamış yüzey kısımlar -tam katılaşmadan önce- altlarındaki henüz sıvı kısımların hareketi sırasında oluşan basınçlarla kırışma, burulma ve bükülme gibi hareketlere maruz kalarak halat veya kordon şeklini almıştır (Fotoğraf 12.11, 12.12, 12.13).



Fotoğraf 12.11: Halat Lavları



Fotoğraf 12.12: Halat Lavları



Fotoğraf 12.13: Halat Lavları

Bazı lav akıntılarının kabuk bağlamış yüzeyleri ise altlarındaki sıvı kısımların hareketi sırasında irili ufaklı ve köşeli levha veya bloklar hâlinde parçalanmış olarak bulunur. Bu tip lavlara da Aa lavı denilmektedir. Aa lavlarının bloklar hâlinde parçalanmaları kimyasal bileşimlerinin farklı olmasından ve daha hızlı katılaşmalarından ileri gelmektedir. Lav akıntılarının sertleşen dış kısımlarının içindeki lavların akıp gitmeleri ve onların boşalttığı yerlerin geriden gelen lavlarla doldurulamaması durumunda lav kanalları ve tünelleri meydana gelir (Fotoğraf 12.14).



Fotoğraf 12.14: Lav Kanalları

Lav örtüleri, esas olarak, fissür volkanizması sonucu meydana gelen ve çok geniş sahalar kaplayan bazik lavların oluşturduğu şekillerdir. Lav örtüleri lav akıntılarıyla mukayese edilemeyecek kadar geniş sahalar kaplar. Kalınlık müsait olduğu takdir indifai olmayan temel böyle bir örtünün altında tamamı ile maskelenir. Önceki topografya yüzeyi üzerinde örtü şeklinde yayılır ve zamanla akarsularla yarılıp parçalanarak lav platolarına dönüşür (Fotoğraf 12.15).



Fotoğraf 12.15: Lav Platolarının Oluşumu

Lav akıntılarının ve lav örtülerinin asli yüzeylerinin topografik özellikleri de magmanın tabiatı ile yakından alakalıdır. Bazalt gibi çok akıcı bazik lavlardan müteşekkil örtülerin yüzeyi ekseriya son derece düzdür, bunlar zemindeki topografik arızalar, vadileri ve tepeleri erişebildikleri seviyeye kadar doldurur ve örter. Bununla beraber lav akıntılarının ve örtülerinin yüzeyi teferruatta bazı özellikler arz eder. Bu bakımdan lav akıntısının yüzeyde ve derinlikteki katılma süratleri arasındaki ilişkilere ve lavın gaz kaybetme süratine bağlı olarak esas itibariyle iki yüzey tipi ayrılabilir. Pahoehoe tipi lavlar, ihtiva ettikleri gazları ve akıcılıklarını daha uzun zaman muhafaza eder. Bunun neticesinde lav akıntısının yüzeyi muntazam kıvrımlanmalar, sakız gibi uzamış çavlanlar, bükülmüş halata benzer şekiller arz eden bir tarzda katılır. Bu çeşit katılma şekline dermolitik katılma denir. Buna karşılık Aa tipi lav akıntılarının yüzeyi keskin kenarlı, çatlaklı ve blokludur. Bu tip katılmaya da klastolitik katılma denir ve bu hâl genellikle gazların süratle kaçarak lavın daha süratle kıvam kazanmasına ve daha çabuk soğumasına atfedilir. Klastolitik katılma neticesinde meydana gelen bu tipik ve çok arızalı yüzey şekli ülkemizin bazı bölgelerinde (Hatay-Hassa) leçe ve leçelik tabiri ile ifade edilir (Fotoğraf 12.16).



Fotoğraf 12.16: Leçelik Bölge

Bu genel özellikler dışında lav akıntılarının yüzeyinde diğer bazı küçük rölyef şekilleri görülür. Örneğin altta henüz hareket hâlinde bulunan lavların bazı yerlerde yukarıya doğru

yükselmeleri neticesinde lav akıntısının yüzeyinde bazı tepecikler meydana gelir ki bunlara hornitos adı verilir. Bunların üst kısımları parçalanmış ve buradan dışarıya bir miktar lav da yayılmış olabilir. Bazen de alttaki hareketli lavların üzerindeki soğumuş kabuk uzun bir sırt hâlinde kabarır, bu kabarma daha da arttığı takdirde meydana gelen sırtın üzeri uzun eksen boyunca çatlar. Lav akıntıları üzerindeki bu sırtlar daima akış istikametinde uzanır ve ekseriya lav akıntısının kenar kısımlarının yakınında bulunur. Bu sebepten akıntının yan kısımlarındaki basınçlarla ilgili olarak teşekkül ettikleri sanılmakta olduğundan bunlara basınç sırtları adı verilmektedir. Lav akıntılarının diğer küçük rölyef şekilleri arasında alttaki henüz soğumamış lavlardan çıkan gazların eksplozif etkisi altında meydana gelen lav bacaları, gene alttaki sıvı lavlardan fışkıran gazların ve alevlerin tesirleri ile teşekkül eden küçük cüruf konileri ve nihayet, katılmış yüzey altındaki lavların akıp gitmesi ile meydana gelen lav tünelleri ve lav mağaraları sayılabilir.

Uygulamalar

1. Volkanik bir sahada arazi çalışması gerçekleştiriniz.
2. Vezüv Volkanı hakkında araştırma yapınız.
3. Prof. Dr. Mehmet Ardos'un Volkan Coğrafyası adlı kitabını inceleyiniz.

Uygulama Soruları

1. Topografyada hangi şekiller mevcuttur?
2. Vezüv Volkan sahasında kordon lavları mevcut mudur?
3. Prof. Ardos magmanın asimilasyonunu nasıl izah etmektedir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Volkanik rölyefin manzarası bu şekillerin mekânda merkezî indifalara bağlı tek ve fissür hatları boyunca grup hâlinde veya yüzeysel bir yayılış düzeni göstermelerine bağlı olarak da değişir. Volkanik faaliyet, topografya bakımından yalnız yapıcı değildir. Bilakis bazı hâllerde volkanik faaliyet, hiç değilse zaman zaman, tahrip şekillerinin meydana gelmesine de sebep olur. Volkan topografyasında dış etmen ve süreçlerin eseri olan tahrip şekilleri yanında bizzat volkanik faaliyetle bilhassa infilaklarla ilgili olarak meydana gelmiş tahrip şekillerine de rastlanabilir.

Piroklastik volkanlar volkanik inşa faaliyetinin volkanik tahrip faaliyetinden daha fazla olduğu karışık merkezî veya hattı (çizgisel) indifalar neticesinde teşekkül etmiş konilerdir. Volkan külü, volkan kumu, lapilli, cüruf, volkan bombası gibi çeşitli boyuttaki piroklastik maddelerden müteşekkildir

Lav volkanları, adlarından da anlaşılacağı üzere, esas olarak, volkanizma sırasında yeryüzüne çıkan lavların üst üste yığılmaları sonucu oluşmuştur.

Stratovolkanlar (Tabakalı volkanlar), yapılarında hem lav hem de piroklastik maddeler bulunan volkanlardır.

Kraterler magma malzemesinin yer kabuğunu kat ederek yeryüzüne çıktığı volkan bacasının yeryüzüne açıldığı ağız kısmını meydana getirir.

Maarlar volkanizma sırasındaki şiddetli gaz basıncına bağlı olarak yeryüzünde meydana gelmiş patlama kraterleridir. Bu çeşit gaz infilakları neticesinde genellikle kuyu manzarasında bir çukurluk teşekkül eder.

Literatürde bazen kümülodom veya tholoid terimleri ile de ifade edilen lav kubbelerinin meydana gelişi de çabuk katılaştıran kıvamlı magma tiplerine bağlı bir rölyef şeklidir. Andezit, trakit, dasit gibi yapışkan özellikteki veya riolit gibi asit lavlar akıcı olmadıklarından etrafa yayılamaz bilakis kubbemsi bir yığın hâlinde katılaşıp kalır.

Volkanlardan çıkan lavların yamaç eğimini takiben akması ve nihayet bir zaman sonra soğuyarak katılaşması hâlinde teşekkül eden şekillere lav akıntısı adı verilir. Lav akıntılarının özellikleri de magmanın tabiatına bağlıdır. Çok kıvamlı olan asit magma süratle katılaştığından riolit, obsidiyen ve dasit gibi asit lavlar en dik volkan yamaçları üzerinde bile indifa ağzından pek uzaklaşmadan donar ve camsı veya taşlık bir manzara arz eden diller hâlinde katılaşıp kalır. Bu sebeple geniş sabalar kaplayan riolit ve dasit lav akıntılarının ve örtülerinin meydana gelmesine imkân yoktur. Nitekim eskiden riolit ve dasit lav akıntıları ve örtüleri olarak mütalaa edilen formasyonların yeni araştırmaların gösterdiği üzere hakikatte ignimbrit tabakalarından müteşekkil oldukları anlaşılmaktadır.

Bazı lav akıntılarının kabuk bağlamış yüzeyleri ise altlarındaki sıvı kısımların hareketi sırasında irili ufaklı ve köşeli levha veya bloklar hâlinde parçalanmış olarak bulunur. Bu tip lavlara da Aa lavı denilmektedir. Aa lavlarının bloklar hâlinde parçalanmaları kimyasal

bileşimlerinin farklı olmasından ve daha hızlı katılaşmalarından ileri gelmektedir. Lav akıntılarının sertleşen dış kısımlarının içindeki lavların akıp gitmeleri ve onların boşalttığı yerlerin geriden gelen lavlarla doldurulamaması durumunda lav kanalları ve tünelleri meydana gelir.

Lav örtüleri, esas olarak, fissür volkanizması sonucu meydana gelen ve çok geniş sahalar kaplayan bazik lavların oluşturduğu şekillerdir.

Aa tipi lav akıntılarının yüzeyi keskin kenarlı, çatlaklı ve blokludur. Bu tip katılaşmaya da klastolitik katılaşma denir ve bu hâl genellikle gazların süratle kaçarak lavın daha süratle kıvam kazanmasına ve daha çabuk soğumasına atfedilir. Klastolitik katılaşma neticesinde meydana gelen bu tipik ve çok arızalı yüzey şekli ülkemizin bazı bölgelerinde (Hatay-Hassa) leçe ve leçelik tabiri ile ifade edilir.

Bölüm Soruları

1) Ağrı, Nemrut, Erciyes gibi volkanlar hangi volkan grubu içerisinde değerlendirilebilirler?

- a) Strato Volkan
- b) Lav Volkanı
- c) Piroklastik Volkan
- d) Monojenik Volkan
- e) Lav Kalkanı

2) Aşağıdaki volkanik bir arazide görülen yer şekli bulunmaktadır. Söz konusu yer şekli hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



- a) Volkanik tepe
- b) Dom
- c) Nek
- d) Tabakalı volkan
- e) Aa lavı

3) Bazı volkanların kraterleri, bu arada onların çevrelerini meydana getiren volkan konilerinin tepe kısımları, patlamalar ve/veya çökmelerle tahrip olmuş ve çok geniş, dik kenarlı, yatay kesitleri genellikle daire veya elips şeklinde olan derin depresyonlara dönüşmüştür. Bu tip depresyonlar aşağıdakilerden hangisi ile isimlendirilir?

a) Maar

b) Dietrema

c) Kaldera

d) Krater gölü

e) Somma

4) Manisa Kula volkanları hangi malzemeden müteşekkildir?

a) Tefra

b) Bazalt

c) Granit

d) Siyenit

e) Diorit

5) Aşağıdakilerden hangisi volkanik patlama şekillerinden değildir?

a) Krater

b) Kaldera

c) Maar

d) Barrancos

e) Dietrema

6) Piroklastik volkan konilerinin üst kısmında unsurların yeryüzüne atıldığı huni şeklindeki ağız hangi terim ile ifade edilir?

7) Pit Krateri nedir?

8) Kalderalar, bazı hâllerde suların toplanmasına müsait şartlar arz eder ve bunun neticesinde bir göl tarafından işgal edilir. Buna yurdumuzdan hangi örneği verebiliriz?

9) İçinde ikinci nesil volkan konisi bulunan eski kalderaların tepe veya dağ görünümündeki parçalanmış kenar kalıntılarına ne denir?

10) Tholoid nedir?

Cevaplar

1) a, 2) b, 3) c, 4) a, 5) d, (6-10 arasındaki soruların cevabı için metni inceleyiniz.)

13. VOLKAN TOPOGRAFYASINDA VOLKANİK YAPILAR ÜZERİNDE AŞINIM ŞEKİLLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Volkan topografyasının manzarası bir taraftan volkanik faaliyetlerle ilgili olarak vuku bulan inşa ve tahrip vetirelerinin bir taraftan da dış etmen ve süreçlerin faaliyetine bağlı olarak meydana gelen aşınım süreçlerinin ortak eseridir. Daha inşa hâlinde olan volkan yapılan üzerinde bile dış etken ve süreçler tesirlerini icra edebilir fakat volkanik inşa faaliyeti büyük ölçüde devam ettiği müddetçe dış etken ve süreçlerin sebep oldukları tahribat ikinci planda kalır. Buna karşılık volkanik faaliyetin yavaşladığı veya durduğu andan itibaren dış etken ve süreçlerin tesiri ön plana geçer ve volkanik yapı, oldukça süratli bir şekilde düzenlenir. Bu değişiklikler, aradan kâfi zaman geçtiği takdirde volkan yapısının tamamı ile ortadan kaldırılarak onun yerine bir volkan harabesinin veya bir volkan iskeletinin ortaya çıkması ile sona erer. Bu derste aşınımına bağlı olarak oluşan volkanik yerşekilleri açıklanacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Volkan konilerinin dış yamaçları üzerinde hangi akarsu ağ tipinin gelişmesi beklenir?
2. Lahar sonucu ölümlerin nedeni nedir?
3. Rölyef terselmesi nedir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Volkan topografyasında volkanik yapılar üzerinde aşınım şekilleri	Barrancoslar ve planezler, aşınım kalderası, lahar ve çamur akıntıları, nek, dayk ve volkan iskeleti, platolar, kornişli vadiler ve mesalar, tersleşmiş rölyef özelliklerini öğrenir.	Barrancoslar ve planezler, aşınım kalderası, lahar ve çamur akıntıları, nek, dayk ve volkan iskeleti, platolar, kornişli vadiler ve mesalar, tersleşmiş rölyef özellikleri açıklanır.

Anahtar Kavramlar

- Barranco
- Planez
- Aşınım Kalderası
- Lahar
- Çamur Akıntısı
- Nek
- Dayk
- Volkan İskeleti
- Kornişli Vadi
- Mesa
- Tersleşmiş Rölyef

Giriş

Volkan topografyasının yer aldığı bir sahada aşındırma etmen ve süreçlerinin faaliyetlerine bağlı olarak çeşitli değişiklikler ve yerşekilleri meydana gelir. Böylece - zamanla- volkanik yapılar geniş çapta veya tamamen ortadan kaldırılır. Bu değişiklik ve yerşekilleri mevcut volkan topografyasını meydana getiren unsurlara bağlı olduğu gibi bu topografyada işleyen aşındırma etmen ve süreçlerine de bağlıdır. Dolayısıyla birbirinden farklı şekillerde cereyan eder. Örnek olarak lav akıntıları topografya yüzeyinin eğimini takiben çevreye doğru yayılabilir. Bunlardan bir vadiye yerleşen ve onun eğimi boyunca ilerleyen bir lav akıntısının arkasında lav seti gölü oluşabilir. Stratovolkanlar parçalanır ve krateri kalderaya dönüşür. Burada bir kaldera gölü yerleşebilir. Gölün içinde bir parazit koni meydana gelebilir.

Sönmüş volkan konilerinin üzerlerinde ışınsal (radyal) dizilişteki akarsular yerleşip koniyi parçalayabilir. Böylece burada barrancoslar ve planezler oluşur. Kalderalar boşaltılabilir. İçinde sentripetal akarsu ağı kurulabilir. Eskiden vadi tabanlarını ve diğer alçak sahaları doldurmuş olan lav akıntılarıyla lav örtüleri -aşınımına karşı dirençli olduklarından- çevrelerinin akarsularla aşındırılıp ortadan kaldırılmasıyla yüksek yerşekilleri hâline geçmiştir. Aşınım sürecinin devamı hâlinde volkanik yerşekillerinden, sadece küçük mesa ve neklere karşılık gelen birkaç küçük tepe ile duvar şeklindeki dayklar geriye kalabilir. İşte bu süreçler dâhilinde volkan topografyasında aşınmaya bağlı yerşekilleri oluşur.

13.1. Barrancos ve Planez

Stratovolkan tipinde bir volkan yapısının dış etmen ve süreçlerle tahribi, bunun üzerinde radyal manzaralı bir vadi şebekesinin kuruluşu ile başlar. Lav tabakasının ve piroklastik maddelerin genellikle çok geçirimli olmaları bu radyal dizilişli vadilerin gelişmesine az çok mâni olur. Bu nedenle birçok volkan, faaliyetlerini çoktan tatil etmiş olmalarına rağmen oldukça iyi bir şekilde muhafaza edilebilmişlerdir. Bununla beraber yavaş da olsa zamanla koni üzerindeki vadiler derinleşir ve genişler. Bu derin vadilere Açores Adaları'ndan alınan bir terimle barrancos denir. Barrancoslar volkan konilerinin üzerlerinde yer alan ve ışınsal (radyal) bir diziliş gösteren “V” profilli akarsu vadileridir.

Volkan konilerinin yamaç eğimlerine uygun olarak akan konsektant akarsuların açmış oldukları bu vadiler krater kısımlarından eleklerle doğru birbirlerinden uzaklaşacak şekilde bulunur. Koninin bu vadiler arasında kalan dış yamaçları, etek kısmına doğru genişleyen ve üçgene benzeyen yüzey parçalarına ayrılır. Böylece aralarında tepeleri krater tarafında tabanları da eteklerde olan üçgen şeklinde yamaç parçaları yer alır. Özellikle stratovolkanlar için karakteristik olan bu üçgen şekilli yamaç parçalarına planez adı verilmektedir. Planezlerin tepeleri volkan konisinin krater tarafında tabanları ise etek tarafında bulunur. Eğimleri etek kısımlarında az buna karşılık krater tarafında fazladır. Yüzey kısımları stratovolkanlarda genellikle lavlardan meydana gelir. Barrancosların çok sık bulunduğu bazı volkan konilerinde planezler, keskin doruklu, dar ve uzun sırtlar şeklinde bulunurlar (Fotoğraf 13.1).



Fotoğraf 13.1: Barancolar ve Arada Planez (Ancuya)

13.2. Aşınım Kalderası

Derine doğru aşınmanın ilerlemesine paralel olarak yapının tesirleri de kendini göstermeye başlar. Dayanıksız piroklastik maddelerden müteşekkil kısımlar süratle oyulur. Buna karşın lav tabakaları vadilerle yarılmış eğimli yapı platformları veya mesalar teşkil eder. Volkanın iskeletini meydana getiren ve çevreye doğru radyal veya konsantrik bir şekilde uzanan dayklar da -aynı şekilde daha dirençli olduklarından- zamanla belirir ve çevrelerine nazaran mütebariz kısımlar teşkil eder.

Volkan yapısının en yüksek kısmını meydana getiren krater çevresi, aşınma ile en süratle tahrip edilen kısımlardan biridir. Krater dikliği kaymaları, heyelanlar ve kütle hareketleri ile süratle yükselti kaybettiği ve aşındığı gibi yamaçlarda teşekkül eden vadilerden biri veya birkaçı, krateri yararak iç kısma sokulur. Bu vaziyette kraterin çevresi at nalı manzarasında bir sırta dönüşür. Bazı hâllerde bu sırt, iç kısımlara sokulmuş olan vadilerin aşındırma faaliyetleri neticesinde çevreye doğru geriler. Bunun neticesinde kratere tekabül eden çukurluk genişlemiş, çapı artmış olur (Fotoğraf 13.2).



Fotoğraf 13.2: Aşınım Kalderası (Caldera Blanca)

Volkanik faaliyetin durduğu bir volkan konisinin krateri, koninin yamaçlarında yer alan ve geriye doğru aşınımın kendisine doğru sokulan akarsular ve bunların kraterin iç yamaçlarından aldığı kolları tarafından aşındırılıp geriletilerek bir kaldera hâline getirilebilir. Manzarası da bir kalderaya benzer. Bu mekanizmayla oluşan kalderalara aşınım kalderası denilmektedir. Aşınım kalderalarının oluşumunda iç yamaçlardaki sel ve seyelan sularının aşındırma faaliyetleri ile çözülme ve kütle hareketlerinin (heyelan gibi) de etkileri görülür. Bu durum birçok eski volkanlarda müşahade edilir.

Aşınmanın, çözülme süreçlerinin ve kütle hareketlerinin devamı neticesinde eski krater dikliğine tekabül eden sırtlar süratle yuvarlaklaştırılır, alçaltılır ve nihayet tamamı ile ortadan kaldırılır. Bu safhanın erişildiği sırada bacayı dolduran tıkaç meydana çıkar ve dirençli olduğu için daha fazla aşınan çevresine nazaran gittikçe daha mütebariz bir şekil gösterir. Böylece volkanik yapının zirve kısmı evvela süratle basıklaştırıldığı hâlde bilahare mukavim tıkaçın meydana çıkması üzerine tekrar keskin şekilli ve mütebariz bir diklik hâlini alabilir. Aşınmanın çok ilerlemiş olduğu bu safhada artık asli topografya şekilleri tamamı ile ortadan kalkmış, bunun yerine direnç farkları ve farklı aşınım ile izah olunabilen bir topografya ortaya çıkar. Eskiden derinlerde olan dirençli kısımlar yüksek sahalara hâline geçmiş ve böylece geniş ölçüde bir rölyef terselmesi meydana gelmiştir.

13.3. Lahar ve Çamur Akıntıları

Stratovolkan konilerinin aşınmasında oldukça önemli rol oynayan etmen ve süreçlerin arasında laharları ve çamur akıntılarını da belirtmek gerekir. Bunlardan lahar Cava Adası'ndan alınan bir terimdir ve piroklastik maddelerden müteşekkil kütlelerin yamaçtan aşağıya yuvarlanması şeklinde tezahür eden tefra çığlarını ifade için kullanılır. Bunlar koptukları ve geçtikleri sahalarda değişiklikler yaparak koninin şekillenmesine yardım eder.

Ekseriya indifalardan sonra muhtemelen indifalar sırasında eklenen yeni malzemeyle kritik denge açısının aşılması neticesinde meydana gelen ve bu sebepten dolayı da kızgın tefradan müteşekkil olan bu çığlara, yüksek sühnetlerinden ötürü, sıcak lahar da denir. Buna karşılık volkanik çamur akıntılarının teşekkülü, volkan yapısının yamaçlarındaki tefranın kayganlaşmasına bağlıdır. Bu sebeple bunlar krater göllerinin indifa veya deprem sarsıntıları neticesinde tefra kütleleri üzerine boşalması, indifa sırasında birdenbire eriyen kar ve buzlardan meydana gelen büyük miktarda suyun veya anormal derecede kuvvetli ve sürekli yağışların tefradan müteşekkil malzemeyi mobil hâle getirmesi neticesinde teşekkül eder. Bu tarzda oluşan volkanik çamur akıntıları soğuk lahar adı altında ifade edilir (Şekil 13.3).



Şekil 13.3: Lahar Oluşumu

Sıcak veya soğuk laharlar ile yer değiştirmiş olan tefra depoları düzensiz tabakalaşma ile gelişme gösterir. İçlerinde çeşitli ebatta bloklar, sürüklenme esnasında çizilmiş enkazda bulunur. Deponun yüzeyi -tıpkı heyelan kütlelerinde olduğu gibi- kayma, akma ve yığılma neticesinde meydana gelen karakteristik bir dalgalı topografya arz eder. Her iki lahar çeşidi de çok tahripkârdır. Bunlar akarsu mecralarını tıkar, taşmalara yol açar, köyleri ve hatta kasabaları örterek, yıkarak veya sürükleyerek tahrip edebilir. Ekvator ve İzlanda'da olduğu gibi kar ve buzların birdenbire erimesi ile birlikte meydana gelen laharlar bilhassa tehlikelidir.

13.4. Neck, Dayk ve Volkan İskeleti

Aşınma, yeteri kadar uzun sürdüğü takdirde volkan konisi kaidesine hatta daha alçak seviyelere kadar tahrip edilebilir. Mamafih bu safhanın erişilmesi hâlinde dahi volkan topografyasına ait bazı izler arta kalır. Mesela akarsu şebekesi radyal kuruluş tipini muhafaza edebilir fakat bundan daha mühim bir tesiri, baca dolgusunun çok mukavim olması ve büyük derinliklere inmesidir. Bu sebepten dolayı bütün volkan konisi tahrip edildiği ve hatta aşınım, indifai olmayan temeli de alçalttığı hâlde, tıkaçlar mütebariz bir topografya şekli olarak ortada kalabilir. Özellikle stratovulkanlarda volkan konisinin aşındırılması sonucu piroklastik maddelerden müteşekkil kısımlara oranla çok daha dayanıklı olan lavlardan meydana gelen baca dolguları ile dayklar belirgin yerşekilleri olarak geriye kalır. Bunlardan topografya yüzeyinde farklı aşınma neticesinde çevresine nazaran yüksekte kalmış olan bir sütun gibi yükselen baca dolgularına veya baca tıkaçlarına nek adı verilir. Dayklar ise neklerin çevrelerinde ışınsal ve konsantrik duvarlar meydana getirir. Böylece merkezî bir nekle, radyal ve konsantrik dayaklardan müteşekkil bir manzara meydana gelir. Bir volkan yapısının son kalıntısına karşılık gelen bu manzaraya jeomorfolojide volkan iskeleti adı verilir (Fotoğraf 13.4, 13.5).



Fotoğraf 13.4: Nek (Torre de Roca)



Fotoğraf 13.5: Nek (Le Devils Tower National Monument, Wyoming)

13.5. Platolar, Kornişli Vadiler ve Mesalar

Çok uzaklara yayılan lav akıntılarının ve çok geniş lav örtülerinin teşekkülü büyük miktarda ve çok akıcı bazik lavların çıkmasına bağlıdır. Bunlardan arazinin eğimlerini ve bilhassa o sırada mevcut vadileri takiben ilerleyenler lav akıntılarını meydana getirir. Buna mukabil birçok lav akıntısının yan yana ve üst üste geniş sahalara yayılması hâlinde lav örtüleri teşekkül eder. Bunlar kalınlıklarına bağlı olarak oldukça arızalı zeminleri tamamıyla maskeleyebilir.

Lav akıntılarının ve örtülerinin asli yüzeyleri az çok düzdür. Bir örtünün teşekkülünü müteakip bunun üzerinde eğime konsekant akarsular meydana gelir. Zamanla bunların kenarında insekant tabiler teşekkül eder ve bunlar derine doğru gömülmeye başlar. Bu aşınmanın sürati ve bu sırada meydana gelen şekiller üzerinde lavların litolojik karakterleri mühim rol oynar. Bu hususiyetlerden biri, lavların umumiyetle çatlaklı ve geçirimli olmaları, diğeri ise aşınmaya karşı yüksek dirençleridir.

Bu sebepten dolayıdır ki örtü içinde açılan vadiler kanyon şeklini alır. Bu vadilerin iki tarafında muhtelif lav tabakalarına tekabül eden kornişler müşahade edilir. Bunun sebebi lavların geçirimli olması dolayısı ile yüzeysel yamaç işlenmesinin ehemmiyetsiz olması, lavların mukavim olması ve aynı zamanda dik cepheler teşkil ederek gerilemeye eğilimli olmalarıdır. Bununla beraber aşınım ilerledikçe vadiler genişler ve aynı zamanda derinleşir. Kaide seviyesine nazaran kâfi derecede yüksek olan sahalarda lav örtüsü, derin vadilerle

yarılmış bir plato manzarası alır. Bu plato üzerinde daha kolay aşınan kısımların süpürülmesi neticesinde meydana gelmiş yapı platformları müşahade edilir.

Daha ileri safhada plato yüzeyi vadilerle parçalanarak muhtelif kısımlara ayrılır. Bu parçalar, birer lav tabakası ile korunmuş mesalar meydana getirir. Yarılma, lav örtüsünün temeline kadar indiği takdirde lav kornişlerinin ve mesaların altında döküntüler meydana çıkar. Böyle bir sahanın tesviyesi üzerinde koruyucu lav örtüsünün mühim tesiri vardır. Tesviye, bu önünün ortadan kaldırıldığı yerlerde daha büyük bir süratle meydana gelir.

Görüldüğü üzere lav akıntıları ve lav örtülerinden meydana gelen geniş düzlüklerin akarsularla yarılıp parçalanmaları sonucu platolar meydana gelir. Bunlar lavlar üzerinde geliştiklerinden lav platolarını oluşturur. Lavlarla piroklastik maddelerin veya tüflerin üst üste ardalanmalı olarak bulundukları yatay yapılı volkanik platolarda kornişli vadiler gelişir. Gerçekten farklı dayanıklılıktaki lav ve türlerden müteşekkil tabakaları yaran vadilerin enine profillerinde sert lav veya ignimbritler korniş şeklinde dik çıkıntılar oluşturur. Bunların altlarındaki tüfler ise -dayanaksız olduklarından- kornişlere oranla daha eğimli şevleri meydana getirirler. Platonun vadilerle yarılma ve parçalanmanın fazla olduğu kesimlerinde aşınımından kurtulan kısımlar masa şeklindeki kornişli tepeler hâlinde geriye kalır. Üst kısımları bazalt gibi dayanıklı lavlardan veya ignimbritlerden oluşan bu kornişli tepelere mesa adı verilir. Bunların daha küçük olanlarına ise büt denir.

13.6. Tersleşmiş Rölyef

Lav akıntılarının ve lav örtülerinin yayıldığı sahalarda aşınımın ileri safhalarında çok görülen morfolojik manzaralarından birini de rölyef terselmesi teşkil eder. Bunun meydana gelişi, daha başlangıç safhasında akarsu şebekesinin kuruluşunu ve lav tabakasının kaimliğini tayin eden şartlar tarafından hazırlanır. Lav akıntıları genellikle vadileri doldurarak ilerler. Buna mukabil aradaki sırtlar, lav akıntısı tarafından örtülmez. Bu şartlar altında akarsular lav akıntılarının kenarlarında veya lav akıntılarının arasındaki nispeten alçak sahalarda teşekkül eder. Yarılma ilerlediği takdirde bu akarsular oldukları yerde gömülür ve iki tarafta eski vadileri dolduran dirençli lav akıntıları yüksekte kalır. Böylece lav akıntısının teşekkülünden evvel vadilere tekabül eden kısımlar zamanla yüksekte kalmış yani rölyef terselmesi meydana gelmiş olur.

Lav örtüleri üzerinde de buna benzer sonuçlara yol açan şartlar meydana gelir. Lav örtüleri üzerinde indifai faaliyetin sona ermesini takiben meydana gelen akarsular, derinlerde kalmış olan eski topografya yüzeyine lakayt, buna mukabil lavların üst üste yığılması neticesinde meydana gelen yeni eğim şartlarına konform olarak kurulur. Örtüyü meydana getiren lav akıntıları, tercihen zemindeki çukur sahaları doldurdıkları ve böylece bunların üzerinde hafifçe dışbükey bir yüzeyin meydana gelmesine sebep oldukları için böyle bir lav örtüsü üzerinde yeni kurulan akarsular, nispeten çukur sahaları takiben uzanır. Bu çukur sahalar ise münferit lav akıntıları arasındaki sınırlara tekabül eder. Bu gibi kısımlar ise genellikle eski su bölümü hatlarının üstüne isabet eder. Bu sahalar üzerinde yerleşen vadilerin derinleşmesi hâlinde zamanla bir rölyef terselmesi meydana gelir. Zemindeki

vadilere ve çukur sahalara tekabül eden kısımlar üzerinde lav kalınlığının daha fazla olması bu neticenin gerçekleşmesine ayrıca yardım eder.

Uygulamalar

1. Çamur akıntıları hakkında inceleme yapınız.
2. Afyon Karahisar Trakitleri hakkında inceleme yapınız.
3. Caldera Blanka hakkında inceleme yapınız.

Uygulama Soruları

1. Çamur akıntılarında insan ölümleri yaşanmış mıdır?
2. Afyon Karahisar Trakitleri volkan iskeleti olarak kabul edilebilir mi?
3. Caldera Blanca nerededir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Volkan topografyasının yer aldığı bir sahada aşındırma etmen ve süreçlerinin faaliyetlerine bağlı olarak çeşitli değişiklikler ve yerşekilleri meydana gelir. Böylece - zamanla- volkanik yapılar geniş çapta veya tamamen ortadan kaldırılır. Bu değişiklik ve yerşekilleri mevcut volkan topografyasını meydana getiren unsurlara bağlı olduğu gibi bu topografyada işleyen aşındırma etmen ve süreçlerine de bağlıdır. Dolayısıyla birbirinden farklı şekillerde cereyan eder. Örnek olarak lav akıntıları topografya yüzeyinin eğimini takiben çevreye doğru yayılabilir. Bunlardan bir vadiye yerleşen ve onun eğimi boyunca ilerleyen bir lav akıntısının arkasında lav seti gölü oluşabilir. Stratovulkanlar parçalanır ve krateri kalderaya dönüşür. Burada bir kaldera gölü yerleşebilir. Gölün içinde bir parazit koni meydana gelebilir.

Sönmüş volkan konilerinin üzerlerinde ışınsal (radyal) dizilişteki akarsular yerleşip koniyi parçalayabilir. Böylece burada barrancoslar ve planezler oluşur. Kalderalar boşaltılabilir. İçinde sentripetal akarsu ağı kurulabilir. Eskiden vadi tabanlarını ve diğer alçak sahaları doldurmuş olan lav akıntılarıyla lav örtüleri -aşınımına karşı dirençli olduklarından- çevrelerinin akarsularla aşındırılıp ortadan kaldırılmasıyla yüksek yerşekilleri hâline geçmiştir. Aşınım sürecinin devamı hâlinde volkanik yerşekillerinden, sadece küçük mesa ve neklere karşılık gelen birkaç küçük tepe ile duvar şeklindeki dayklar geriye kalabilir. İşte bu süreçler dâhilinde volkan topografyasında aşınmaya bağlı yerşekilleri oluşur.

Stratovulkan tipinde bir volkan yapısının dış etmen ve süreçlerle tahribi, bunun üzerinde radyal manzaralı bir vadi şebekesinin kuruluşu ile başlar. Lav tabakasının ve piroklastik maddelerin genellikle çok geçirimli olmaları bu radyal dizilişli vadilerin gelişmesine az çok mâni olur. Bu nedenle birçok volkan, faaliyetlerini çoktan tatil etmiş olmalarına rağmen oldukça iyi bir şekilde muhafaza edilebilmişlerdir. Bununla beraber yavaş da olsa zamanla koni üzerindeki vadiler derinleşir ve genişler. Bu derin vadilere Açores Adaları'ndan alınan bir terimle barrancos denir. Barrancoslar volkan konilerinin üzerlerinde yer alan ve ışınsal (radyal) bir diziliş gösteren “V” profilli akarsu vadileridir.

Derine doğru aşınmanın ilerlemesine paralel olarak yapının tesirleri de kendini göstermeye başlar. Dayanıksız piroklastik maddelerden müteşekkil kısımlar süratle oyulur. Buna karşın lav tabakaları vadilerle yarılmış eğimli yapı platformları veya mesalar teşkil eder. Volkanın iskeletini meydana getiren ve çevreye doğru radyal veya konsantrik bir şekilde uzanan dayklar da -aynı şekilde daha dirençli olduklarından- zamanla belirir ve çevrelerine nazaran mütebariz kısımlar teşkil eder.

Stratovulkan konilerinin aşınmasında oldukça önemli rol oynayan etmen ve süreçlerin arasında laharları ve çamur akıntılarını da belirtmek gerekir. Bunlardan lahar Cava Adası'ndan alınan bir terimdir ve piroklastik maddelerden müteşekkil kütlelerin yamaçtan aşağıya yuvarlanması şeklinde tezahür eden tefra çığlarını ifade için kullanılır. Bunlar koptukları ve geçtikleri sahalarda değişiklikler yaparak koninin şekillenmesine yardım eder.

Aşınma, yeteri kadar uzun sürdüğü takdirde volkan konisi kaidesine hatta daha alçak seviyelere kadar tahrip edilebilir. Mamafih bu safhanın erişilmesi hâlinde dahi volkan topografyasına ait bazı izler arta kalır. Mesela akarsu şebekesi radyal kuruluş tipini muhafaza edebilir fakat bundan daha mühim bir tesiri, baca dolgusunun çok mukavim olması ve büyük derinliklere inmesidir. Bu sebepten dolayı bütün volkan konisi tahrip edildiği ve hatta aşınım, indifai olmayan temeli de alçalttığı hâlde, tıkaçlar mütebariz bir topografya şekli olarak ortada kalabilir. Özellikle stratovulkanlarda volkan konisinin aşındırılması sonucu piroklastik maddelerden müteşekkil kısımlara oranla çok daha dayanıklı olan lavlardan meydana gelen baca dolguları ile dayklar belirgin yerşekilleri olarak geriye kalır. Bunlardan topografya yüzeyinde farklı aşınma neticesinde çevresine nazaran yüksekte kalmış olan bir sütun gibi yükselen baca dolgularına veya baca tıkaçlarına nek adı verilir. Dayklar ise neklerin çevrelerinde ışınsal ve konsantrik duvarlar meydana getirir. Böylece merkezî bir nekle, radyal ve konsantrik dayaklardan müteşekkil bir manzara meydana gelir. Bir volkan yapısının son kalıntısına karşılık gelen bu manzaraya jeomorfolojide volkan iskeleti adı verilir.

Lav akıntılarının ve lav örtülerinin yayıldığı sahalarda aşınımın ileri safhalarında çok görülen morfolojik manzaralarından birini de rölyef terselmesi teşkil eder. Bunun meydana gelişi, daha başlangıç safhasında akarsu şebekesinin kuruluşunu ve lav tabakasının kaimliğini tayin eden şartlar tarafından hazırlanır. Lav akıntıları genellikle vadileri doldurarak ilerler. Buna mukabil aradaki sırtlar, lav akıntısı tarafından örtülmez. Bu şartlar altında akarsular lav akıntılarının kenarlarında veya lav akıntılarının arasındaki nispeten alçak sahalarda teşekkül eder. Yarılma ilerlediği takdirde bu akarsular oldukları yerde gömülür ve iki tarafta eski vadileri dolduran dirençli lav akıntıları yüksekte kalır. Böylece lav akıntısının teşekkülünden evvel vadilere tekabül eden kısımlar zamanla yüksekte kalmış yani rölyef terselmesi meydana gelmiş olur.

Bölüm Soruları

1) Volkan konilerinin üzerlerinde yer alan ve ışınsal bir diziliş gösteren “V” profilli akarsu vadileri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) Barrancos
- b) Planez
- c) Seyelan
- d) Dayk
- e) Nek

2) Farklı aşınma neticesinde çevresine nazaran yüksekte kalmış olan bir sütun gibi yükselen baca dolguları hangi şıkta doğru olarak isimlendirilmiştir?

- a) Nek
- b) Barrancos
- c) Seyelan
- d) Planez
- e) Dayk

3) Piroklastik maddelerden müteşekkil kütlelerin yamaçtan aşağıya yuvarlanması şeklinde tezahür eden tefra çığlarını ifade için kullanılan terim aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Lahar
- b) Çamur akıntısı
- c) Heyelan
- d) Kayma
- e) Çökme

4) Sönmüş volkan konilerinin üzerlerinde ışınsal (radyal) dizilişteki akarsular yerleşip koniyi parçalayabilir. Böylece burada hangi şekiller oluşur?

- a) Nek ve dayk
- b) Plato ve korniş
- c) Barrancoslar ve planezler

d) Kanyon vadi, Boğaz

e) Krater, Kaldera

5) Aşınım Kalderası nasıl oluşur?

6) Tefra çığı nedir?

7) Lav akıntıları ve lav örtülerinden meydana gelen geniş düzlüklerin akarsularla yarılıp parçalanmaları sonucu hangi şekiller oluşur?

8) Rölyef terselmesi aşınımın hangi safhalarında görülür?

9) Rölyef terselmesi daha çok hangi lokasyonlarda meydana gelir?

10) Dayk nedir?

Cevaplar

1) a, 2) a, 3) a, 4) c, (5-10 arasındaki soruların cevabı için metne bakınız.)

14. PSÖDOVOLKANİK ŞEKİLLER İLE VOLKANLARIN DAĞILIŞI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Yeryüzünde rastlanan topografya şekillerinden bazıları, volkanik şekillerle alakalı olmadıkları hâlde manzara itibari ile onlara büyük bir yakınlık gösterir. Bunlara volkan topografyası benzeri topografya anlamında psödovolkanik şekiller adı verilir. Bu derste psödovolkanik şekiller açıklanacaktır. Ayrıca volkanların yeryüzündeki dağılışı da ortaya konulacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

1. Psödo kavramını duydunuz mu?
2. Farklı etmen ve süreçlere bağlı oluştukları hâlde birbirine benzeyen şekillere örnek verebilir miyiz?
3. Volkanik sahalar nerelere yoğunlaşmıştır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Psödovolkanik şekiller	Çamur volkanları, meteorit kraterleri, bomba ve mayın çukurları, tuz tıkaçlarını öğrenecektir.	Çamur volkanları, meteorit kraterleri, bomba ve mayın çukurları, tuz tıkaçları açıklanacaktır.
Volkanların yeryüzündeki dağılışı	Volkanların yeryüzündeki dağılışını kavrayacaktır.	Volkanların yeryüzündeki dağılışı açıklanacak, harita üzerinden gösterilecektir.

Anahtar Kavramlar

- Çamur Volkanı
- Meteorit Krateri
- Bomba ve Mayın ukuru
- Tuz Tıkacı
- Pasifik Ateş emberi
- Akdeniz
- Vezüf
- Etna

Giriş

Yeryüzünde rastlanan topografya şekillerinden bazıları, volkanik şekillerle alakalı olmadıkları hâlde manzara itibarı ile onlara büyük bir yakınlık gösterir. Bu sebepten dolayı bunlara psödovolkanik şekiller adı verilir. Çamur volkanları, Meteorit kraterleri, bomba ve mayın çukurları, tuz tıkaçları bunlardan birkaçıdır.

14.1. Psödovolkanik Şekiller

Çamur volkanları, Meteorit kraterleri, bomba ve mayın çukurları, tuz tıkaçları volkanik şekil benzeri olarak psödovolkanik şekillerdir.

14.1.1. Çamur Volkanları

Bunlar tıpkı bir volkan konisi manzarasında fakat isimlerinden de anlaşılacağı üzere çamurdan müteşekkil olan birikim şekilleridir (Fotoğraf 14.1). Genellikle çok basık bir koni biçimindedir. Koninin tepesinde ekseriya volkanlardaki krater benzeyen bir çukurluk vardır. İrtifaları çok defa birkaç metreyi aşmaz. Bu çamur volkanlarında şiddetli faaliyet devreleri, yalnız gazların çıktığı sükun safhaları ile sıralanma gösterir. Faaliyet devresinde kraterin içinden gök gürültüsünü andıran seslerle gaz, çamur ve hatta taş fırlatılır. İndifa sırasında meydana gelen çamur akıntıları bazen yüzlerce metre mesafeye yayılır. Hazar kıyılarında olduğu gibi petrol ve doğal gaz sahalarındaki çamur volkanlarındaki indifalar esnasında çıkan gazların tutuştuğu ve bunun neticesinde bazen çamur volkanlarından alev sütunlarının yükseldiği de tespit edilmiştir. Çamur volkanları denizlerin ve göllerin dibinde de teşekkül edebilir fakat bunlar karalar üzerindeki nazaran çok daha kısa ömürlüdür.



Fotoğraf 14.1: Çamur Volkanı (Belücistan, Pakistan)

Çamur volkanları bazen depremler sonucunda da meydana gelir. Mesela 1970 Gediz depremi sarsıntılarının etkisi altında Simav Ovası'nın doğu kenarında Eynal kaplıcaları yakınında yükseklikleri 10-15 santimetreyi bulan birkaç tipik çamur krateri teşekkül etmiş ve

bunlar, adeta volkan indifalarını taklit eden bir şekilde bir süre çamur püskürmüş, etrafa lav akıntılarına benzeyen çamur akıntıları yaymıştır.

14.1.2. Meteorit Kraterleri

Meteorit kraterleri meteorit adı verilen küçük gök cisimlerinin yeryüzüne çarpmaları ve bu çarpma esnasında meydana gelen çok yüksek sıcaklıkların sebep oldukları infilaklar neticesinde teşekkül etmiş olan krater şekilli çukurluklardır (Fotoğraf 14.2).



Fotoğraf 14.2: Meteorit Krateri (Winslow, Arizona)

Meteorit kraterlerinin başka yollardan meydana gelen benzer şekillerden ayırt edilmesi için belirgin bazı hususiyetlerinin ortaya konulması gerekir. Öncelikle bunların yalnız çarpmadan oluşan bir çukur, bir yara izi olmadıklarını belirtmek gerekir. Yüksek sıcaklık altında meteoridin infilakı ve kısmen buharlaşması, bu krater şeklinin meydana gelişinde çarpma tesirinden muhtemelen daha büyük bir rol oynamış olmalıdır. Meteoride ait demir parçalarının bulunması, böyle bir depresyonun menşeyini göstermek bakımından şüphesiz ki kuvvetli bir delil teşkil eder. Kumların, kumulların veya silisli kayaların bulundukları yerlerde yüksek sıcaklığın tesiri altında kumlar erimiş ve silis camına dönüşmüştür.

14.1.3. Bomba ve Mayın Çukurları

Yüksek patlama gücüne sahip bomba, mayın ve mermilerin imalinde kaydedilen ilerlemeler ve yeryüzünün zaman zaman bunların bol miktarda kullanıldıkları denemelere ve harplere sahne olması, psödovolkanik şekillere bir yeni çeşit daha ilave etmiştir. Bunların meydana getirdikleri çukurluklar, volkanik infilaklarla meydana gelen küçük ölçüdeki infilak kuyularını hatırlatır (Fotoğraf 14.3). Bunların da şekilleri dairemsidir ve çevrelerini parçalanmış ve hatta erimiş kayalardan müteşekkil bir enkaz halkası çevreler.



Fotoğraf 14.3: Bomba Çukuru (İki Atom Bombası Çukuru Hava Fotoğrafı, Soldaki Küçük Çocuk, Sağdaki Şişman Adam: Tinian Adası)

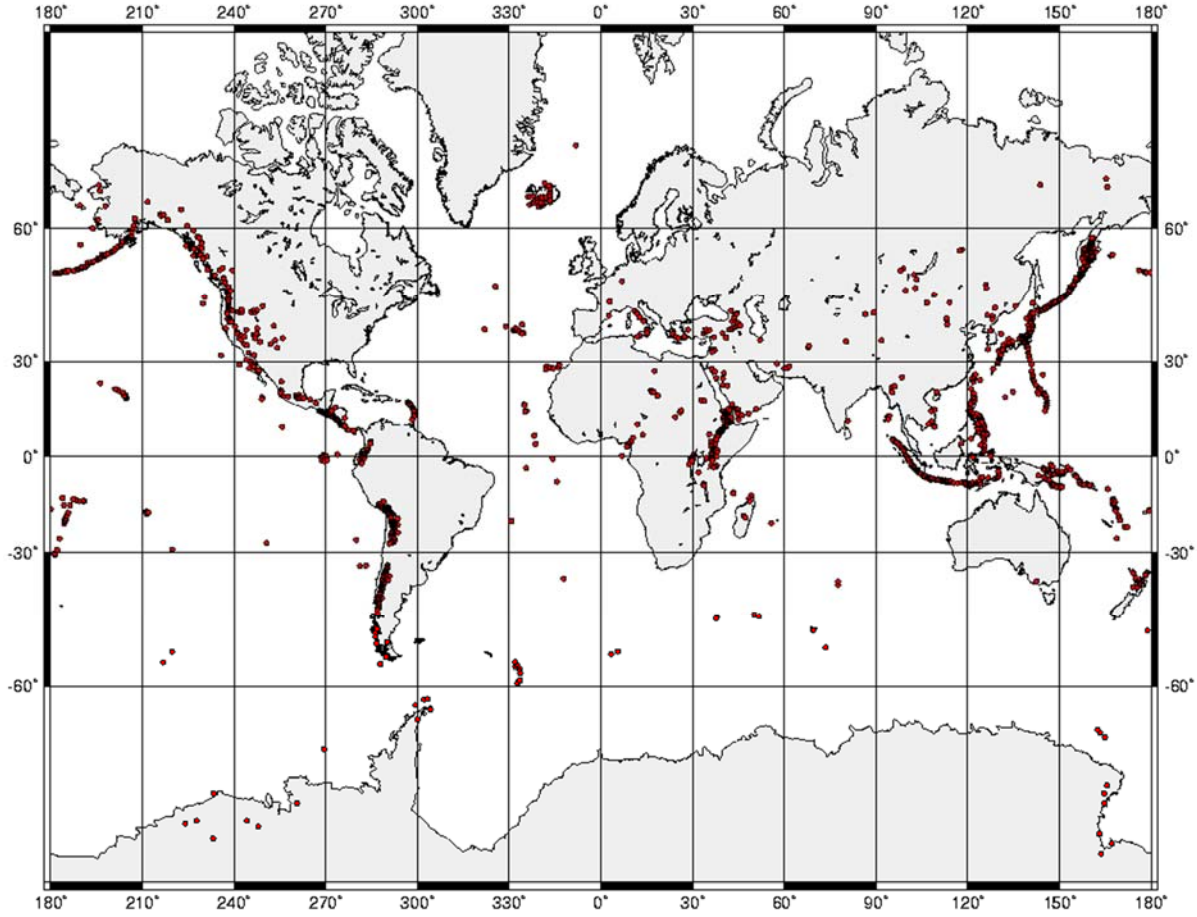
14.1.4. Tuz Tıkaçları

Yeraltı tuz tabakaları ve bunların kendilerine özgü olan hareketleri neticesinde volkanik şekillere benzeyen topografya şekilleri meydana gelebilir. Bilhassa tuz domundan bazen aşınma neticesinde meydana çıkmış ve çevresine nazaran mütebariz bir şekil hâline geçmiş olan baca tıkaçlarını veya nekleri andıran münferit tepeler teşkil eder. Bunlar, tuzların bilhassa antiklinallerin ve domların tepesinden dışarıya doğru adeta şırınga edilmeleri neticesinde teşekkül etmiştir. Bazen bu ekstrüzyon tuzların bir lav akıntısı gibi yamaçlardan aşağıya doğru akmasına sebep olur. Buna karşılık zamanla tuz tıkaçlarının erimesi neticesinde bunların yerinde kratere, kalderaya veya karstik depresyonlara benzer çukurlar meydana gelir.

14.2. Volkanların Yeryüzündeki Dağılışı

Volkanların yaklaşık olarak %75'i Büyük Okyanus'un kenarlarında yer almaktadır. Ateş Çemberi olarak adlandırılan bu saha, Büyük Okyanus'un kuzeyinde Alaska ile Aleut Adaları'nı; doğusunda Kuzey Amerika kıtasının batısındaki Kaskad (Cascade) Dağları'nı, Orta Amerika'yı ve And Dağları'nı; güneyinde Antarktika kıyılarını ve batısında ise kuzeyden güneye doğru Kamçatka, Kuril Adaları, Japon Adaları, Ryukyu Adaları, Filipinler, Endonezya

Adaları (Büyük Okyanus'u Hint Okyanusu'ndan ayıran sınır zonunda yer alan burası, aynı zamanda Alp-Himalaya kuşağıyla olan birleşme yerine karşılık gelir. Dolayısıyla bu volkanik saha adı geçen kuşağa da girer, zaten onun uzantısı niteliğindedir.), Yeni Gine ve Yeni Zelanda gibi yerleri içine alır (Şekil 14.1).



Şekil 14.1: Volkanların Dağılışı

Pasifikte yer alan bazı volkanlar şunlardır: İliamna, Katmai (Alaska); Kiska, Tanaga, Bogoslov (Aleut Adaları); Baker, Rainier, St. Helens, Hood, Shasta, Lassen (A.B.D.); Las Tres Virgenes, Colima, Paricutin (Meksika); Tacana, Tajumulco, Atitlan, Fuego (Guatemala); Ruiz (Kolombiya); Tutupaca (Peru); San Pedro (Şili); Fuji, Asama, Hakusan, Tokati, hvate, Tyokai, Nasu, Bondai, Kurikoma (Japonya); Ragang, Canlaon, Buluşan, Mayon, Camiguin (Filipinler); Kerintji, Marapi, Tambora, Dempo, Semeni, Krakatoa (Endonezya); Tarawera (Yeni Zelanda) ve Erebus (Antarktika).

Ateş Çemberi'nin iç kısmında, diğer bir deyişle, Büyük Okyanus'un iç kısmında da Mauna Loa, Mauna Kea, Hualalai, Kilauea ve Kohola (Hawai Adası) ile Savaii ve Upohi (Samoa Adaları) gibi önemli volkanlar yer alır.

Yeryüzünün, volkanların çok bulunduğu diğer yerleri:

Afrika'nın doğusu, Alp-Himalaya kuşağı ile Atlas Okyanusu'nun Asor Adaları, Kanarya Adaları, Antil Adaları ve İzanda gibi bazı kesimleridir.

Bu sahalarda yer alan volkanlara örnek olarak da şunlar gösterilebilir: Afrika'da Klimanjaro, Meru, Ol Doinyo Lengai (Tanzanya); Alp-Himalaya kuşağında Vezüv, Vulcano, Strom-boli, Etna, Monte Nuovo (İtalya); Santorin (Yunanistan); Ağrı, Süphan, Nemrut, Tendürek. Erciyes, Melendiz, Karacadağ (Türkiye); Demavend (İran); Atlas Okyanusu'nda Pico, Santa Barbara (Asor Adaları); Tenerife Adası, La Palma Adası (Kanarya Adaları); Soufriere - Guadelaupe, Pelee, Soufriere - Montserrat (Küçük Antil Adaları)'tır.

Uygulamalar

1. Maden ukuru olan bir sahada araştırma yapınız.
2. Çamur volkanları hakkında yazılmış bir çalışma okuyunuz.
3. Arizona Meteorit Krateri hakkında bir yazı okuyunuz.

Uygulama Soruları

1. Maden ukuru hangi Şekle benzemektedir?
2. Pakistan BelüciŐtan'daki çamur volkanı nasıl oluşmuştur?
3. Arizona Meteorit Krateri hangi tarihte oluşmuştur?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yeryüzünde rastlanan topografya şekillerinden bazıları, volkanik şekillerle alakalı olmadıkları hâlde manzara itibarı ile onlara büyük bir yakınlık gösterir. Bu sebepten dolayı bunlara psödovolkanik şekiller adı verilir. Çamur volkanları, Meteorit kraterleri, bomba ve mayın çukurları, tuz tıkaçları bunlardan birkaçıdır.

Çamur volkanları tıpkı bir volkan konisi manzarasında fakat isimlerinden de anlaşılacağı üzere çamurdan müteşekkil olan birikim şekilleridir.

Meteorit kraterleri meteorit adı verilen küçük gök cisimlerinin yeryüzüne çarpmaları ve bu çarpma esnasında meydana gelen çok yüksek sıcaklıkların sebep oldukları infilaklar neticesinde teşekkül etmiş olan krater şekilli çukurluklardır.

Yüksek patlama gücüne sahip bomba, mayın ve mermilerin imalinde kaydedilen ilerlemeler ve yeryüzünün zaman zaman bunların bol miktarda kullanıldıkları denemelere ve harplere sahne olması, psödovolkanik şekillere bir yeni çeşit daha ilave etmiştir. Bunların meydana getirdikleri çukurluklar, volkanik infilaklarla meydana gelen küçük ölçüdeki infilak kuyularını hatırlatır. Bunların da şekilleri dairemsidir ve çevrelerini parçalanmış ve hatta erimiş kayalardan müteşekkil bir enkaz halkası çevreler.

Yeraltı tuz tabakaları ve bunların kendilerine özgü olan hareketleri neticesinde volkanik şekillere benzeyen topografya şekilleri meydana gelebilir. Bilhassa tuz domundan bazen aşınma neticesinde meydana çıkmış ve çevresine nazaran mütebariz bir şekil hâline geçmiş olan baca tıkaçlarını veya nekleri andıran münferit tepeler teşkil eder.

Volkanların yaklaşık olarak %75'i Büyük Okyanus'un kenarlarında yer almaktadır. Ateş Çemberi olarak adlandırılan bu sahanın dışında Alp kuşağında ve Dünya'nın farklı yerlerinde dağılmış durumdadır.

Bölüm Soruları

1) Yeryüzünde rastlanan topografya şekillerinden bazıları, volkanik şekillerle alakalı olmadıkları hâlde manzara itibari ile onlara büyük bir yakınlık gösterir. Bunlar volkan topografyası benzeri topografya anlamında aşağıdaki kavramlardan hangisi ile isimlendirilmektedir?

- a) Psödovolkan
- b) Yalancı maki
- c) Psödomaki
- d) Yalancı yerşekli
- e) Çakma Volkan

2) Aşağıdakilerden hangisi Volkan benzeri yer şekillerinden değildir?

- a) Çamur volkanları
- b) Meteorit kraterleri
- c) Bomba ve mayın çukurları
- d) Tuz tıkaçları
- e) Nekler

3) Volkanların yaklaşık olarak % 75'i yer kürenin hangi bölgesinde bulunur?

- a) Büyük Okyanus'un kenarlarında Ateş Çemberi olarak adlandırılan sahada
- b) Alp- Himalaya Kuşağında
- c) Pasifik Okyanusunun merkezi kısımlarında
- d) Atlas okyanusu orta sırtında
- e) Yer kabuğunun zayıf olduğu lokasyonlarda

4) Çamur volkanlarının yükseltisi kaç metre civarındadır?

5) Hazar kıyılarında meydana gelen çamur volkanlarının oluşumunda gaz çıkışlarının etkisi var mıdır?

6) Depremler ile çamur volkanlarının oluşumu arasında bir ilişki var mıdır?

- 7) Bir çukurluğun meteorit çukuru olup olmadığını nasıl anlarız?
- 8) Tuz domları hangi şekle benzemektedir?
- 9) Afrika’da bulunan volkanlar hangileridir?
- 10) Alp-Himalaya kuşağında bulunan volkanlar hangileridir?

Cevaplar

1) a, 2) e, 3) a, (4-10 arasındaki soruların cevapları için metni inceleyiniz.)

KAYNAKÇA

- Agostoni, S., Laffi, R., Mazzocola, D., Sciesa, E., Presbitero, M. (1998). *Landslide Inventory Data Base For An Alpine Area* Lombardia, Italy, 8th International IAEG Congress, Rotterdam: Balkema Press, 919-924.
- Alkan, M. (1988). "Heyelan ve Ağaç İlişkisi", *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*. 32(33), 61-63.
- Allaby, M. vd. (2008). *Earth*. Berkeley, Los Angeles: University of California Press.
- Altınbaş, Ü. (1996). *Toprak Etüd ve Haritalama*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını.
- Amaral, C., Lara, A. (1998). *Engineering Geological Mapping 1:100.000 And Landslide Related Problems in Rio de Janerio*, 8th International IAEG Congress. Rotterdam: Balkema Press, 971-974.
- Anbalagan, R. (1992). *Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain*. Engineering Geology, 32, 269-277.
- Anderson, M.G. (1988). *Modelling Geomorphological Systems*. Britain: John Wiley&Sons, Great.
- Aniya, M., (1985). *Landslide-Susceptibility Mapping in Amahata River Basin*. Japan: Annals of the Association of American Geographers 75(1), 102-114.
- Ardel, A., Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü yayınları, 40.
- Ardel, A. (1968). *Jeomorfolojinin Prensipleri, Fasikül I*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.
- Ardel, A. (1971). *Jeomorfolojinin Prensipleri, Fasikül II*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.
- Ardos, M. (1987). *Volkan Coğrafyası*. İstanbul: Türkiye Matbaacılık.
- Atalay, İ. (1982). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 9.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidroğrafya*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını.
- Atalay, F. İ., Bekaroğlu, N. (1973). *Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü Yayını.
- Ataman, T. (2000). *Kaya Mekaniğine Giriş*. İstanbul: Seç Yayın Dağıtım.

- Atkinson, P.M., Jiskoot, H., Massari, R., Murray, T. (1998). *Generalized Linear Modeling in Geomorphology*. Earth Surface Processes and Landforms, 23, 1185-1195.
- Avşar, O., Duran, Z., Seker, D.Z., Hisir M., Shrestha, M. (2004). "GIS Based Natural Disaster Mapping: A Case Study", *ISPRS Bildiri kitabı*. (isprs.org/istanbul2004),167-171.
- Baikie, L.D. (1985). "Total and Partial Factors of Safety in Geotechnical Engineering", *Can.Geot. Journal*, 22, 477-482.
- Ayalew, L., Yamagishi, H. (2004). *The Application of GIS - Based Logistic Regression For Landslide Susceptibility Mapping in the Kakuda - Yahiko Mountains*. Central Japan: Geomorphology, 45, 1-17.
- Ayday, C. ve Gökten, R. M. (1992). "Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Mühendislik Jeolojisinde Kullanımı", 3. *Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu Bildiri Özetleri*. Adana: Çukurova Üniversitesi, 4-5.
- Ayday, C. ve Ulusay, R. (1993). *Cografî Bilgi Sistemleri (CBS) ile Mühendislik Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması*. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, 148-154.
- Bayazıt, M. (1991). *Hidrolojik Analiz ve Tasarım*. Ankara: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Yayını.
- Bayazıt, M., Avcı, İ., Şen, Z. (2001). *Hidroloji Uygulamaları*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Baykal, F. (1974). *Historik Jeoloji*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Baykal, F. (1967). *Stratigrafi Prensipleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Beetham, R.D., Smith, G., Jennings, D.N., Newton, C.J. (1992). *The Geology of Nine Mile Creek Schist Landslide Complex*. In *Proc. 6th Int. Symp. on Landslides*. Christchurch. Ed., D.H. Bell, A.A., Balkema, 25-31.
- Bieniawsky, Z.T. (1975). *Engineering Classification of Jointed Rock Mass*. South Africa Civ. Eng.
- Blong, R.J. (1973). "A Numerical Classification of Selected Landslides of the Debris Slide", *Engineering Geology*, 7, 99-114.
- Brabb, E.E. (1985). "Innovative Approaches to Landslide Hazard and Risk Mapping", In: *Proc., of IV International Symposium on Landslides*, Toronto, 1, 307-323.
- Brunsdon, D., Lee, E.M. (2000). *Understanding the Behaviour of Coastal Landslide Systems Keynote Lecture*, Proc, VIII ISL, Cardiff 3.
- Burbank, D.W. ve Anderson, R.S. (2001). *Tectonic Geomorphology*. Massachusetts: Blackwell Science.

Canıgür, A., Öztürk, F., Altan, M., Ayday, C. 1999 Preparation of Engineering Geological Maps by Using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques (North of Eskisehir), International Symposium on Remote Sensing and Integrated Technologies, 20-22 October 1999, ITÜ, İstanbul.

Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F., Reichenbach, P. (1995). *GIS Technology in Mapping landslide Hazard In: Geographical Information Systems In Assessing Natural Hazards*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

Carrara, A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V., Reichenbach, P. (1991). *GIS Techniques and Statistical Models in Evaluating Landslide Hazard*. Earth Surface Processes and Landforms, 16, 427–445.

Carrara, Paul E., J. Michael O'Neill. (2003). "Tree-ring Dated Landslide Movements and Their Relationship to Seismic Events in Southwestern Montana", USA. Quaternary Research 59 (1), 25–35.

Chardonnet, J. (1955). *Traite De Morphologie*. Paris: Publications Techniques De L'institut Geographique National.

Chowdhury, R., Flentje, P. (1998). "Effective Urban Landslide Hazard Sssessment", *8th International IAEG Congress*. Rotterdam: Balkema Press, 871-877.

Chugh, A.K. (1968). *Variable Factor of Safety in Slope Stability Analysis*, Transportation Research Board, Special Report 176, NSA-NRC publ.

Clerici, A., Perego, S., Tellini, C., Vescovi, P. (2002). "A Procedore for Landslide Susceptibility Zonation by Conditional Analysis Method", *Geomorphology*, 43,349-364.

Collin, A. (1846). *Landslide in Clay*. Univeristy of Toronto Pres.

Cornell, S. E., vd. (2012). *Understanding the Earth System Global Change Science for Application*. Cambridge. ISBN, 9781107009363

Corominas, J. (2001). "Landslides and Climate", *Keynote Lectures From the 8th International Symposium on Landslides 4*, 1-33.

Crozier, M.J. (1986). *Landslides: Causes, Consequences, and Environment*. London: Croom Helm.

Crozier, M.J. (1984). *Field Assessment of Slope Stability, in Slope Instability*. Brunsten and Prior, Eds. Chichester, John Wiley & Son Ltd., 4, 103-142.

Cruden, D. M., Varnes, D.J. (1996). *Landslides Types and Processes, Landslide, Investigation and Mitigation*, K.A. Turner and R.L. Schuster, Eds. Special Report, Transportation Research Board, National Research Council, 247, 36–71.

Cruden, D.M. (1991). "A Simple Definition of a Landslide", *Bulletin International Association for Engineering Geology*, 43, 27-29.

Dai, F. C., Lee, C. F., Li, J., Xu, Z. W. (2001). "Assessment of Landslide Susceptibility on the Natural Terrain of Lantau Island", *Environmental Geology* 40 (3), 381-391. Hong Kong.

Dai, F.C., Lee, C.F. (2002). "Landslide Characteristics and Slope Instability Modeling Using GIS, Lantau Island", *Geomorphology*, 42, 213-228. Hong Kong.

Deere DU, Miller RP. (1966). "Engineering classification and index properties for intact rocks." *Technical Report No. AFNL-TR-65-116*. New Mexico: Air Force Weapons Laboratory.

De Mello, V,B,F. (1977). "Reflection on Design Decision of Practical Significance to Embankment Dams", *Geotechnique*, 27 (3), 279-355.

Desai C.S., Samtani N.C., Vuillet L. (1995). "Constitutive Modeling and Analysis of Creeping Slopes", *Journal of Geotechnical Engineering*, 121 (1), 43-56.

Dewey, J.F. ve Bird, J.M. (1970). "Mountain Belts and New Global Tectonics", *Journal of Geophysics Research*, Sayı.75, s.2625-2638.

Doğu, A.F., Çiçek, İ., Gürgen, G. (1989). *Çatak Heyelanları 1989 (Trabzon-Maçka)*. Atatürk Kül. Dil. Ve Tarih Yük. Kurumu, Coğ. Bil ve Üye Kolu. Coğ. Araştırma, 1(1). 103-109.

Donati, L., Turrini, M.C. (2002). "An Objective Method to Rank the Importance of the Factors Predisposing to Landslides with the GIS Methodology: Application to an Area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy)", *Engineering Geology*, 63, 277-289.

Duman, T.Y., Çan, T., Taner, Emre, Ö., Keçer, M., Doğan, A., Ataş, Ş., Durmaz, S. (2004). "Landslide inventory of northwestern Anatolia", *Engineering Geology*, 77 (1-2), 99-114. Turkey.

Ekinci, D. (2004). *Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul.

Ekinci, D. (2005). "Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilitate Analizi", *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13, 121-137.

Ekinci, D. (2011). *Safranbolu ve Çevresinin –Araç Çayı'nın, Soğanlı ve Eflanlı Çayları Ağız Noktaları Arasında Kalan Kısımına Ait Akarsu Havzasının- Jeomorfoloji Özellikleri*. İstanbul: Titiz Yayınları.

Erdaş, O. (1991). "Bitki Örtüsü ve Özellikle Bitki Kökleri ile Zemin Biyolojisi Arasındaki İlişkilerin Heyelanların Önlenmesi ve Mühendislik Biyolojisi Açısından İncelenmesi",

Türkiye 1.Heyelan Sempozyumu (Tarbzon), Türkiye 1.Heyelan Sempozyumu Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayını, 109–117.

Erguvanlı, K. (1995). *Mühendislik Jeolojisi*. İstanbul: Seç Yayınevi.

Ergünay, O. (1996). “Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalıdır? Erzincan ve Dinar Deneyimlerinin Işığında Türkiye’nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları”, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu (Ankara) Bildiriler Kitabı*, 263–272.

Ergünay, O. (1997). *Acil Yardım Planlaması ve Afet Yönetimi*, Basılmamış Milli Güvenlik Kurulu, Vali Yardımcıları Oryantasyon Programı Ders Notu, Ankara.

Erinç, S. (1965). *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.

Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul: Alfa Basım.

Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. İstanbul: Der Yayınları, Güncelleştirilmiş 5. Basım, Güncelleştirenler: Ahmet Ertek, Cem Güneysu.

Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II*. İstanbul: Der Yayınları, Güncelleştirilmiş 3. Basım, Güncelleştirenler: Ahmet Ertek, Cem Güneysu.

Erinç, S. (1973). “Türkiye’nin Şekillenmesinde Neotektoniğin Rolü ve Jeomorfoloji-Jeodinamik İlişkileri”, *Jeomorfoloji Dergisi*, Sayı. 15, s.15-26.

Erol, O. (1992). *Klimajeomorfoloji I Genel Koşullar*. İstanbul: İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yay.

Fellenius, W. (1927). *Erdstatische Berechnungen Mit Reibung und Kohasion*. Ernst, W., Berlin.

Gerrard, A.J. (1988). *Rocks and Landforms*. London: Unwin Hyman.

Gregory, K.J. ve Walling, D.E. (1985). *Drainage Basin Form and Process*. London: Edward Arnold.

Gökceoğlu, C. (1993). *Mengen (Bolu NE) Yöresi Heyelanlarının Araştırılması ve Potansiyel Risk Alanlarının Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara.

Gökceoğlu, C., Ercanoğlu, M. (2001). “Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler”, *Yerbilimleri*, 23, 189–206.

Gökceoğlu, C., Aksoy, H. (1996). “Landslide Susceptibility Mapping of the Slopes in the Residual Soils of the Mengen Region (Turkey) by Deterministic Stability Analyses and Image Processing Techniques”, *Engineering Geology*, 44, 147–161.

Gönençgil, B. (2008). *Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Gray, D.H, Sotir, R.B. (1987). *Biotechnical Stabilisation of Cutve Fill Slopes*, Proc. ASCE Specialty Conf., Stability of Slopes and Embankments II, 1395.

Greenway, D,R. (1987). *Vegetation and Slope Stability in Slope Stability*. eds. Anderson ve Richards, J Wiley, Chichjester.

Gritzer, L., Andrew, M., Appinal, R., Guster, S. (2001). “Assessing Landslide Potential Using GIS, Soil Wetness Modeling and Topographic Attributes”, *Geomorphology*, 37, 149-165. Poyette River, Idaho.

Grivas, D.A. (1979). “Probabilistic Evaluation of Safety of Soil Structures”, *Journal of the Geotechnical Engineering Div.*, ASCE,GT9, 1091-1095.

Guzzetti F., Carrara, A., Cardinaly, M., Reichenbach, P. (1999). “Landslide Hazard Evaluation: A Review of Current Techniques and Their Application in a Multi-Scale Study”, *Geomorphology*, 31, 181-216. Central Italy.

Guzzetti, F. (2000). “Landslide Fatalities and the Evaluation of Landslide Risk in Italy”, *Engineering Geology*, 58, 89-107.

Hails, J.R. (1977). *Applied Geomorphology*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.

Haliloğlu, S.B. (1997). *Heyelan Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Sayısal Çözümleri*. Basılmamış Yüksek Mühendislik Tezi, Trabzon.

Harr, M.E. (1977). *Mechanics of Particulate Media*. New York: McGraw Hill Book Co.

Hoek, E., Bray, J. (1981). *Rock Slope Engineering, Institution of Mining and Metallurgy*. London.

Horton, R. E. (1945). “Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology”, *Bulletin of the Geological Society of America* 56, 275-370.

Hoşgören, M.Y. (1977). “İnegöl Havzasında Arazi Kaymaları İle İlgili Gözlemler”, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 20-21,223-243.

Hoşgören, M.Y. (2004). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri I- Yeraltı suları- Kaynaklar- Akarsular*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Hoşgören, M.Y. (2007). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri II- Göller*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Hoşgören, M. Y. (2010). *Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I* İstanbul: Çantay Kitabevi, 7. baskı.

Hoşgören, M. Y. (2010). *Jeomorfolojinin Ana Çizgileri II*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Hoşgören, M. Y. (2011). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Hutchinson J.N. (1988). *General report: Morphological and Geotechnical Parameters of Landslides in Relation to Geology and Hydrogeology*, In Proc. 5th Int. Symp. On Landslides, Lausanne. Ed. C. Bonnard, A.A. Balkema, 3–35.

<http://www.arkitera.com>

<http://www.benfieldhrc.org>.

<http://www.cevreciyiz.com>

<http://www.dmc.metu.edu.tr>.

<http://envr325-Masswasting>

<http://eu.wiley.com>.

<http://www.fema.gov/fema>.

<http://glcf.umd.edu>

<http://glg110.asu.edu>.

<http://www.google.com/earth/>

[http://www. hm.comp.com](http://www.hm.comp.com).

<http://www.hmco.com>.

<http://www.johnwiley.com>.

<http://landlides.usgs.gov>.

<http://www.landslidecentre.org>.

http://Landslides_white_gm309

<http://lecture21.masswasting>.

http://L14_Massmovements;

<http://Masswasting>

<http://MasswastingSCXT>

<http://www.mcgraw-hill.com>.

<http://prenhall.com>.
<http://www.public.asu.edu>.
<http://www.saf-may-moon.deviantart.com>
<http://www.saga-gis.uni-goettingen.de>.
<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops>
<http://siogeoscience.ucsd.edu>.
<http://strata.geol.sc.edu>
http://topo_expression_of_landslides
<http://www.trekearth.com>
<http://www.usace.army.mil/publications/eng-manuals/>
<http://www.terraser.com/>
<http://visibleearth.nasa.gov/>
<http://www.ibb.gov.tr>
<http://www.wikipedia.com>
<http://www.australia.com/contentimages>
<http://fastwindtoaim>.
<http://blog.luckytolivehere.com>
http://11_frane

Ildır, B. (1995). “Türkiye’de Heyelanların Dağılımı ve Afetler Yasası İle İlgili Uygulamalar”, *İkinci Ulusal Heyelan Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 1-9.

IPCC Climatic Change (2001). *The Scientific Base. Intergovernmental Panel on Climatic Change 2001 (IPCC 2001)*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC Climatic Change (2001). *Impacts, Adaptation and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climatic Change 2001 (IPCC 2001)* . Cambridge: Cambridge University Press.

İsmailoğlu, S., Özcan, O., Küçük, I., Çağlan, D., Bayrak, D. (1999). *Aşağı Filyos Vadisi Bartın Karabük Alaplı (Batı Karadeniz) Yörelerindeki Seller ve Heyelanlara İlişkin Rapor*. İstanbul: Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği Yayını.

İzbırak, R. (1979). *Jeomorfoloji Analitik ve Umumi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 127.

İzbırak, R. (1991). *Yerbilimi Bilgileri*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

İzbırak, R. (1955). *Yerçekillerini Değiştiren Olaylar*. Ankara: Harita Umum Müdürlüğü Yayınları.

İzbırak, R. (1955). *Sistematik Jeomorfoloji*. Ankara: Harita Umum Müdürlüğü Yayınları.

Jager, S., Wieczorek, G. F. (1994). *Landslide Susceptibility in the Tully Valley Area Finger Lakes Region*. USGS Open-File- Report, New York.

Jensen, J.R. (1986). *Introductory Digital Image Processing*. New Jersey: Englewood Cliffs.

Jacobson, M, C. (2000). *Earth System Science: From Biogeochemical Cycles to Global Change*. International geophysics series, ISSN 0074-6142, Academic Press, ISBN012379370X, 9780123793706.

JLS (Japan Landslide Society) (1988). *Landslide in Japan*. Japan: Japan Landslide Society Press.

Julian, M., Anthony, E. (1996). "Aspects of Landslide Activity in the Mercantour Massif and the French Riviera, Southeastern France.", *Geomorphology*, 15, 275–289.

Karnani, M., ve Annila, A. (2009). "Gaia Again". *Biosystems* 95 (1): 82–87. doi:10.1016/j.biosystems.2008.07.003. PMID 18706969.

Kaya, O., Dizer, A., Tansel, İ., Meriç, E. (1983). "Ereğli (Zonguldak) Alanının Kretase İstifi", *T.J.K. Bülteni*, 2, 19-33.

Keller, A.E. ve Pinter, N. (2002). *Active Tectonics; Earthquakes, Uplift, and Landscape*, New Jersey: Prentice Hall.

Kerey, I. E. (1982). *Stratigraphies and Sedimentological Studies of Upper Carboniferous Rock in Northwestern Turkey*, Ph.D. Thesis. İngiltere: Keele University.

Keskin, H. (2000). *Zonguldak-Ereğli Arasındaki Kütle Hareketlerinin İncelenmesi*. Basılmamış Doktora Tezi, Isparta.

Ketin, İ. (1967). *Umumi Jeoloji I. Kısım Arz Kabuğunun İç Olayları*. İstanbul: İTÜ Maden Fakültesi Ofset Baskı Atelyesi, Üçüncü Baskı.

Ketin, İ. (1983). *Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış*, İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, No:1259.

Kezdi, A. (1979). "Safety Factors for Different Types of Failure", *Proc. of Design Parameters in Geotechnical Engineering*, 1, 195–198.

Knighton, D. (1996). *Fluvial Forms and Processes*. London: Arnold.

Koleva-Rekalova, E., Dobrev, N., Ivanov, P. (1996). "Earthflows in the Baltchik landslide area, Northeastern Bulgaria", In: *Proc. of the 7th Intern. Symposium on landslides, June 17–21, 1996*, Trondheim, Norway, A. A. Balkema, Brookfield, Rotterdam, 473–478.

Kumar, P., Sinha, U.N. (1998). "Landslide Hazard Zonation in Joshimath Jelam Area, Garhwal Himalaya U.P., India", *8th International IAEG Congress*, Balkema Press, Rotterdam, 925–932.

Kump, R. L., Kasting, F. J., Crane, G.R. (2010). *The Earth System*. New Jersey: Prentice Hall.

Kurt, S. (2013). *Marmara Denizi Güney Kıyılarının Jeomorfolojisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.

Kurter, A. (1979). *Türkiye'nin Morfoklimatik Bölgeleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın No:2585, Coğrafya Enstitüsü Yayın No:106, Edebiyat Fakültesi Matbaası.

Kurter, A., Hoşgören, M. Y. (1986). *Jeomorfoloji Tatbikatı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını.

Lee, E.M. (2002). *Investigation and Management of Soft Rock Cliffs*. Thomas Telford.

Lee, S., Uechean C., Kyungduck M. (2002). "Landslide Susceptibility Mapping by Correlation Between Topography and Geological Structure: the Janghung Area, Korea", *Geomorphology* 46(3–4), 149–162.

Lee, S., Ryu, J.H., Min, K., Won, J.S. (2003). *Landslide Susceptibility Analysis Using GIS and Artificial Neural Network, Earth Surface Processes and Landforms*, 28, 1361-1376.

Leeman, B., (2006). *Mass Movements* (ESCI 108 - Lecture 15) Ders Notları. USA.

Luhr, J.F. vd. (2003). *Earth*. New York: Smithsonian.

Maharaj, R.J. (1993). "Landslide Processes and Landslide Susceptibility Analysis from an Upland Watershed: A Case Study From St. Andrew, Jamaica, West Indies", *Engineering Geology*, 34, 53–79.

Martin, P.L., Warren, C.D. (1992). "The Design and Performance of Drainage Measures Installed for the Stabilization of Taren Landslide, South Wales, UK.", In *Proc. 6th Int. Symp. on Landslides, Christchurch*. Ed., D.H. Bell, A.A. Balkema, 777-784.

Mayer, L. (1990). *Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual*. Prentice Hall: Englewood Cliffs.

Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

- Morgan, R.P.C., Rickson, R.J. (1995). *Slope Stability and Erosion Control*. Spon.
- Morgenstern, N.R., Sangrey, D.A. (1978). *Methods of Stability Analysis*. Transportation Research Board, Special Report 176, NSA-NRC Publ.
- Nazik, L., Mengi, H., Özel, E., Bircan, A., Beydeş, S. (1995). *Zonguldak Yakın Çevresinin Doğal Mağaraları*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu. Ankara.
- Nelson, S.A. (2006). *Natural Disasters; Mass-Wasting and Mass-Wasting Processes (EENS 204)*. Ders Notları. Tulane.
- Önalp, A., Arel, E. (2004). *Geoteknik Bilgisi II Yamaç ve Şev'lerin Mühendisliği*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Önalp, A. (1985). *MAG-588/ MAG-441 ile Doğu Karadeniz Heyelanları incelemeleri*. TÜBİTAK Projesi. Ankara.
- Özaydın, K. (2001). *Zemin Mekaniği*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Özdemir, M.A. (1996). "Elazığ, Kurt Dere Vadisinde Tarımsal Arazilere Zarar Veren Heyelanlar", *Fırat üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 195-208.
- Özdemir, A. (2014). *İstanbul Kıyılarının Jeomorfolojisi ve Olası Deniz Seviyesi Değişimlerinin Modellenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.
- Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., Temiz, A. (2005). "T.C. Sağlık Bakanlığı Afetlerde Sağlık Organizasyonu Projesi (ASOP)", 2004, Afet Yönetimi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü. Deprem Sempozyumu Kocaeli.1-4, www.deprem.gazi.edu.tr.
- Öztaş, T. (1989). *Mersin-Taşucu-Bağsak Kaynağı Dolayının Karst Hidrojeolojisi*. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul.
- Öztürk, K. (2002). "Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri", *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (2), 35-50.
- Palmieri-Lupia, E. (2004). *Hypsometric Analysis, Encyclopedia of Geomorphology*. London: Routledge Ltd, Ed., Goudie, A.S., 542-543.
- Pachauri, A.K., Pant, M. (1992). "Landslide Hazard Mapping Based on Geological Attributes", *Engineering Geology*, 32, 81-100.
- Pasuto A., Soldati, M. (1996). "Landslide Hazard Assessment. In. M. Panizza", *Environmental Geomorphology*, Elsevier, Amsterdam, 64-88.
- Pasuto A., Schrott L. (1999). "Recent Development of Landslide Research in Europe", *Geomorphology*, 30(1-2), vii-viii.

- Peck, R.B. (1977). "The Pitfalls of Overconservatism in Civil Engineering Practise", *Civil Engineering*, ASCE, 62-65.
- Pekcan, N. (1996). "Karadeniz Bölgesi Heyelanları ve Önlenmesi Yolunda Önerilerimiz", *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 4, 137-141.
- Petterson, K.E. (1955). "The Early History of Circular Sliding Surfaces", *Geotechnique*, 5, 275-296.
- Petts, G., Foster, I. (1985). *Rivers and Landscape*. London: Edward Arnold.
- Popescu, M.E. (1992). *Coping with Landslide Problems in Romania*. Proc. 6 ISL 1, 579.
- Ritter, D.F., Kochel, R.C. ve Miller, J.R. (1995). *Process Geomorphology*. Boston, USA: McGraw-Hill.
- Roberts, N. (1997). *The Holocene An Environmental History*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Roth, R.A. (1983). "Factors Affecting Landslide Susceptibility in San Mateo County", "Association of Engineering Geologists Bulletin", 20 (4), 353-372. California.
- Saha, A.K., Gupta, R.P., Arora, M.K. (2002). *GIS-based Landslide Hazard Zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas*, *int. j. remote sensing*, 23 (2), 357-369.
- Schwadron, N. A. (2011). "Does the Space Environment Affect the Ecosphere?". *Eos (American Geophysical Union,)* 92 (36): 297-301.
- Schneider, A.E. (1991). *Theoretical Geomorphology*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schein, T. (2001). *GIS Methods for Monitoring Sustainable Development by Analysis of Land-Use and Land Cover Changes in the Surroundings of Linköping (Sweden)*. Technische Universität Dresden, Germany: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung Press.
- Schneider, Eric, D. ve Sagan, Dorion (2004). *Into the Cool: Energy Flow, Thermodynamics, and Life*. Chicago: University of Chicago Press. ISBN 978-0226739366.
- Schumm, S.A., Dumont, J.F., ve Holbrook, J.M. (2000). *Active Tectonics and Alluvial Rivers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schuster, R.L. (1996). "Socio-economic Significance of Landslides, Landslide Investigation and Mitigation", Transportation Research Board, *National Research Council*, 247, 12-35. K.A. Turner and R.L. Schuster, Eds. Special Report.
- Selçuk Biricik, A. (2009). *Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji ile Hidroloji'nin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri Cild-I*. İstanbul: Gonca Yayınevi.

Sevimli, Y. (1980). *Zonguldak-Filyos Çayı Kesiminin Jeomorfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Basılmamış lisans tezi. İstanbul.

Sharpe, C.F.S. (1938). *Landslides and Related Phenomena*. New York: Colombiya Universty Pres.

Skempton, A.W., Hutchinson, J.N. (1969). “Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations”, *7th International Conference on Soil Mechanics and Foundadtion Eng.*, Mexico City, 3, 291-340.

Skinner, B. J., Murck, B. W. (2011). *The Blue Planet: An Introduction to Earth System Science*. Wiley, 3rd Edition.

Slaymaker, O. (1991). *Field Experiments and Measurement Programs in Geomorphology*. Rotterdam: A.A.Balkema.

Soeters, R. ve Van Westen C.J. (1996). “Slope Instability Recognition, Analysis and Zonation, Landslide Investigation and Mitigation”, Transportation Research Board, *National Research Council*, 247, 129–177. K.A. Turner and R.L. Schuster, Eds. Special Report.

Sowers, G.B., Sowers, G.F. (1970). *Introductory Soil Mechanics and Foundation*. New York: Mc Millan, 3rd edition.

Summerfield, A.M. (1999). *Global Geomorphology*. London: Longman.

Strahler, A.N. (1964). “Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks”, *In Handbook of Applied Hydrology*. NewYork. Editör, Chow,V.T., s.4-74.

Strahler, A., ve Strahler, A. (2006). *Introducing Physical Geography*. USA: John Wiley&Sons,Inc.

Strahler, A. N. (1957). “Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology”, *Transactions of the American Geophysical Union* 8 (6): 913–920.

Strahler, A.N., Strahler, A.H. (1983). *Modern Physical Geography*. New York: John Wiley and Sons.

Sungur, A.K. (1979). *Kayalar ve Ayrışma*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayını.

Şahin, C. (1991). *Türkiye Afetler Coğrafyası*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.

Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz Eğitim Yayıncılık.

Şahin, Y. (2005). *Küresel Isınma Fetişizmi*. Ankara: Seçkin Yayınevi.

Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1983). *Türkiye’de Tetis’in Evrimi: Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi, No: 1.

Tarhan, F. (1989). *Mühendislik Jeolojisi Prensipleri*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayını.

Tarhan, F. (1991). “Doğu Karadeniz Heyelanlarına Genel Bir Bakış”, *Türkiye 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu*. KTÜ, Trabzon, 38-63.

Tatar, O., Gürsoy, H., Koçbulut Fikret, Mesci, B. (2005). *Aktif Fay Zonları ve Heyelanlar: 17 Mart 2005 Kuzulu (Koyulhisar) Heyelanı*, <http://public.cumhuriyet.edu.tr>.

Temiz, N. (2000). *Batı Karadeniz Bölgesi (Bartın, Karabük, Zonguldak Yörelerinde) Kütle Hareketlerinin ve Bunları Denetleyen Jeolojik ve Morfolojik Özelliklerinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemi İle Karşılaştırılması*. Basılmamış Yüksek Mühendislik Tezi. Ankara.

Temesgen, B., Mohammed, M.U., Korme, T. (2001). “Natural Hazard Assessment Using GIS and Remote Sensing Methods, With Particular Reference to the Landslides in the Wondogenet Area, Ethiopia”, *Physics and Chemistry of the Earth*, 26 (9), 665–675.

Tonbul, S. (1987). “Heyelan Olayları ve Karadeniz Kıyı Şeridinden Örnekler”, *Jeomorfoloji Dergisi*, 15, 53-64.

Tonbul, S., Özdemir, M.A. (1994). “Çemişgezek (Tunceli) Heyelanı”, *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 4,107-125.

TOPRAKSU (1972). *Batı Karadeniz Havzası Toprakları*. Ankara: Topraksu Genel Müdürlüğü Yayını.

Ulaştırma Bakanlığı (1992). *Zonguldak-K.Ereğlisi Demiryolu Projesi Güzergâhının Mühendislik Açısından Yorumu, Jeoteknik Raporu 2*. Ankara: Yüksel Proje Mühendislik ve Müşavirlik.

Ulaştırma Bakanlığı. (1992). *Zonguldak-K.Ereğlisi Demiryolu Projesi Laboratuar Deneyleri Sonuçları, Jeoteknik Raporu 3*. Ankara: Yüksel Proje Mühendislik ve Müşavirlik.

Ulusay, R. (2001). *Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler*. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.

Utku, T. (1981). *Teori ve Tatbikatta Heyelanlar*. İstanbul: Karayolları Genel Müdürlüğü İstanbul Bölge Müdürlüğü Araştırma Enstitüsü Yayını.

Ülkü, A. (1979). *Zonguldak-Türkali Kıyı Jeomorfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Basılmamış lisans tezi. İstanbul.

Ünsal N. (2001). *İnşaat Mühendisleri İçin Jeoloji*. Ankara: Gazi Üniversitesi Yayını.

- Ünsal, N. (2006). *Heyelanlar ve Kitle Hareketleri*. Yayınlanmış ders notları 1-21. www.bayindirlik.gov.tr.
- Üzer, N. (1985). “Zonguldak İli Cam Döküm Kumu Olanakları”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri*, 72.
- Walker, B.F. (1987). *Soil Slope Instability and Stabilization*. Sydney: Bruce and Robin.
- White, W.B. (1988). *Geomorphology and Hydrology of Karst terranes New York*. New York: Oxford University Pres.
- Wieczorek, G.F. (1984). “Preparing a Detailed landslide-Inventory Map for Hazard Evaluation and Reduction”, *Bulletin Association of Engineering Geologists*, 21 (3), 337–342.
- Wilson, J.P. ve Gallant, J.C. (2000). *Terrain Analysis*. USA: John Wiley& Sons, Inc.
- Van Western, C.J. (1993). *Application of Geographic Information Systems to Landslide Hazard Zonation*. The Netherlands: ITC Publication Number 15.
- Varnes, D.J. (1978). “Slope Movement Types And Processes”, *Landslide Special Report, National Academy of Sciences*, 176, 11-33.
- Varnes, D.J. (1984). *Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice*. Paris: UNESCO.
- Verstappen, H. Th. (1983). *Applied Geomorphology Geomorphological Surveys for Environmental Development*. New York: Elsevier Science Publishing Company Inc.
- Yalçınlar, İ. (1968). *Strüktürel Morfoloji I*. İstanbul: Taş Matbaası.
- Yalçınlar, İ. (1969). *Strüktürel Morfoloji Cilt II*. İstanbul: İstanbul Üniv. Coğrafya Enstitüsü Yay.29. Genişletilmiş İkinci Baskı.
- Yalçınlar, İ. (1996). *Strüktürel Jeomorfoloji*. İstanbul: Öz Eğitim Yayınları.
- Yergök, A. F., Akman, Ü., Keskin, İ., İpekçi, E., Mengi, H., Karabalık, N.N., Umut, M., Armağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, H., Çetinkaya, A. (1987). *Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I*. Basılmamış MTA Raporu. Ankara.
- Yıldırım, S. (2004). *Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı*. İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Yıldırım, Ü., Ekinci, D. (2003). “Coğrafi Bilgi Sistemleri İle kütle Hareketlerinin Değerlendirilmesi: Zonguldak ve Ereğli Kıyısı Örneği”, *Sırrı Erinç Sempozyumu*, 186–188, İstanbul.
- Zaruba, Q., Mencl, V. (1982). *Landslides and Their Control*. Prague: Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences.

