

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>



DİNAMİK KLİMATOLOJİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI

PROF. DR. BARBAROS GÖNENÇGİL

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI



DİNAMİK KLİMATOLOJİ

Prof. Dr. Barbaros Gönençgil

ÖNSÖZ

Bu ders Fiziki Coğrafya alanının önemli konularından biri olan Klimatoloji'nin bir alt disiplini olarak, iklim etmen ve süreçleri ile iklim değışikliklerinin doğal mekanizmalarını anlamaya yönelik bir alt yapı oluşturmaktadır.

İklim ve hava durumu ayrı birer kavram olmakla birlikte bu derste günlük, mevsimli ve yıllık hava hareketlerinin, özellikle basınç, rüzgâr, genel atmosfer sirkülasyonu ile hava kütleleri ve cephelerin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede bir yandan günlük hava olaylarının nasıl geliştiğı, yıldan yıla olan salınımların nasıl şekillendiğı anlaşılırken, diğ er yandan hava olaylarının uzun süreli ortalaması olan iklim sürecinin de nasıl karakter kazandığı, farklı iklim bölgelerinin oluşmasına neden olan etmen ve süreçlerin nasıl şekillendiğı ortaya konulmaktadır.

Coğrafya bölümünden mezun her öğrencinin, günümüzün popüler konuları içerisinde yer alan iklim değışikliklerini anlamaya yönelik bu ders ileriki yıllarda verilecek olan Küresel İklim Değışimi dersi için de bir alt yapı niteliğindedir.

Prof. Dr. Barbaros Gönençgil

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
KISALTMALAR	V
YAZAR NOTU	VI
1.BASINÇ VE BASINCI ETKİLEYEN ETMENLER	1
2. YÜKSEK VE ALÇAK BASINÇ MERKEZLERİ, HAVA HAREKETLERİNİN DOĞUŞU	21
2.1. Hava Hareketleri	29
2.2. Alçak Basınçlar	31
2.3. Yüksek Basınçlar.....	33
3. BASINCIN DAĞILIŞI VE DÜNYA ÜZERİNDEKİ DURUMU İLE RÜZGÂRLARIN BELİRGİN ÖZELLİKLERİ	40
3.1.Rüzgârın Belirgin Özellikleri	48
3.1.1.Rüzgârın Yönü	48
3.1.2.Rüzgâr Hızı	51
3.1.3.Rüzgârın Esme Sıklığı (Frekansı)	54
4. RÜZGÂR VE ONU ETKİLEYEN ETMENLER.....	61
4.1.Barometrik Gradyan (Basınç Farkı).....	67
4.2.Dünyanın Dönmesi.....	68
4.3.Merkezkaç Gücü	72
4.4.Sürtünme (Delk).....	73
4.5.Rüzgârların Günlük ve Yıllık Değişimleri	73
4.5.1.Günlük Değişmeler	73
4.5.2.Mevsimlik veya Yıllık Değişimler.....	73
4.5.3.Karmaşık Değişiklikler	74
5. YÜKSEK BATI RÜZGÂRLARI VE GENEL ATMOSFER SİRKÜLASYONU.....	80
6. MEVSİMLİK VE GÜNLÜK RÜZGÂRLAR.....	99
6.1.Musonlar.....	105
6.2.Yerel Rüzgârlar	106
6.2.1.Genel Atmosfer Sirkülasyonu Etkisi Altında Oluşan Yerel Rüzgârlar	106
6.2.2.Yerel Nedenlere Bağlı Oluşan Rüzgârlar	110
7.HAVA KÜTLESİ TANIMI VE OLUŞUMU	118

7.1.Hava Kütlesi Kavram	125
7.2.Hava Kütlelerinin Oluşum ve Gelişimleri.....	129
8.HAVA KÜTLELERİNİN ORTAK ÖZELLİKLERİ.....	137
8.1.Hava Kütlesinin Sıcaklığı.....	143
8.2.Hava Kütlesinin Nemi	144
8.3.Hava Kütlesinin Kararlılığı/Kararsızlığı	145
9.HAVA KÜTLELERİNİN ÖZELLİKLERİ VE MODİFİKASYONU (DEĞİŞMESİ)	155
9.1.Hava Kütlesi Tipleri ve Simgelerle Gösterilişi	161
9.2.Soğuk Hava Kütleleri	162
9.3.Sıcak Hava Kütleleri	163
10.CEPHE TANIMI VE CEPHELERİN OLUŞUMU	173
10.1.Cephe oluşumu (Frontojenez)	181
11.CEPHENİN UNSURLARI	191
11.1.Cephenin Eğimi.....	198
11.2.Cephenin Sıcaklığı	199
11.3.Cephelerde Basınç.....	200
11.4.Cephelerde Rüzgâr Özellikleri	201
11.5.Cephelerde Nem, Bulutluluk ve Yağış.....	202
12.ORTA ENLEMLERİN GEZİCİ SİKLONLARI VE CEPHELER.....	208
12.1.Siklon Oluşumu ve Gelişimi	214
13.CEPHELERE BAĞLI HAVA TİPLERİ.....	225
13.1.Sıcak Cephe.....	232
13.2.Soğuk Cephe	233
13.3.Oklüzyon (Kapanma) Cephe	235
13.4.Sıcak Sektör.....	237
13.5.Yer şekillerinin Cephelere Etkisi	237
13.6.Siklon Geçişinde Havanın Genel Durumu	237
14.GENEL DEĞERLENDİRME.....	243
.....	247
14.1.Yüksek ve Alçak Basınç Merkezleri, Hava Hareketlerinin Doğuşu	249
14.2.Hava Hareketleri	250
14.3.Alçak Basınçlar	250
14.4.Yüksek Basınçlar.....	250

14.5.Yüksek Batı Rüzgârları ve Genel Atmosfer Sirkülasyonu.....	251
14.6.Genel Atmosfer Sirkülasyonu	251
14.7.Dünyanın Hareketleri ve Basınç Kuşakları	252
14.8.Yüksek Batı Rüzgârları	253
14.9.Hava Kütlesi Tanımı ve Oluşumu	253
14.10.Hava Kütlelerinin Özellikleri ve Değişmesi	254
14.11.Soğuk Hava Kütleleri	255
14.12.Sıcak Hava Kütleleri	256
14.13.Cephe Tanımı ve Cephelerin Oluşumu	257
14.14.Cephe Oluşumu (Frontojenez)	257
14.15.Orta Enlemlerin Gezici Siklonları ve Cepheler.....	257
KAYNAKÇA	265

KISALTMALAR

- Mb: Milibar
- Mm: Milimetre
- A: Alçak basınç
- Y: Yüksek basınç

YAZAR NOTU

Bu ders aynı zamanda pratik çalışma ve gözlemi de içeren bölümlere sahip olduğundan, çevrenizde bulunan meteoroloji istasyonlarına giderek çalışmaları hakkında bilgi almanız faydalı olacaktır.

1.BASINÇ VE BASINCI ETKİLEYEN ETMENLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Basınç ve basınçla ilgili genel kavramlar ile alçak ve yüksek basınçla ilgili tanımlar.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Atmosferin yeryüzüne uyguladığı basınçla ilgili örnek verileri araştırın.
- 2) Basınç kavramının nasıl geliştiğini araştırın.
- 3) Yeryüzünde basıncın genel dağılışını araştırın.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Basınç ve basıncı etkileyen etmenler	Basınç kavramını kavrayabilir.	Ders notu, anlatım ve araştırma
	Basıncı etkileyen etmen ve süreçleri anlayabilir.	Ders notu, anlatım ve araştırma
	Basınç kuşakları hakkında bilgi edinebilir.	Ders notu, anlatım ve araştırma
	Alçak ve yüksek basınç kavramını anlayabilir.	Ders notu, anlatım ve araştırma

Anahtar Kavramlar

- Basınç
- Aklimatizasyon
- Deklimatizasyon
- Sinoptik
- Dinamik Basınç
- Termik Basınç
- Mb

Giriş

Bu bölümde basınç kavramı ve basınç kavramının ortaya çıkışı ile basıncın nasıl ölçüldüğü gibi konulara yer verilmektedir. Bununla birlikte alçak ve yüksek basınçlar, termik ve dinamik basınç yapıları ile genel basınç kuşakları ve genel atmosfer sirkülasyonu ile ilgili ilk açıklamalar da bu bölümde yer almaktadır.

Basınç ve Basıncı Etkileyen Etmenler

Basınç, en yalın anlatımla havanın ağırlığıdır. Atmosferi oluşturan gazlar belirli bir ağırlığa sahip olarak zemin üzerinde bir basınç şeklinde kendini göstermektedir. Havanın yeryüzü üzerinde oluşturduğu bu etkiye “hava basıncı” ya da “basınç” denir. Hava basıncı 45° enleminde, deniz seviyesinde ve 0°C sıcaklıkta gösterdiği değer normal basınç olarak kabul edilir. Bu değer normal hava basıncı olarak adlandırılmaktadır 1013 mb’a eşittir. Buna göre havanın 1 cm²’lik alana yaptığı ağırlık veya basınç gram cinsi olarak da 1033 gr’dır.

Yerçekiminin de etkisiyle bu gazlar altta ağır olanların ve üste daha hafif olanların bulunması suretiyle bu dizilim gerçekleştirmektedir. Bu şekilde havanın yoğunluğu nedeniyle yeryüzüne yapılan basınç ya da havanın ağırlığı daha fazladır. Yukarılara çıktıkça bu etki azaldığından atmosferin üst kesimlerinde basınç daha azdır. Yükseldikçe basıncın azalması ve buna bağlı olarak basıncın canlılar üzerindeki etkisi de bu şekilde değişmektedir. Yükseldikçe basıncın azalması yanında basıncın azalma oranı da artmaktadır. Başka bir ifadeyle atmosfer içerisinde yükseldikçe basıncın azalma oranı artar. Bu oran deniz yüzeyinde 8 metrede 1 mb., 3000m yükseklikte 15 metrede 1 mb ve 6000 m yükseklikte 20 metrede 1 mb şeklinde görülmektedir (Erol, 2004). Genel olarak bakıldığında deniz seviyesinde 1013 mb. olan standart basınç, 1000m’de 900 mb., 3000 m de 700 mb., 5000 m de 540 mb ve 10.000 m’de 260 mb. seviyesindedir. Buradan da anlaşılmaktadır ki yerden yaklaşık 5000 m yukarıda standart basınç seviyesi yarı yarıya azalmaktadır.

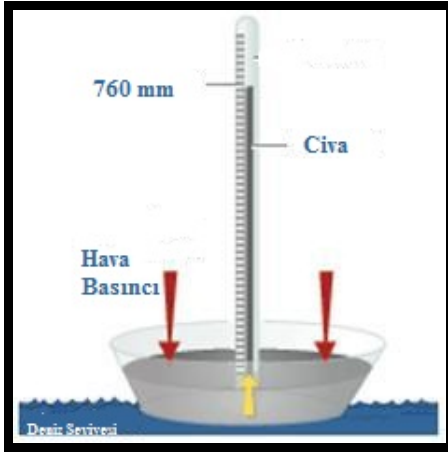
Havanın yeryüzünde ısınması veya soğuması sonucu yerel basınç seviyelerinde veya büyük basınç kuşaklarında farklı basınç özellikleri oluşması neticesinde, teorik olarak yerden yükseldikçe her yerde aynı basınç azalması beklenmesine karşın, yükseldikçe basınç değişimi yerden yere farklı özellikler göstermektedir. Bu farklılık, farklı topografya ve yüzey özellikleri neticesinde atmosferin zemin ile ısı alış verişinde ortaya çıkan farklara bağlı olarak bazı yerlerde havanın ısınıp yükselmesi, yani seyrelmesine, bazı yerlerde ise soğuyup alçalması yani yoğunluğunun artmasına neden olur. Dolayısıyla ortaya zeminle ilgili ısı alış veriş farkından oluşan farklı basınç değişimleri çıkmaktadır. Bununla birlikte atmosferi yeryüzüne bağlı tutan yer çekimi kuvvetinin de Ekvator’dan kutba doğru giderek artması neticesinde enleme bağlı basınç değişiklikleri görülebilmektedir.

Bu gibi nedenlere bağlı olarak deniz seviyesindeki basınç her yerde aynı olmamaktadır. Yine aynı nedenlere bağlı olarak yükseldikçe de basıncın azalma oranı artmaktadır. Bu açıdan yukarıda tanımlanan “normal basınç” değeri kullanılmaktadır. 45° enleminde, deniz seviyesinde ve 15°C’de 1013 mb. olarak kabul edilen normal basınç değerinin üzerindeki basınç değerleri “yüksek basınç”, 1013 mb altındaki değerler ise “alçak basınç” olarak adlandırılmaktadır.

Hava basıncı ilk kez İtalyan bilim adamı Torricelli (1607 – 1648) tarafından 1643’de civalı bir barometre ile ölçülmüştür (Resim 1, Şekil 1). O tarihte Torricelli tarafından yapılan deneyde ilk defa civa kullanılarak bugün basıncı ölçmek için kullanmış olduğumuz “barometre” de kullanılmış oldu (Resim 2).



Resim 1: Torriçelli (1607 – 1648)

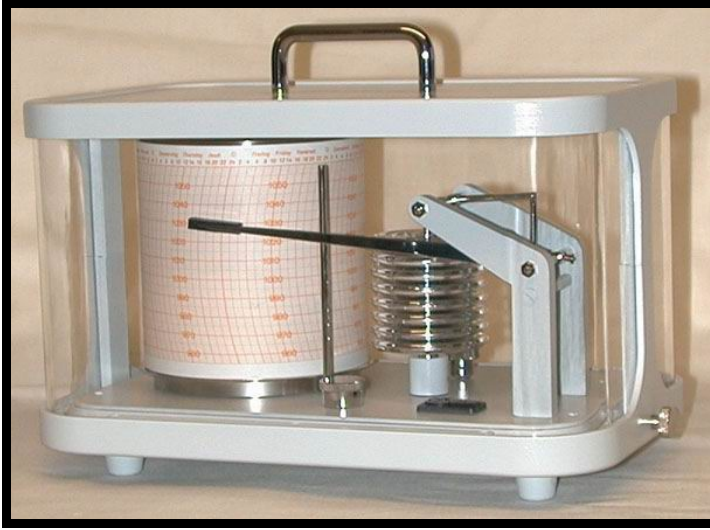


Şekil 1: Torricelli tarafından kullanılan civalı barometrenin çalışma prensibi



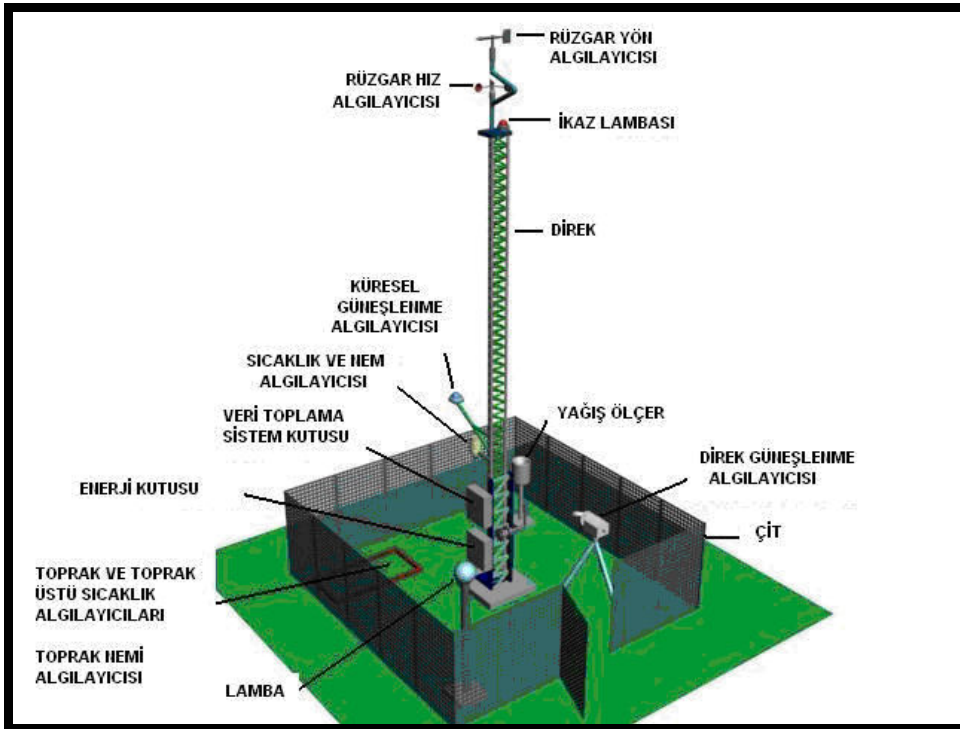
Resim 2. Meteorolojide kullanılan barometreler.

Meteorolojik ölçümlerde kullanılan barometrelerin yanında basıncı hem ölçen hem de yazan, adına barograf denen aletler de kullanılmaktadır (Resim 3).



Resim 3: Basıncı hem ölçüp hem de yazan barograf.

Barograf, barometrenin çalışma prensibi ile çalışan ancak anlık basınç değerlerini resimde görülen (resim 3) silindir üzerindeki milimetrik kâğıda aktaran bir alettir. Ancak son yıllarda otomatik meteoroloji istasyonlarının gelişmesiyle bu aletlerin kullanımına son verilmiştir. Otomatik meteoroloji istasyonları insanlar tarafından periyodik gözlem ihtiyacı hissetmeden üzerindeki alıcılar vasıtasıyla ölçümlendiği tüm meteorolojik parametreleri bilgisayar ve uydu bağlantısıyla merkeze aktarabilen istasyonlardır (Şekil 2).



Şekil 2: Otomatik meteoroloji istasyonu (www.mgm.gov.tr)

Resim 2’de verilen ve meteoroloji istasyonlarında kullanılan barometrelerin yanında günlük hayatta da kullanılan barometreler bulunmaktadır. Metal olan bu barometreler genel olarak havanın nasıl olacağını da belirtmektedir (Resim 4).



Resim 4: Metal barometre. Üzerindeki ifadelerle havanın nasıl olacağını bildirmektedir.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi normal basınçta 1 cm²’lik yüzeye etki eden basınç 760 mm, yani 1013 mb’dır. Milimetre cinsinden ifade edilen basıncı milibara çevirmek için 4/3 ile, milibarı milimetreye çevirmek için ise 3/4 ile çarpmak gerekir. Buna göre;

mb= mm x 4/3 veya,

mm= mb x 3/4 ile çarpılmalıdır.

Normal basınç 760 mm x 4/3 = 1013.3 mb. veya 1013.3mb x 3/4 = 760 mm. olur.

Örnek olarak, 1020 mb basınç değerinin mm cinsinden karşılığını bulmak için 1020 mb’ı 3/4 ile çarpmak gerekir. Buna göre 1020 mb x 3/4 = 765 mm yapar.

Bununla birlikte yeryüzünde yaşayan tüm canlılar atmosfer basıncı ya da ağırlığı altındadır. Deniz seviyesinde farklı olan bu basınç (ağırlık) yükseldikçe azalmaktadır. Deniz seviyesindeki normal veya ortalama basınç 1013 mb / 760 mm olmakla birlikte ağırlık olarak gram cinsinde 1033 grama karşılık gelmektedir. Diğer bir ifadeyle yeryüzünde her cm² ortalama 1033 gr ağırlığın altındadır. Ya da 1 m²’lik bir alan üzerindeki atmosfer ağırlığı yaklaşık 10 ton kadardır. Ortalama bir insan vücudunun yaklaşık 1,5 m² olduğu düşünülürse, deniz seviyesinde ortalama ölçülerde bir insan üzerindeki atmosfer basıncı yaklaşık 15 tondur. Ancak vücudumuzun karşı kan basıncı bu ağırlığı dengelemektedir. Bu nedenle deniz seviyesinden yükseldikçe azalan atmosfer basıncına karşılık kan basıncımızın dengelenmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda iç ve dış basınç arasında kurulan denge bozulmakta ve kan basıncı fazla gelerek ölümlere kadar gidecek komplikasyonlara neden olabilmektedir. Bu nedenle örneğin dağcılık sporu ile uğraşanlar yüksek dağlara tırmanırken belirli seviyelerde kamp kurarak, o seviye basıncına alışmak kaydıyla yollarına devam etmektedirler. Aynı

durum iniş için de geçerlidir. Bununla birlikte yükseldikçe oksijen azalması da söz konusudur; bu da nefes almayı zorlaştırır. Belirli seviyelerde dinlenerek yapılan tırmanışlarda vücut bu yeni oksijen – basınç koşullarına adapte olmaya çalışır ki buna **aklimatizasyon** denir. Bu adaptasyon süreci birkaç gün sürebilir. Bu durumun tersine de, yani iniş sırasındaki süreç ise **deklimatizasyon** olarak adlandırılır. Bu nedenle yüksek irtifa tırmanışları ve uçuşlarında dağcılar da, pilotlar da oksijen tüpü kullanırlar.

Basınçla ilgili açıklamalar çerçevesinde basınç ve bir noktada basıncı etkileyen etmenleri şöyle ifade etmek mümkündür: Basınç, birim alan üzerinde atmosferin ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünde basıncın dağılışını etkileyen etmenler bulunmaktadır. Buna göre;

1) Yeryüzünden uzaklaştıkça basınç değeri azalmaktadır. Çünkü yükseldikçe birim alan üzerindeki hava sütununun yüksekliği azalmaktadır. Bu azalım, diğer bir ifade ile yükseldikçe basıncın azalma hızı gittikçe artan oranda görülmektedir. Çünkü havanın alt tabakaları daha yoğun, üst tabakaları ise daha az yoğunluğa sahiptir. Böylece atmosfer içerisinde yükseldikçe basınç azalmaktadır. Deniz seviyesinde 1013 mb olan standart basınç, 5000 m’de ise 540 mb seviyesindedir. Buna göre kalınlığı sıcaklık veya kimyasal özelliklerine göre değişmekle birlikte ortalama 80 km yükseltiye sahip iç atmosfer yükseltisi göz önüne alındığında basınç değeri ilk 5 km içerisinde yeryüzüne göre yarı yarıya azalmaktadır.

2) Atmosfer basıncının değeri havanın yoğunluğu ile ilişkili olmakla birlikte, yoğunluk aynı zamanda sıcaklıkla ilgili bir durumdur. Genel olarak bakıldığında ısınan havanın hafifleyerek yükselmesi ya da soğuyan havanın ağırlaşarak alçalması zeminde basıncın değişimlerine neden olmaktadır. Dünya üzerinde sıcak ve soğuk bölgeler bu özellikleri ile basınç yapıları üzerinde etkili olabilmektedirler. Ancak bu yapıyı sadece ısınma ve soğumayla açıklamak yeterli değildir.

3) Hava sıcaklığı ile basınç arasındaki ilişki özellikle yükselen hava sütunu içerisindeki değişimde kendini daha fazla hissettirmektedir. Genel olarak sıcak hava içerisinde yükseldikçe basıncın azalması soğuk hava içerisindeki yükselime oranla daha az olmaktadır. Bu nedenle soğuk hava sütunu içerisinde yükseldikçe hava basıncının azalma hızı sıcak havaya göre daha hızlı olmaktadır. Bu durum termik yüksek basınç alanlarının sık olmasını da açıklamaktadır.

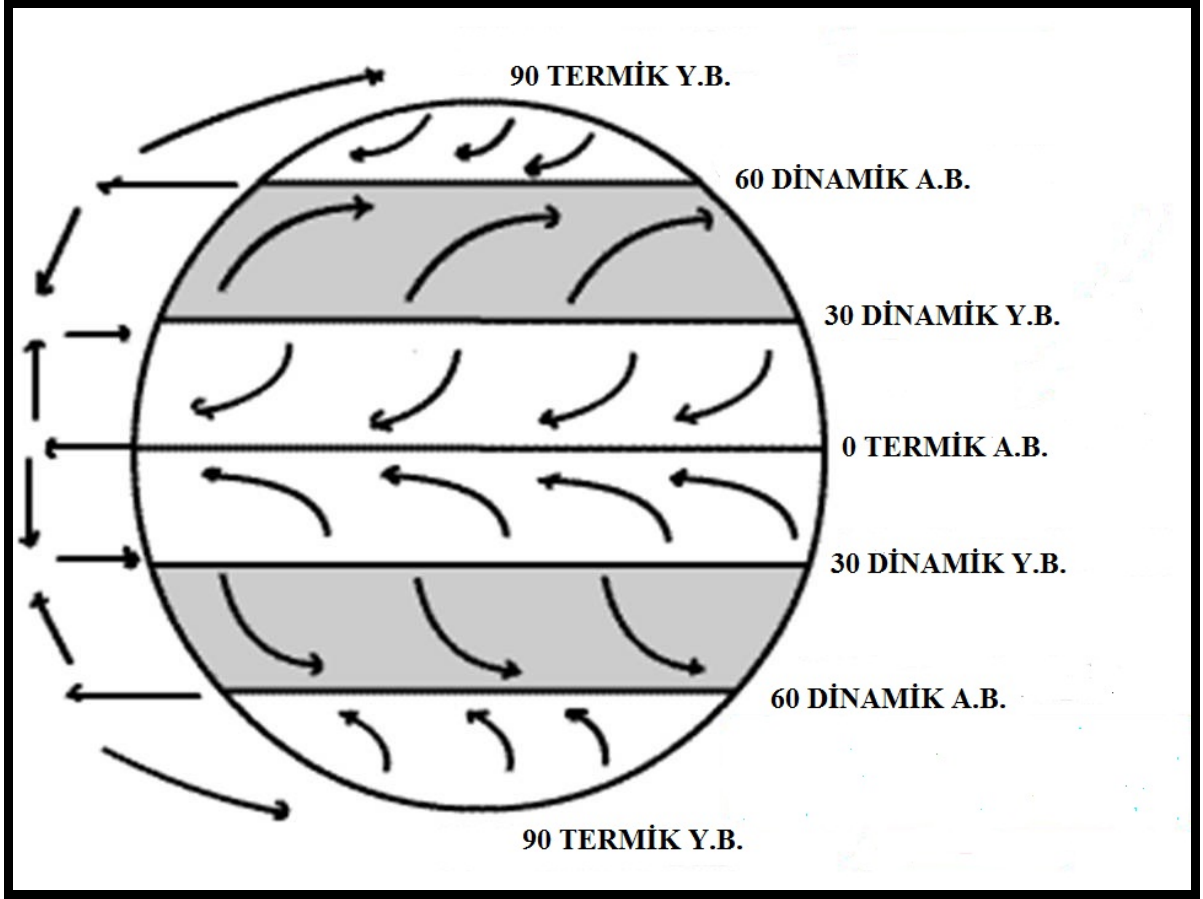
4) Basınç değeri ayrıca yerçekimi ile de ilgili bir durumdur. Aynı yükseltide ve aynı yoğunluktaki havanın basıncı yerçekimi kuvvetine göre değişebilir, ki bu durum enlemler arasında farklılığı ortaya çıkarmaktadır. Ekvatordan kutuplara doğru giderek artan yerçekimi kuvvetine bağlı olarak basınç değerleri diğer şartlar aynı kalsa da farklılık gösterebilmektedir.

Yükselime bağlı olarak basıncın azalması serbest atmosfer içerisinde görülmekle birlikte kara yüzeyinde yükseltiye bağlı olarak da ortaya çıkan bir değişim söz konusudur. Yani deniz seviyesi ile 1000 m yükseklikteki bir nokta arasında da serbest atmosferde olan değişim görülmektedir. Aralarında yaklaşık 1000 m fark olan iki nokta arasındaki basınç farkı

120 mb'ı bulabilmektedir. Bu fark gerçek değerlerle yapılan karşılaştırmaları güçleştirmektedir. Bu nedenle aralarında yükselti farkı bulunan istasyonların basınç karşılaştırmasını yapmak için basınç değerlerinin deniz seviyesine indirgenmesi yapılır. Ancak bu indirgeme, yükseldikçe basınç değişiminin farklı şartlardan etkilenmesi nedeniyle belli bir standarda bağlı olamaması nedeniyle belli bir yükseltiden sonra güvenilir mukayese değeri vermesi beklenmemelidir. Bu nedenle indirgemeyi deniz seviyesine göre değil de belirlenecek başka bir sabit değere göre yapmak daha kullanışlı olabilir.

Basıncın yeryüzünde dağılışını başlıca iki seviyede ele alıp incelemek mümkündür; deniz seviyesinde ve yüksek seviyede. Gerçekte, yeryüzünde basıncın dağılışını dinamik ve termik koşullar belirlemektedir. Bu çerçevede dinamik ve termik koşulları etkileyen her türlü etken aynı zamanda basınç dağılışı üzerinde de etkili olmaktadır.

Küresel ölçekte **deniz seviyesinde basıncın dağılışı**na bakıldığında yıllık ortalamalar açısından iki alçak basınç zonu, iki de yüksek basınç zonu bulunmaktadır. Termik ve dinamik kökenli olarak oluşan bu basınç kuşaklarından termik alçak basınç ekvator çevresinde, dinamik alçak basınç ise yaklaşık 60° enlemleri civarındadır. Buna karşılık termik yüksek basınç alanı kutuplar üzerinde, dinamik yüksek basınç alanı ise yaklaşık 30° enlemleri civarında yer almaktadır. Genel atmosfer sirkülasyonu açısından da önemli olan bu dağılışı, ileriki konularda daha detaylı olarak ele alınacaktır. Bu genel basınç dağılışı yaz ve kış mevsiminde veya soğuk ve sıcak dönemde dünyanın hareketlerine ve güneşten alınan enerjideki değişimlere göre kuzey-güney yönünde yer değiştirmektedir (Şekil 3).



Şekil 3: Genel basınç kuşakları

Soğuk dönemde (Kuzey Yarım Küresi için) soğuyan hava koşullarına bağlı olarak kutup civarındaki dinamik yüksek basınç alanı genişlemektedir. Buna bağlı olarak 60° enlemlerinde yer alan dinamik alçak basınç alanı da orta enlemlere doğru genişlemektedir. Orta enlemlerde, 30° civarında yer alan tropikler arası yaklaşım kuşağı da Ekvator'a doğru çekilerek alanını daraltmaktadır.

Sıcak dönemde ise bu eğilim Ekvator'dan kutba doğru olmakta, sıcak ve ılıman kuşakla birlikte basınç alanları kuzeye doğru genişerek 60° enlemindeki dinamik alçak basınç ile kutup bölgesindeki termik yüksek basınç alanları daralmaktadır.

Üst atmosferde basıncın dağılışına bakıldığında gerek yıl içerisinde ve gerekse mevsimsel değişimlerde zemine göre daha sade ve muntazam bir dağılışı göstermektedir. Bunda basınç dağılışı zemin özelliklerinin etkisinin ortadan kalkması, üst atmosferdeki sıcaklık değişimleri ile zemin arasındaki farklar gibi hususlar etkili olmaktadır.

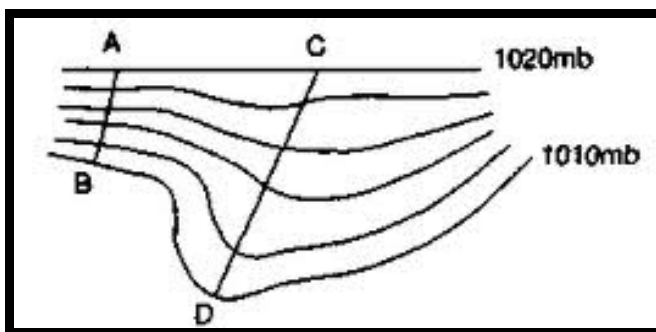
Atmosfer içinde sıcaklık ve yoğunluk farkına göre ortaya çıkan sonuçlara göre yeryüzünde basıncın dağılışı düzenli olmamakta ve zamana göre hızlı değişimler gösterebilmektedir. Ayrıca yükseltinin de etkisi ile bu dağılışı daha da karışık bir hal aldığı görülmektedir. Atmosfer basıncının yataydaki dağılışı tıpkı sıcaklık haritalarında olduğu gibi bir harita üzerinde göstermek mümkündür. Eş basınç eğrileri, basınç değerleri aynı olan

noktaların birleşiminden oluşan kuramsal bir çizgidir ve belirli seviyelerde (yeryüzü ve üst atmosfer içerisinde) basıncın dağılışını göstermek için çizilir (Şekil 4).

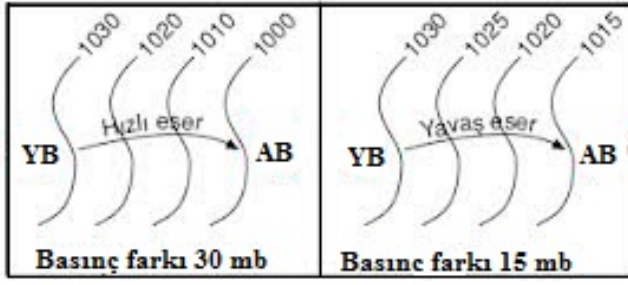


Şekil 4: Eşbasınç (İzobar) haritası. A: Alçak basınç alanını, Y: Yüksek basın alanını göstermektedir.

Yeryüzünde veya üst atmosferde iki nokta arasındaki basınç farkına “basınç gradyanı” veya “barometrik eğim” denir. Aradaki basınç farkının kuvvetli olduğu noktalar arasında izobarlar sık, az olduğu noktalar arasında ise seyrek geçer (Şekil 5). İzobarların sıklaştığı yerlerde rüzgârlar daha kuvvetli eser (Şekil 6).



Şekil 5: Basınç farkına göre izobarların dizilişi. A ve B noktaları arasındaki basınç farkı C ve D noktasına göre daha kısa mesafede görüldüğünden izobarlar daha sıktır.



Şekil 6: Basınç farkının fazla olduğu yerlerde rüzgâr daha hızlı eser.

Klimatoloji çalışmalarında aylık ve yıllık basınç haritaları kullanılmaktadır. Bununla birlikte hava tahmini çalışmalarında günlük basınç haritalarından faydalanılmaktadır. Bunun için belli saatlerde alınan eş zamanlı (sinoptik) verilerle “sinoptik basınç haritaları” çizilerek hava tahminlerinde kullanılmaktadır. Bu haritalar gün içerisinde daha çok 6 saatte bir hazırlanmakla birlikte özellikle uçuşlar için artık saatlik olarak da çizilmektedir.

Uygulamalar

Bu bölümün daha iyi anlaşılması açısından konu ile ilgili farklı kaynakların araştırılması faydalı olacaktır.

Uygulama Soruları

- 1) Basınç ve onu etkileyen etmen ve süreçlerle ilgili ne öğrendik?
- 2) Basınç kuşakları nasıl gelişiyor?
- 3) Basıncın dağılışını etkileyen etmenler nelerdir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Atmosferin (havanın) yeryüzüne yapmış olduğu ağırlık basınç olarak ifade edilmektedir. 45° enleminde deniz seviyesinde 0°C sıcaklıkta havanın gösterdiği basınç değeri normal değer olarak kabul edilmektedir. Mb cinsinden bu değer 1013 mb'dır.

Sıcaklık, yükselti ve yer çekimi gibi etkenlere bağlı olarak basınç değerleri yerden yere farklılık göstermektedir. Bu basınç farklılıkları kuşaklar hâlinde yer küre üzerinde dağılım göstermekte, aynı zamanda genel atmosfer sirkülasyonunun da motoru durumunda olmaktadır.

Sonuç olarak havanın ağırlığı olan basınç sıcaklık, yükselti, enlem derecesi gibi süreçlere bağlı olarak dünya üzerinde farklı yayılışa sahiptir. Basınç ve basınç farkı (gradyan) rüzgâr oluşumu nedeniyle özellikle genel atmosfer sirkülasyonu açısından önem taşımaktadır.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi ortalama (normal) basınç değeridir?
- a) 1009
 - b) 1010
 - c) 1013
 - d) 1015
 - e) 1017
- 2) Aşağıdakilerden hangisi yeryüzündeki basıncın dağılışını etkileyen etmenlerden değildir?
- a) Hava sıcaklığı ile basınç arasındaki ilişki yükselen hava sütunu içindeki değişimde görülmektedir.
 - b) Atmosfer basıncının değeri havanın yoğunluğu ve sıcaklıkla ilgili bir durumdur.
 - c) Serbest atmosferde alçaldıkça basınç değeri de azalmaktadır.
 - d) Yeryüzünden uzaklaştıkça basınç değeri azalmaktadır.
 - e) Basınç değeri yerçekimi ile ilgilidir.
- 3) Yeryüzünde veya üst atmosferde iki nokta arasındaki basınç farkı aşağıdakilerden hangisi ile ifade edilir?
- a) İzobar
 - b) Aklimatizasyon
 - c) Barometre
 - d) Gradyan
 - e) Sinoptik
- 4) Havanın 1 cm²'lik alana yaptığı ağırlık veya basınç gram cinsi olarak da gr'dır.

Yukarıdaki cümlede yer alan boşluğa aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- a) 1013
- b) 1000
- c) 1033
- d) 1103
- e) 1003

5) Basınç değeri aynı olan noktaların birleşiminden oluşan kuramsal çizgiye verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) Eş yükselti eğrisi
 - b) Basınç gradyanı
 - c) Barometrik gradyan
 - d) Eş basınç eğrisi
 - e) Basınç yapısı
- 6) Yeryüzünde basıncın dağılışını oluşturan etmen ve süreçler nelerdir?
- 7) Dinamik basınç kuşakları nasıl oluşmaktadır?
- 8) Termik basınç kuşakları nasıl oluşmaktadır?
- 9) Basıncı ölçen ve yazan alet hangisidir?
- 10) Alçak ve yüksek basınç nedir?

Cevaplar (Çoktan seçmeli sorular): 1C 2C 3D 4C 5D

2. YÜKSEK VE ALÇAK BASINÇ MERKEZLERİ, HAVA HAREKETLERİNİN DOĞUŞU

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde yüksek ve alçak basınç merkezlerinin doğuşu, termik ve dinamik kökenli basınç merkezleri ve buralardaki hava hareketleri öğrenilecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Yüksek ve alçak basınç merkezlerinin oluşum koşullarını araştırın.
- 2) Termik ve dinamik basınç oluşumlarını tartışın.
- 3) Alçak ve yüksek basınçta havanın yatay ve dikey hareketleri hakkında bilgi edinin.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Yüksek ve alçak basınç merkezleri, hava hareketlerinin doğuşu	Alçak ve yüksek basınç merkezleri ile ilgili terminolojik kavramları anlamak	Konu anlatımı, görsel materyal ve diğer yazılı kaynaklar yoluyla.
	Alçak ve yüksek basınç merkezlerinin oluşum ve gelişimlerini anlamak	Konu anlatımı, görsel materyal ve diğer yazılı kaynaklar yoluyla.
	Alçak ve yüksek basınçlarda yatay ve dikey hava hareketlerini anlamak	Konu anlatımı, görsel materyal ve diğer yazılı kaynaklar yoluyla.

Anahtar Kavramlar

- Rüzgâr
- Basınç
- Adveksiyon
- Diverjans
- Konverjans
- Sübsidans
- Konveksiyon

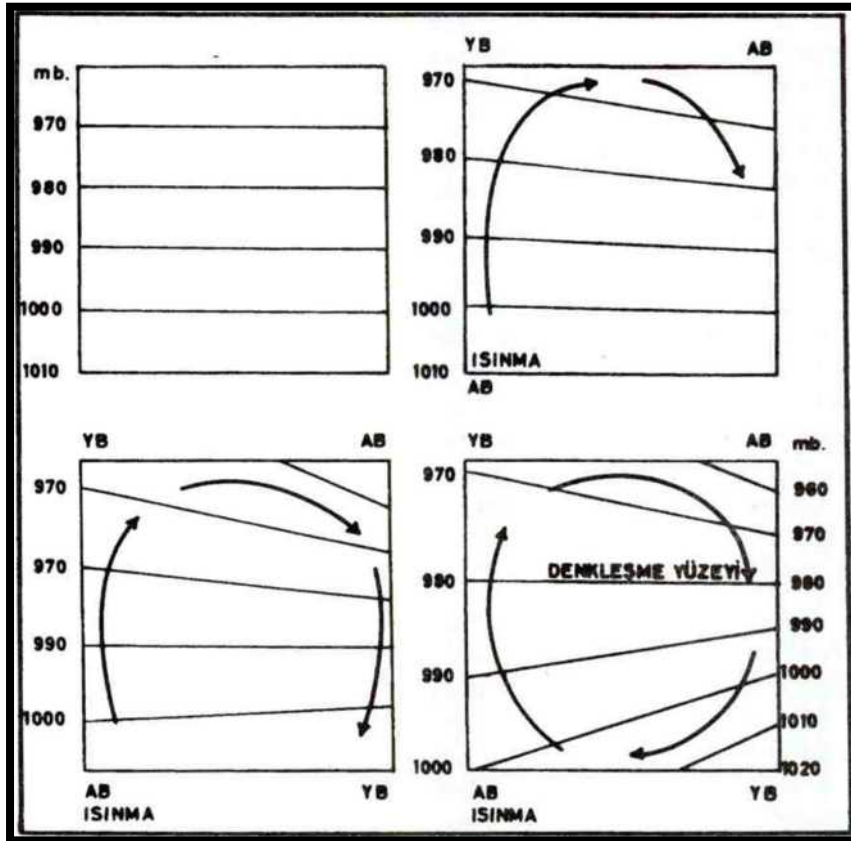
Giriş

Özellikle farklı ısınma ve soğuma koşullarına bağlı olarak yeryüzünde oluşan farklı basınç yapıları bulunmaktadır. Bu şekilde oluşan siklon ve antisiklon alanları termik ve dinamik oluşumlarına göre sınıflandırılabilir. Termik doğuşlu basınçlar, ısınmaya bağlı olarak siklonları, ya da soğumaya bağlı olarak antisiklonları oluşturmaktadır. Buna karşılık atmosferik hareketlere bağlı olarak dinamik doğuşlu siklon ve antisiklonlar da oluşmaktadır.

Yüksek ve Alçak Basınç Merkezleri, Hava Hareketlerinin Doğuşu

Yeryüzünde basınç merkezlerinin oluşumu ve dağılışı üzerinde birçok etmenin etkili olduğu belirtilmiştir. Yüksek ve alçak basınç merkezlerinin oluşumunda önemli faktörlerden biri termik koşullardır. Hava ısındığı zaman hafifler, genişler ve yükselir. Yeryüzü üzerinde alçak basınç alanı yaratır. Aksine hava soğuduğunda yoğunlaşır, ağırlaşır ve yer çekiminin etkisiyle aşağıya, yeryüzüne doğru çöker.

Buna göre bir yerde hava ısınır ve yükselir ve basınç azalırsa ya da soğuyup alçalır ve basınç artarsa çevresi ile bir dengesizlik yaratmış olur. Diğer bir ifade ile o yerle çevresi arasında bir basınç farkı ya da basınç gradyanı doğmuş olur. Ortaya çıkan bu dengesizlik ya da farkın giderilmesi hava hareketleri ile mümkün olmaktadır. Diğer bir ifadeyle iki nokta arasında ortaya çıkan basınç farkının giderilmesi için oluşan yatay harekete **rüzgâr** denilmektedir. Bu hareket yüksek basınçtan alçak basınca doğru olmaktadır. Tıpkı akarsuların dağlardan ova ve kıyılara akması gibi hava da yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket etmektedir. Bu hareket şekli 7'ye göre şöyle açıklanabilir (Erol, 2008):

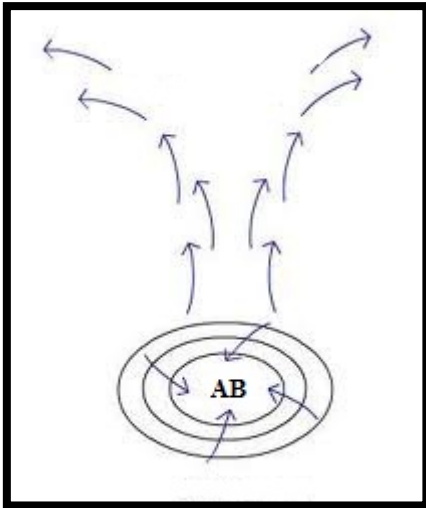


Şekil 7: Isınma-soğuma sürecine bağlı olarak basınçların oluşumu (Erol 2008).

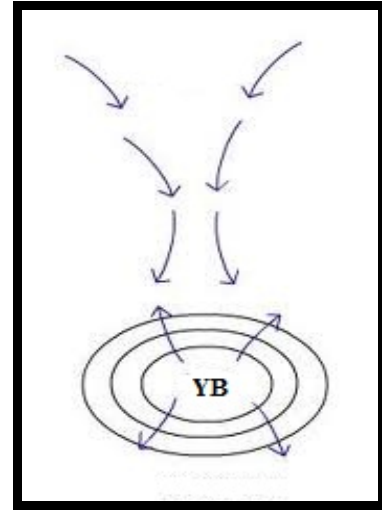
Zeminden üst atmosfere doğru basınç değişiminin düzgün hatlarla ilerlediği bir bölgede, alttan ısınma süreci başladığında hava genişleyerek yukarı doğru hareket eder. Bu nedenle o bölgede atmosferin alt tabakalarında izobarlar seyrekleşirken, yani basıncın üst atmosfere doğru değişimi daha azalırken, üst hava tabakalarında bir yığılma, sıkışma meydana gelecektir. Şekil 7'de görülen 1. ve 2. periyot bu döngünün başlangıç hâlini temsil etmektedir. Burada hava zeminden itibaren termik şartlarla ısınmış ve alçak basınç koşulları oluşmaya

başlamıştır. Termik şartlarla ortaya çıkan bu gelişim sırasında civar bölgelerde hava basıncı değişikliği yaşanmadığından o bölgelerde üst atmosferde basınç değerleri hareketin olduğu bölgeye göre daha düşük kalır. Göreceli olarak ortaya çıkan bu durum neticesinde üst atmosferde, ısınan bölgeden komşu bölgeye doğru oluşan yatay hareketle o bölgede bir yığılma ve dolayısıyla basınç yükselmesi görülür. Bununla birlikte ısınan bölgede hava yükselerek komşu bölgeye geçtiği için o bölgede hava daha da genişleme imkânı bulur ve bunun neticesinde basınç daha da düşer. Bu gelişimin devamında ısınan bölgede zeminde basınç azalırken, komşu bölgede zeminde yüksek basınç koşulları oluşmaya başlar. Böylece yüksek basınç sahası hâline gelen komşu bölgeden ısınan bölgeye doğru yatay hava akımı yani rüzgârlar oluşmaya başlar. Şekil 7'nin 3. ve 4. periyodu bu süreci açıklamaktadır.

Yukarıda açıklanan sistem ile yerden havanın ısınmasıyla termik kökenli bir hava hareketi oluşmaktadır. Bu hareket yerden yukarı doğru, dikey bir hava hareketi hâlinde gelişir. Oluşan bu dikey akım üst atmosferde çevreye doğru yayılır ve komşu alanlarda yoğunlaşarak ağırlaşan havanın aşağı doğru hareketini doğurur. Zeminde ısınarak yükselen hava bir alçak basınç alanı oluştururken (Şekil 8), üst atmosferde birikerek aşağıya doğru hareket eden hava zeminde bir yüksek basınç alanı oluşturur (Şekil 9).



Şekil 8: Isınmaya bağlı yükselim



Şekil 9: Yoğunlaşarak alçalım

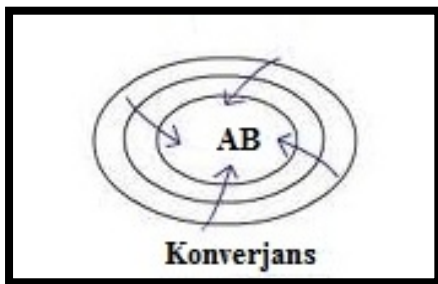
Yeryüzünde sıcaklığa, yani termik nedenlere bağlı oluşan alçak basınca karşılık komşu bölgede oluşan yüksek basınç, hava hareketlerine bağlı, yani dinamik doğuşludur.

Yukarıda açıklanan süreç çerçevesinde bir yerde ısınma nedeniyle oluşan alçak basınca doğru çevreden rüzgâr esmesi beklenir. Bu esiş bir süre gecikmeye uğrayabilir. Diğer bir ifade ile alçak basınca doğru bir hava hareketi, yani rüzgârın oluşumu hemen gerçekleşmez. Bununla birlikte eğer alçak basınç gittikçe derinleşir, ancak rüzgâr hareketi daha da gecikirse, fırtına şeklinde rüzgârların gelişmesi söz konusu olur. Yani bir bölgede basınç ne kadar düşer ve rüzgâr da gecikirse, o ölçüde fırtına gelişmesi söz konusu olur. O nedenle barometrelerde görülen ani düşüşler yaklaşan bir fırtınanın habercisidir. Yüksek basınçlarda ise hava hareketleri durgun olur.

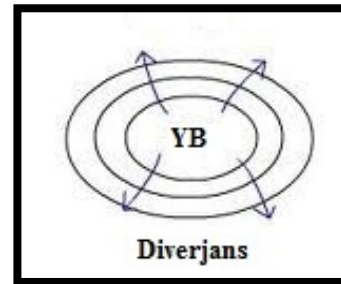
Klimatolojide alçak basınçlara barometrik depresyon veya siklon, yüksek basınçlara ise barometrik sırt ya da antisiklon denir.

2.1. Hava Hareketleri

Sıcaklık ve yoğunluk nedeniyle oluşan basınç farklarından doğan hava hareketleri özellikleri bakımında farklı adlarla tanımlanmıştır. Genel olarak yeryüzüne paralel olan tüm yatay hava hareketlerine **adveksiyon** denir. Adveksiyonun, yani yatay hava hareketinin yönü belli ise buna **rüzgâr** adı verilir. Rüzgârlar siklon alanlarında olduğu gibi çevreden merkeze doğru estiğinde buna yaklaşım, yani **konverjans** (Şekil 10), antisiklon alanlarında olduğu gibi merkezden çevreye doğru eserse buna da uzaklaşım yani **diverjans** (Şekil 11) denir.



Şekil 10: Alçak basınçta konverjans



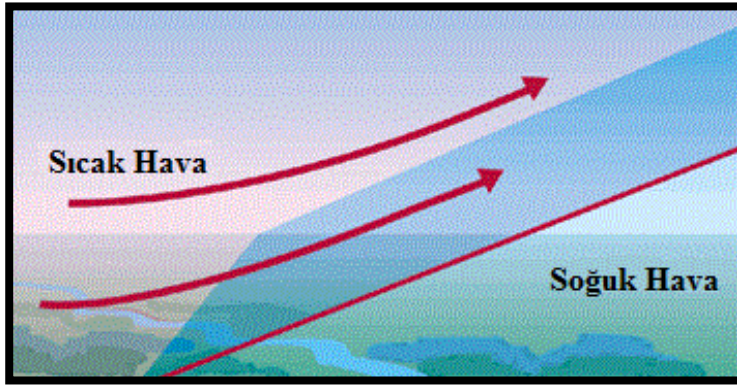
Şekil 11: Yüksek basınçta diverjans

Diğer yandan tüm dikey hava hareketlerine, yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya, **konveksiyon** denir. Ancak kullanımda genel olarak zeminden yukarıya doğru olan hava hareketleri konveksiyon olarak tanımlanmaktadır. Buna karşılık yukarıdan aşağıya doğru olan hava hareketlerine ise **sübsidans** denir.

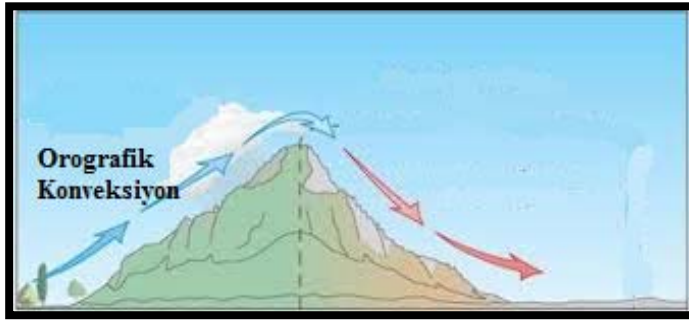
Hava yükselirken, yani konvektif hava hareketinde üst atmosferde soğuma görülmesine bağlı olarak o hava kütlesi içinde bağıl nem artar ve önce bulutlanma, ardından da yağış görülür. Buna karşılık sübsidans sırasında ise hava dışarıdan ısı alış verişinde bulunmadan (adyabatik olarak) ısındığı için bağıl nem düşer, hava giderek kuraklaşır, bulut ve yağış görülmez, açık bir gökyüzü oluşur.

Konvektif hareketler sadece alttan yani zeminden ısınma ile gerçekleşmemektedir. Konveksiyonun farklı nedenleri bulunmaktadır. Alttan ısınma ile oluşan konveksiyon (yükselim) hareketine **termik konveksiyon** denmektedir. Isınmanın kuvveti ölçüsünde termik konveksiyonlar üst atmosferde kümülünimbüs bulutlarının oluşmasına ve güçlü sağanak yağışlara neden olurlar. Ekvatorial bölgelerde görülen güçlü sağanak yağışlar bu tarz bir yükselim hareketinin sonucunda gerçekleşmektedirler. Orta enlemlerde de zaman zaman görülen bu hareketler Ekvatorial bölgeler kadar olmasalar da özellikle karasal iç gölgelerde sıcak ve kurak dönemlerde sağanak yağışlar getirebilmektedir. Bununla birlikte yatay hava hareketleri bir dağ engeli ile karşılaştıklarında, onu aşmak için dağ yamacı boyunca yükselirler. Böylece **orografik konveksiyonlar** oluşmaktadır (Şekil 12). Ayrıca sıcaklık ve nem bakımından birbirinden farklı özelliklere sahip hava kütleleri birbirleriyle karşılaştıklarında da sıcak ve hafif olan havanın soğuk ve ağır olan hava üzerine tırmanması

neticesinde **cephesel (frontal) konveksiyonlar** oluşur (Şekil 13).

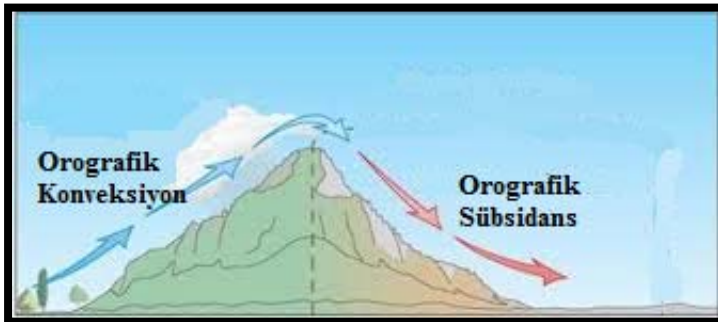


Şekil 12: Orografik konveksiyon



Şekil 13: Cephesel konveksiyon

Alçalıcı hava hareketleri, yani sübsidans oluşumunun da çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Soğuk bölgelerde ya da soğuma neticesinde **termik oluşumlu sübsidans** görülürken, dağların rüzgâra kapalı olan dulda yamaçlarında orografik alçalımlar, yani sübsidans görülebilmektedir (Şekil 14).



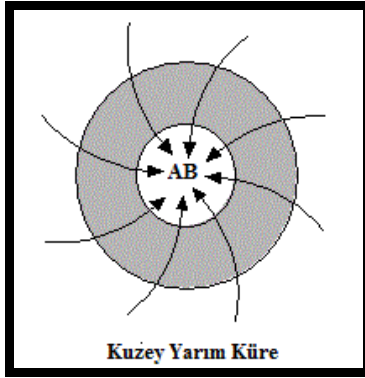
Şekil 14: Orografik sübsidans

Atmosfer içinde yatay ve dikey yönlü hareketler çoğu zaman düzgün bir akım hattı oluşturmaktan uzaktırlar. Farklı etkenlerin etkisi altında dalgalanmalar, girdap vb. hareketler göstermektedirler. Yatay ve dikey hava hareketlerinin bu karmaşık durumu **türbülans** olarak adlandırılmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi türbülans hem yatay, hem de dikey hava

hareketlerinin bir arada görüldüğü, onların karışımından doğan bir harekettir. Bu karmaşık hava hareketi adveksiyon ve konveksiyonları doğuran nedenlere (termik ve dinamik) bağlı olarak görülebileceği gibi, ileriki konularda açıklanacağı üzere, yere yakın hava tabakalarında hareket sırasında oluşan sürtünmeye bağlı olarak da oluşabilmektedir.

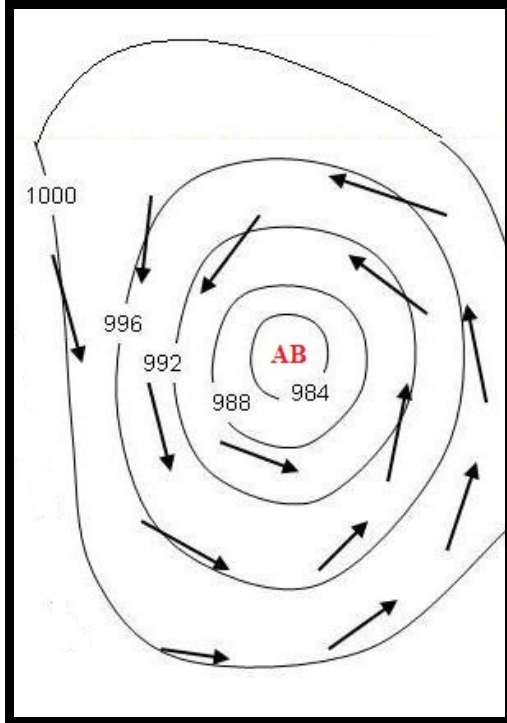
2.2. Alçak Basınçlar

Normal ya da ortalama basınç değeri olan 1013 mb'dan daha az değere sahip basınçlara alçak basın (siklon), alçak basıncın oluşturduğu alanlara da alçak basınç merkezi denilmektedir. Siklonlarda hava hareketi yükselici yani konveksiyonel bir özellik gösterir. Yeryüzünde ise hareket çevreden merkeze doğrudur (Şekil 15).



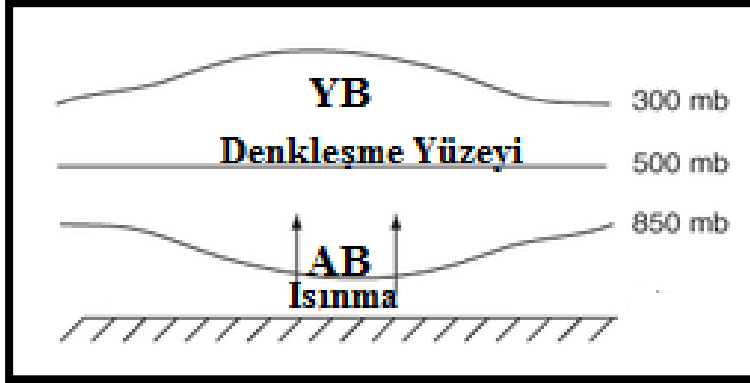
Şekil 15: Kuzey Yarım Küre’de alçak basıncın (Siklon) hareketi

Alçak basınç alanlarında izobarlar şekil 15’deki gibi düzenli daire şeklinde değil daha çok oval görünümlü bir hal alırlar (Şekil 16).



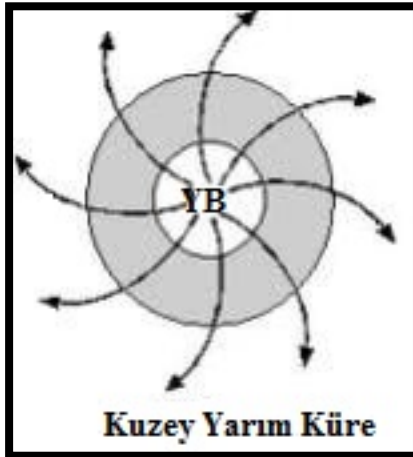
Şekil 16: Alçak basınç merkezinde izobarların görünümü.

Isınmaya bağılı olarak oluřan termik doęuřlu siklonlarda havanın alt tabakalarında sıcaklık yüksek, basınç dūřuktur. Buna karřılık termik doęuřlu siklonların ūst katları soęuk olur ve bu nedenle termik doęuřlu siklonların ūst atmosfer bōlūmūnde yūksək basınç alanı vardır (řekil 17).



şekil 17: Termik doğuşlu siklonlarda basıncın değişimi

Bu özelliklerine bağılı olarak termik siklonların kalınlığı azdır ve sığ siklonlar olarak adlandırılırlar. Bu siklon alanları aynı zamanda çevrelerine göre sıcaktır. Böylece sıcak ve sığ olan bu siklonlara **sıcak çekirdekli siklonlar** denilmektedir.



řekil 18: Kuzey Yarıym Kūrede yūksək basınç (Antisiklon) hareketi

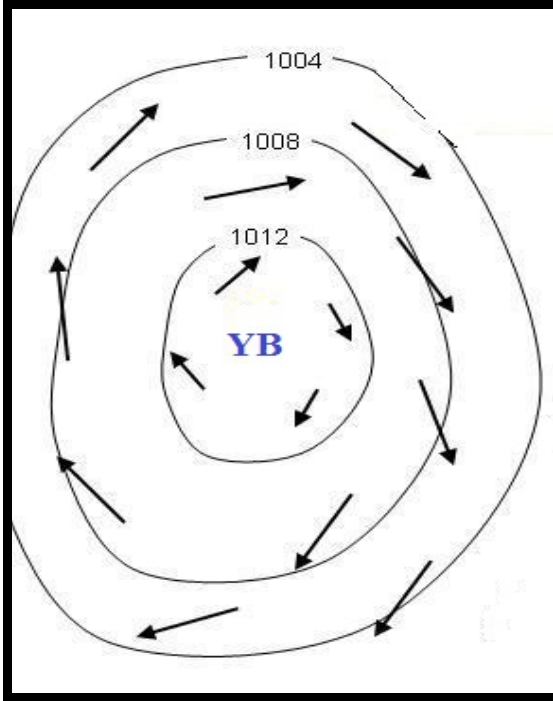
Termik doęuřlu sıę ve sıcak çekirdekli siklonların yanı sıra **dinamik doęuřlu siklonlar** da mevcuttur. Bu tip dinamik doęuřlu siklonlarda basınç normalden fazla dūřuk olmayabilir. Ancak bu tip alçak basınç merkezlerinin varlığı ūst atmosfere kadar uzanabilir. Bu nedenle dinamik çekirdekli alçak basınçlar derin siklonlardır. Bununla birlikte dinamik doęuřlu alçak basınç merkezlerinin oluřmasında sıcaklık etkili olmadığı için bu tip siklonlar çevrelerine oranla çok sıcak olmayabilirler. Bu nedenle bu tip siklonlar soęuk çekirdekli siklon olarak da adlandırılırlar. Derin olan bu siklonlar özelliklerini ūst atmosfere kadar taşırlar. Ancak hareketleri sırasında yeryūzūne sūrtūnmenin de etkisiyle alt kesimler ile ūst kesimler aynı ekseninde olmayabilir. Siklonun ūst merkezi hareket yönūnde birkaç yūz kilometre ileride olabilir. Bu durumda hava akımları yūkselici olmakla birlikte yūkseldikçe ileriye doęru kayma gösterebilir. Bu tip siklonların en belirgin örneklerinden biri yaklaşık 60°

enlemlerinde oluşan polar cepheye bağılı dinamik doğuşlu gezici siklonlardır. Türkiye’de de özellikle kış koşullarının şekillenmesinde etkili olurlar.

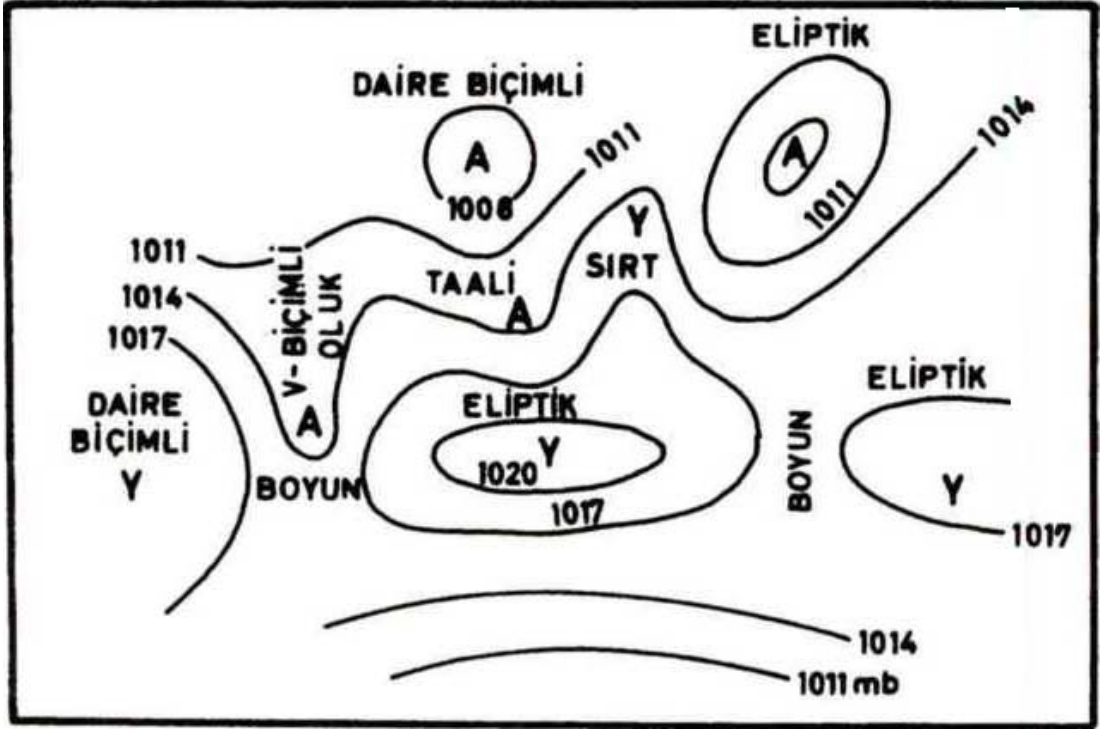
2.3. Yüksek Basınçlar

Yüksek basınçlarda hava hareketi alçalıcı yani sübsidans şeklindedir. Yüksek basınç (antisiklon) alanlarında yeryüzünde hareket merkezden çevreye doğru uzaklaşım (diverjans) şeklindedir (Şekil 18).

Antisiklonlarda da izobarlar siklonlarda olduğu gibi yeryüzünde oval bir görünüm almaktadırlar (Şekil 19). Bununla birlikte sırt, boyun ve oluklar da basınç alanlarının izobar tipleri olarak görülmektedirler (Şekil 20). Antisiklon alanlarında hava alçalıcı bir özellik gösterdiği için, alçalan hava adyabatik olarak ısınmakta, dolayısıyla yoğunlaşma, bulut oluşumu ve yağış hadiseleri görülmemektedir. Buna karşılık hava açık, güneşli ve rüzgâr şiddeti az ya da hemen hemen yok gibidir. Eğer antisiklon termik doğuşlu değilse çevresine göre her mevsim sıcak bir etki bırakır.



Şekil 19: Yüksek basınç merkezinde izobarların görünümü



Şekil 20: Eş basınç eğrilerinin (izobarlar) tipleri (Erol, 2008).

Termik doğuşlu antisiklonların oluşumunda zeminden (yeryüzünden) soğuma etkili olduğu için buralarda hava soğuktur. Termik antisiklonların dikey kesitinde izobarlar alt seviyede kabarık görülürler. Yaklaşık 3-4 km sonra bu görünüm değişmeye başlar. Önce bir denkleşme yüzeyi, yani izobarların yeryüzüne paralel olduğu bir görünüm, sonrasında da antisiklon şartlarının yerini siklon şartlarına bırakmasıyla izobarlarda çökme görülür. Termik antisiklonlar soğuma ile oluştuğu için soğuk çekirdekli dirler. Aynı zamanda antisiklonik şartlar atmosferin üst kesimlerine kadar taşınmadığı için de termik antisiklonlar sık antisiklonlardır. Termik antisiklonlara iyi örneklerden biri Türkiye'yi de kış koşullarında etkileyen Sibiry Antisiklonu (yüksek basınç merkezi) dur. Kuzey yarım kürede kış koşullarında etki alanını genişleten Sibiry antisiklonu dönem dönem Türkiye üzerinde soğuk ve karlı havaların da oluşmasının nedeni olmaktadır.

Termik doğuşlu antisiklonlara karşılık **dinamik doğuşlu antisiklonlarda** basınç çok yüksek olmayabilir. Dinamik antisiklonların oluşumunda zeminden soğuma değil, üst atmosferdeki alçalcı hava hareketleri etkili olduğu için yeryüzünde hava sıcaktır. Bu nedenle dinamik doğuşlu antisiklonlar aynı zamanda **sıcak çekirdekli** antisiklonlardır. Bununla birlikte dinamik doğuşlu antisiklonlarda yüksek basınç koşulları tropopavza kadar devam edebilir. Bu nedenle dinamik doğuşlu antisiklonlar aynı zamanda derin antisiklonlardır. Bu antisiklonların iyi örneklerinden biri de özellikle yaz koşullarında Türkiye'yi de etkileyen Asor Yüksek Basınç Merkezi'dir. 30° enlemlerinin ve subtropikal dinamik yüksek basınç kuşağının bir parçası olarak Asor antisiklonu, Afrika'nın batısında, Asor adaları üzerinde oluşmaktadır.

Uygulamalar

Basınç merkezlerinin oluşum ve gelişimlerini çeşitli kaynaklardan araştırarak ve çizim yoluyla tekrar ediniz. Yer ve üst atmosfer basınç haritalarından (www.mgm.gov.tr adresinde bulunabilir) ayırt etmeye çalışınız.

Uygulama Soruları

- 1) Termik doğuşlu alçak basınç merkezi neden sıcak çekirdeklidir?
- 2) Havanın yatay hareketine ne denir?
- 3) Diverjans ve konverjans nedir?
- 4) Kaç çeşit konveksiyon vardır, açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Yerküre üzerinde özellikle farklı ısınma ve soğuma süreçleri neticesinde oluşan yüksek ve alçak basınçlar etkiledikleri alanlarda farklı meteorolojik etkiye de sahiptirler. Zeminden ısınma ve soğumanın etkisiyle termik kökenli basınç merkezleri oluşmaktadır. Zeminden ısınma termik alçak basınç merkezlerinin, soğuma ise termik yüksek basınç merkezlerinin oluşumuna neden olmaktadır.

Termik nedenler dışında dinamik etkenlere de bağlı olarak basınç merkezleri oluşmaktadır. Yine atmosferik süreçlerle alçalan hava hareketleri antisiklonları oluştururken, yükselici hava hareketleri de siklon alanlarının oluşturmaktadır.

Özellikle farklı ısınma ve soğuma koşullarına bağlı olarak yeryüzünde oluşan farklı basınç yapıları bulunmaktadır. Bu şekilde oluşan siklon ve antisiklon alanları termik ve dinamik oluşumlarına göre sınıflandırılabilir. Termik doğuşlu basınçlar, ısınmaya bağlı olarak siklonları ya da soğumaya bağlı olarak antisiklonları oluşturmaktadır. Buna karşılık atmosferik hareketlere bağlı olarak dinamik doğuşlu siklon ve antisiklonlar da oluşmaktadır.

Bölüm Soruları

1) Yeryüzüne paralel hava hareketine verilen ad aşağıdakilerden hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

- a) Diverjans
- b) Sübsidans
- c) Adveksiyon
- d) Konverjans
- e) Konveksiyon

2) Alçalan veya yükselen havanın dışarıdan ısı alışverişi bulunmadan gerçekleştirdiği sıcaklık değişimini anlatmak için kullanılan ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Dinamik oluşum
- b) Termik gelişim
- c) Sıcak çekirdekli siklon
- d) Adyabatik
- e) Konveksiyon

3) Aşağıdaki tanımlardan hangisi yanlıştır?

- a) Hava yükselirken mutlak nemi artar.
 - b) Dikey yöndeki hava hareketlerinin tümüne konveksiyon denir.
 - c) Kuzey Yarım Kürede siklon hareketi saat istikametinin tersi yönündedir.
 - d) Güney Yarım Kürede antisiklon hareketi saat istikametinin tersi yönündedir.
 - e) Dinamik doğuşlu antisiklonlar aynı zamanda sıcak çekirdekli antisiklonlardır.
- 4) Dinamik doğuşlu antisiklonlar aynı zamanda antisiklonlardır.

Yukarıdaki ifadede noktalı yere gelmesi gereken tanım aşağıdaki hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

- a) Sıcak çekirdekli
- b) Soğuk çekirdekli
- c) Alçalıcı
- d) Yükselici

- e) Diverjans hareketli
- 5) Yatay ve dikey hava hareketlerinin karmaşık durumuna verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- a) Sübsidans
- b) Diverjans
- c) Konverjans
- d) Türbülans
- e) Konveksiyon
- 6) Dinamik doğuşlu antisiklonlar neden sıcak çekirdekli?
- 7) Havanın dikey yönlü hareketi nasıl oluşur?
- 8) Sübsidans nedir ve hangi basınç yapısında görülür?
- 9) Türbülans nedir?
- 10) Denkleşme yüzeyi nedir?

Cevaplar: 1C, 2D, 3A, 4A, 5D

3. BASINCIN DAĞILIŞI VE DÜNYA ÜZERİNDEKİ DURUMU İLE RÜZGÂRLARIN BELİRGİN ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde şunlar öğrenilecektir: Basıncın yıllık ve mevsimlik dağılışı sıcaklığın küresel dağılışı ile ilişkili olarak gelişmektedir. Ekvator ve çevresi sürekli alçak basınç alanı olurken, kutup bölgeleri de yüksek basınç sahası hâlinedir. Küresel rüzgâr sistemleri de basıncın dağılışı süreçleri çerçevesinde mevsimsel dağılışı göstermektedirler. Bu çerçevede basıncın yerküre üzerindeki dağılışı ve rüzgârla ilgili kavramlar öğrenilecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Yerküre üzerinde basıncın dağılışı hñagi koşullara göre değişmektedir?
- 2) Rüzgâr nedir? Belirgin özellikleri nelerdir?
- 3) Hâkim rüzgârlar hangi özelliklerine göre belirir, araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Basıncın dağılışı ve dünya üzerindeki durumu ile rüzgârların belirgin özellikleri	Yıllık ve mevsimlik basınç dağılışı hakkında bilgi edinebilmek.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Rüzgârla ilgili temel kavramlar hakkında bilgi edinebilmek.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

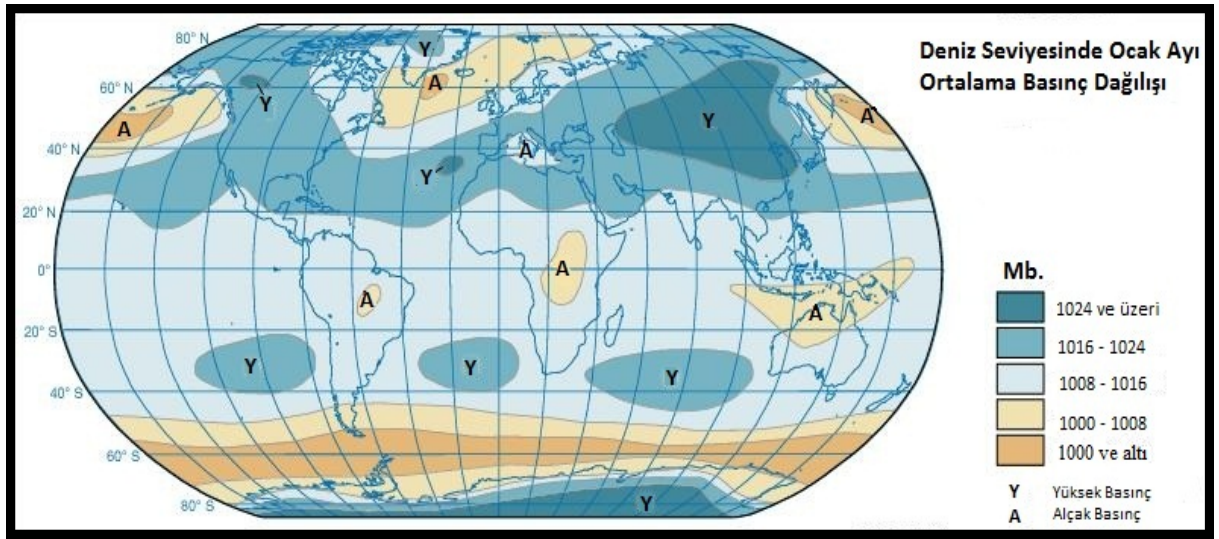
Anahtar Kavramlar

- Basınç dağılışı
- Bofor skalası
- Knot
- Hamleli rüzgâr

Giriş

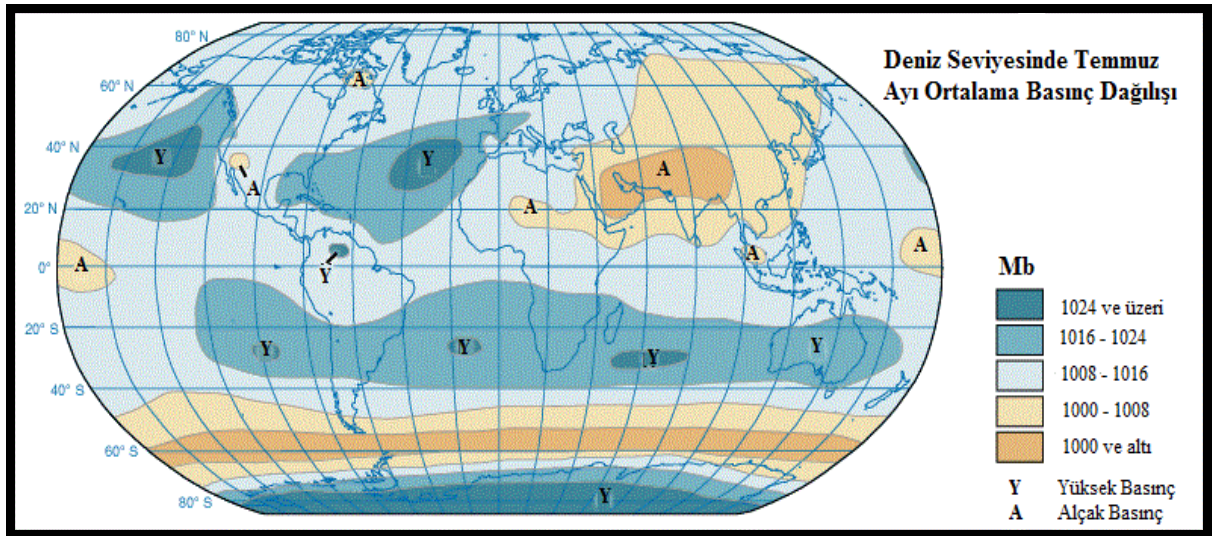
Bu bölümde basınç dağılışı incelenmiştir. Basıncın yıllık ve mevsimlik dağılışı sıcaklığın küresel dağılışı ile ilişkili olarak gelişmektedir. Ekvator ve çevresi sürekli alçak basınç alanı olurken, kutup bölgeleri de yüksek basınç sahası hâlinedir. Küresel rüzgâr sistemleri de basıncın dağılışı süreçleri çerçevesinde mevsimsel dağılışı göstermektedirler. Bu çerçevede küresel ölçekte basıncın dağılışı yanında, yerel koşullarda belirgin olarak hissedilen rüzgâr ve rüzgârla ilgili hız, frekans gibi özellikler de bu bölümde ele alınmıştır.

gelişmiştir.



Şekil 21: Ocak ayında basıncın dağılışı (sea level: average sea-level atmospheric pressures in January. Map/Still. Britannica Online for Kids. <<http://kids.britannica.com/comptons/art>>.)

Sıcak dönemde basıncın dağılışı ise Güney Asya'da gelişen bir alçak basınç alanı ile Atlantik üzerinde gelişen yüksek basınç alanı Türkiye'yi ilgilendiren temel basınç merkezleri olmaktadır (Şekil 22). Bununla birlikte güney yarım kürede 20-40° enlemleri arasında bir yüksek basınç sahası gelişmiştir.



Şekil 22: Temmuz ayında basıncın dağılışı (sea level: average sea-level atmospheric pressures in July. Map/Still. Britannica Online for Kids.<<http://kids.britannica.com/comptons/art-143376>>.)

Basınç dağılışıda görülen yıllık ve mevsimlik bu değişimler, basınç merkezlerinin varlığına bağlı olarak gelişen rüzgârların oluşumunu da etkilemektedir. Basınç süreçleri ile birlikte rüzgârların oluşumu da bu süreçlere bağlı olarak gelişir. Rüzgâr durumunu

açıklamaya geçmeden önce rüzgârla ilgili temel kavramları açıklamak gerekir.

Rüzgâr, havanın yönlü hareketidir. Başka bir ifade ile rüzgâr yatay yönde yer değiştiren hava kütlelerinin hareketi olarak da ifade edilebilir. Bu hareket ortamlarda farklı şekilde görülmekte veya hissedilmektedir. Yani doğada, açık havada bitkiler üzerinde, ya da kentlerde farklı cisimler üzerinde, kısaca görsel olarak hissedilebilen bir harekettir.

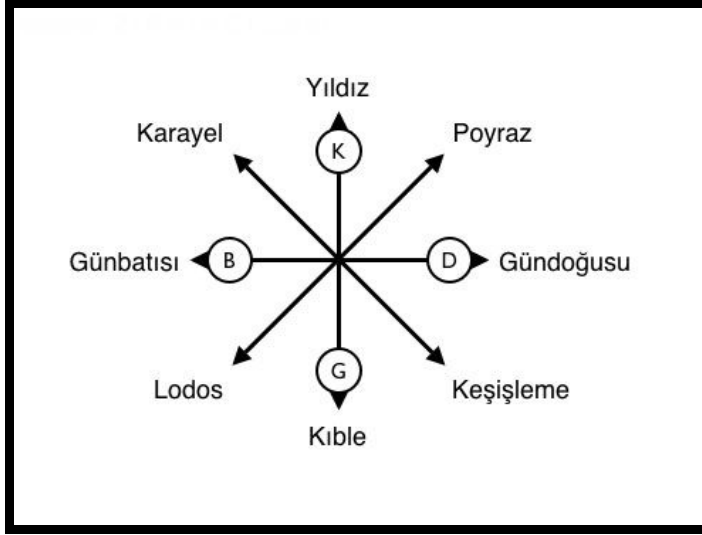
Rüzgâr, sıcaklık, nem gibi etkileri doğrudan hissedilen meteorolojik bir elemandır. Esiş sıklığı ya da şiddeti veya yönü ile kendini hissettirir. Bu açıdan rüzgârın belirgin özelliklerini hızı, esiş sıklığı ve yönü olarak 3 şekilde ifade etmek mümkündür.

3.1.Rüzgârın Belirgin Özellikleri

3.1.1.Rüzgârın Yönü

Rüzgârın yönü aslında bulunduğumuz yere doğru geldiği yöndür. Yani bulunduğumuz yere hangi yönden esiyorsa rüzgâr yönü o yöndür. Bu yön genel olarak coğrafi yönlerle ifade edilmektedir. Örneğin, kuzey ya da kuzeybatı rüzgârı gibi (Şekil 23). Genel olarak dört ana yön ve dört ara yön en çok kullanılan ifadeler olmakla birlikte çalışma detayına göre alt ara yönler de kullanılabilir. Coğrafi yönlere göre verilen bu tanımlamaların yanında yerel olarak kullanılan isimler de vardır. Aslında bu isimler yerden yere farklılık göstermekle birlikte genel kabul görmüş isimler de mevcuttur. Ancak özellikle detaylı, bilimsel çalışmalarda daha çok coğrafi yönlerin kullanıldığı bilinmektedir. Detaylı çalışmalarda daha çok pusula dereceleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte coğrafi yönlerin yanında kullanılan isimler de Şekil 23’de gösterilmiştir. Rüzgâr yönlerini ve özellikle hâkim rüzgâr yönlerini göstermek için çizilen şekillere ise rüzgârgülü denilmektedir.

Rüzgâr yönleri meteorolojik hadiseler için önemlidir. Çünkü rüzgârlar estikleri yönden, o yöne ait hava koşullarını da beraberlerinde getirirler. Örneğin Türkiye için kuzey rüzgârları genellikle soğuk, serin, güneybatı rüzgârı ise arkasından yağış getiren bir rüzgârdır. Bununla birlikte rüzgâr yönünün özellikle denizciler ve havacılar için de ayrı bir önemi vardır. Bilindiği gibi karadan denize doğru esen rüzgârlar dalgaya neden olmazken, denizden karaya doğru esen rüzgârlar dalga getirirler. Benzer şekilde uçuculukta da rüzgâr yönü uçağın güvenli ve daha ekonomik uçuşu için önemlidir.



Şekil 23: Rüzgâr yönleri ve Türkiye’de kullanılan yerel rüzgâr isimleri.

Bunun dışında rüzgâr yönleri çiftçiler için ya da orman yangınları açısından da önemlidir. Geldiği yön açısından kurak esen rüzgârlar tarladaki ürünü etkileyebildiği gibi yine kurak esen rüzgârlar orman yangını riskini de arttırırlar. Bu açıdan Türkiye’nin güney kıyılarında, kuzeyden esen rüzgârlar, dağlardan aşağı doğru eserken bir yandan hız kazanır, diğer yandan daha sıcak ve kurak hâle gelerek orman yangını riskini arttırmaktadır. Bu nedenle güney kıyılarımızda esen kuzey rüzgârları çeşitli riskleri de beraberlerinde getiriler.

Rüzgâr ve rüzgâr yönünün önemi açısından, rüzgârın hangi yönden estiği iklim çalışmalarında üzerinde önemle durulan konulardan biridir. Böylece bir bölgede ya da alanda belirli süreler dâhilinde en çok esen rüzgâr yönü saptanmaya çalışılır ki bu rüzgârlara **hâkim rüzgârlar** denir. Her bölgenin hâkim rüzgâr yönü o bölgede genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı hava kütlelerinin etkilerine, yükselti, bakı ve orografî gibi temel fiziki coğrafya özelliklerine göre şekillenir. Hâkim rüzgâr yönünü bulmak için rüzgârların estikleri yöne göre esiş sayılarına (frekans) bakılır. Ancak aynı zamanda hâkim rüzgâr yönünü bulmak için frekansla birlikte hızı da hesaba katan yöntemler de mevcuttur.

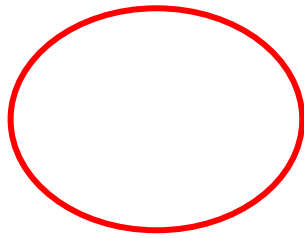
Rüzgâr yönü meteorolojide rüzgâr okları ile bulunur (Şekil 24). Ayrıca rüzgâr oku ile birlikte rüzgâr hızını ölçmek için anemometre de birlikte yer alır (Şekil 24). Meteorolojide kullanılan bu aparatların dışında hava alanlarında veya karayollarında rüzgâr hızını ifade edebilmek amacıyla rüzgâr torbaları da kullanılır (Resim 5). Ayrıca karayollarında da rüzgârlı bölgeleri işaret etmek üzere kullanılan tabelalar vardır. Bugün meteorolojide kullanılan otomatik istasyonlarda da rüzgâr sensörü olarak bu aparat kullanılmaktadır (Resim 6).



Şekil 24: Rüzgâr oku ve anemometre.



Resim 5: Havaalanı ya da karayollarında kullanılan rüzgâr torbaları



Resim 6: Otomatik meteoroloji istasyonunda rüzgâr oku

Yerde yapılan bu rasatlara karşın üst atmosferde balonla yapılan rasatlarda rüzgâr yönleri de saptanmaktadır.

3.1.2.Rüzgâr Hızı

Rüzgâr hızı aynı zamanda bir yerden bir yere doğru hareket hâlinde olan havanın hızıdır. Hızın ifade edilmesi saniyede metre (m/sn) ya da saatte kilometre (km/saat) şeklinde olur. Ancak bazı ülkelerde ve özellikle denizcilikte saatte mil (mil/saat) olarak da ifade edilmektedir. Rüzgâr hızı meteorolojik hadiselerin gücünü gösterebilen önemli bir işarettir. Rüzgâr hızının yüksek olduğu zamanlar “fırtına” olarak adlandırılmakta ve etkileri daima dikkat çekmektedir. Çünkü fırtınalar can ve mal kayıpları yaratan önemli doğal hadiselerdir.

Rüzgârın hızı aynı zamanda yüzeye yaptığı basınç ile doğru orantılı olarak değişir. Başka bir ifade ile hızlı (şiddetli) rüzgârlar yüzeyler üzerinde daha fazla yıkıcı etki yapma riski taşımaktadırlar. Rüzgârın bu yıkıcı etkisi yüzey üzerinde oluşturduğu basınçtan gelir. Çarpma basıncı ise rüzgâr hızı artışının karesi ile doğru orantılı olarak artar. Örneğin 1 m/sn hızla esen bir rüzgârın 1 m²'lik yüzeye yaptığı basınç 0.076 kg olduğu hesaplanmıştır (Erol, 2008). Rüzgâr hızı 2 m/sn olduğunda ise yüzeye yapılan basınç 0.3 kg olur ki bu 1 m/sn'lik rüzgâr etkisinin 4 katı kadardır. Bu nedenle çok şiddetli rüzgârların yıkıcı etkisi de o derece yüksek olur. Zaman zaman ağaçları yerinden söken, araçları deviren ya da savuran rüzgârlara ilişkin haberler basında yer almaktadır.

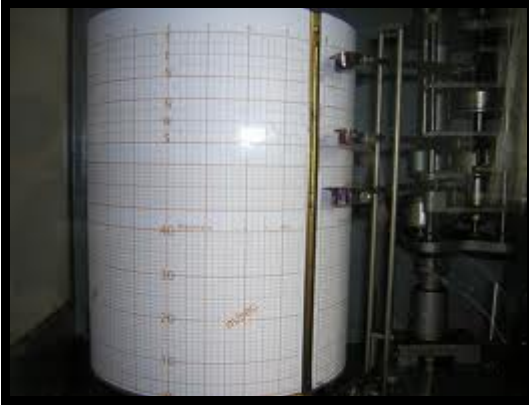
Rüzgârlar meteorolojik ölçümlerde düzenli bir hava akımı gibi algılsalar da gerçekte yön ve hız bakımından düzenli bir seyir izlemezler. Bir rüzgârgülü izlenecek olursa, sürekli yön değiştirdiği, hızın ise azalıp çoğaldığı görülebilir. Rüzgâr hamleler yaparak eser ki buna **rüzgâr hamlesi** ya da **hamleli rüzgâr** denir. Bu tarz rüzgârlar daha çok karalar üzerinde ve zemine yakın tabakalarda görülür. Çünkü kara yüzeyindeki morfolojik şekiller rüzgâr hızı ve yönü üzerinde etkiye sahiptirler. Ancak açık denizlerde ve serbest atmosferde bu tarz bir etkiden bahsetmek mümkün değildir.

Rüzgârların hızı **anemometre** denilen aletle ölçülür (Resim 7). Anemometreler resim 7'de görüldüğü gibi kepçe şeklinde rüzgârla birlikte dönen ve rüzgâr hızına göre dönüş hızı değişen aletlerdir.



Resim 7: Anemometre

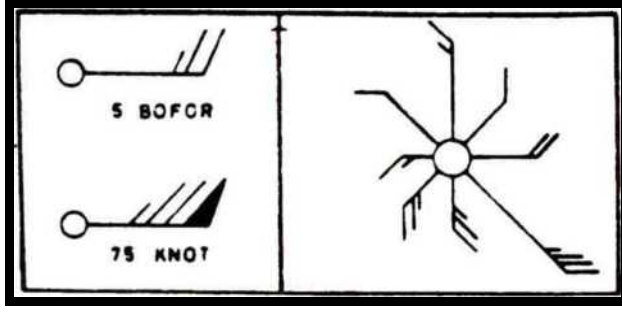
Anemometrelerde bulunan sistem sayesinde o andaki rüzgâr hızını tespit etmek mümkündür. Bununla birlikte anemometre prensibinde çalışan, ancak ölçtüğü hızı milimetrik bir kâğıt üzerine işaret eden (yazan) aletler de vardır ki bunlara anemograf denir (Resim 8). Anemograflar anemometrelerin ölçtüğü rüzgâr hızını özel bir mekanizma ile milimetrik kâğıt üzerine çizerler. Ancak son yıllarda gelişen otomatik meteoroloji istasyonlarında bu işler artık dijital olarak yapılmakta ve kaydedilmektedir.



Resim 8: Anemograf

Rüzgâr hızını belli bir sınıflandırma altında tanımlamak üzere geliştirilmiş ölçekler vardır. Bunların en çok bilinen ve yaygın kullanılanlarından biri ise **Bofor ölçeği**dir. Bofor ölçeği (veya ıskalası) rüzgâr hızını kara ve deniz üzerindeki etkilerine göre tahmin etmek için kullanılmaktadır (Erol 2008).

Rüzgârın yön ve hızı özellikle meteorolojik çalışmalarda birlikte gösterilir. Meteorolojide kullanılan yer ve üst atmosfer kartlar rüzgâr yön ve hızını gösterir. Bu kartlar meteoroloji istasyonunun konumuna göre yerleştirilir. Bu sayede o istasyonda o rasat saatinde rüzgârın yönü ve hızı belirtilmiş olur (Şekil 25.).



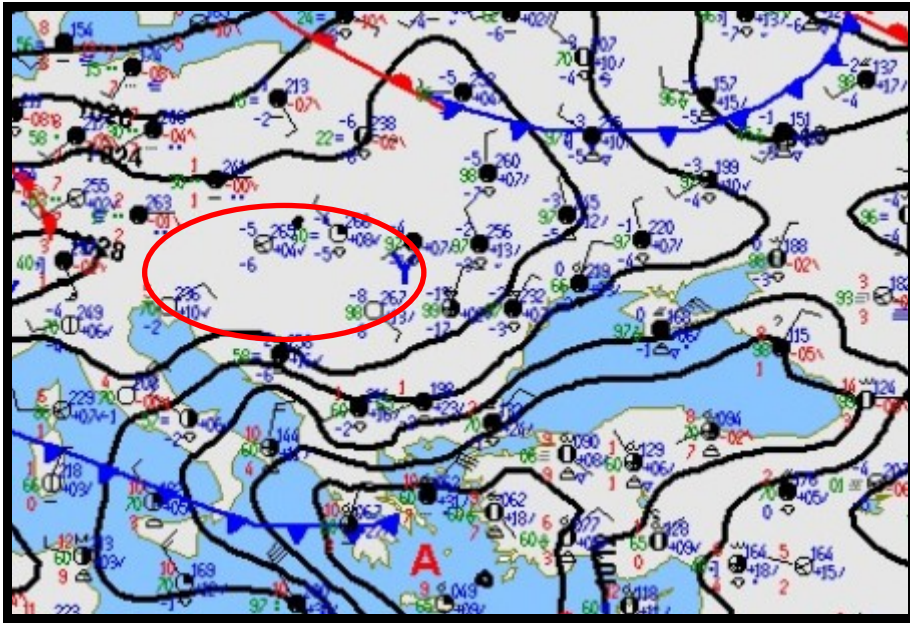
Şekil 25: Meteoroloji haritalarında rüzgârın yön ve hızının gösterilmesi (Erol, 2008).

Şekildeki yuvarlak alan meteoroloji istasyonunu, o yuvarlağa doğru gelen uzun çizgi rüzgâr yönünü ve çizginin diğer ucundaki kanatçıklar da rüzgâr hızın gösterir. Tam kanatçık 2 bofor hızını, yarım kanatçık 1 bofor hızını, knot olarak ise içi dolu kanat 50, tam çizgi 10 ve yarım çizgi 5 knot'ı gösterir. Sağdaki şekilde ise bir meteoroloji istasyonunda çeşitli yönlerden esen rüzgârların yön, frekans ve hızları bir arada gösterilmektedir.

BOFOR ÖLÇEĞİ

Bofor No:	Rüzgârın Adı	Hız		Rüzgâr Etkisi İle Oluşan Olaylar	
		m/sn	Km/saat	Karada	Denizde
0	Durgun	0-1	0-4	Duman dikine yükselir.	Deniz çarşaf gibi
1	Hafif Esinti	1-2	4-6	Duman biraz eğimli yükselir.	Çok hafif, köpüksüz dalgacıklar
2	Hafif Briz	2-4	6-12	Rüzgâr yüzde hissedilir.	Hafif, köpüksüz dalgalar
3	Zayıf Briz	4-6	12-19	Yapraklar sallanır bayraklar dalgalanır.	Dalga sırtları çatlamaya başlar.
4	Mutedil Briz	6-8	19-27	Tozlar, sokaktaki kâğıtlar havalanır, küçük dallar sallanır.	Biraz uzun, yer yer köpüklü dalgalar
5	Sert Briz	8-10	27-35	Küçük ağaçlar eğilir, sallanır.	Uzun dalgalar, köpük sıraları
6	Kuvvetli Rüzgâr	10-12	35-45	Telgraf direkleri ses çıkarır.	Büyük dalgalar çok köpüklü sırtlar

7	Şiddetli Rüzgâr	12-15	45-55	Ağaçlar tamamen sallanır.	Deniz kabarmış, köpükler parçalar hâlinde
8	Fırtınamsı Rüzgâr	15-18	55-66	İnce dallar kırılır yürümek güçleşir.	Yüksek dalgalar, büyük parçalar hâlinde köpükler
9	Fırtına	18-21	66-77	Binalarda küçük zararlar olur, baca kapakları uçar.	Çok yüksek dalgalar, savrulan köpükçükler
10	Şiddetli Fırtına	21-25	77-90	Ağaçlar kökünden sökülür, evlerde büyük zararlar olur	Çok yüksek dalgalar, deniz tamamen köpüklü
11	Orkanımsı Fırtına	25-30	90-105	Her yerde büyük zararlar olur.	Okyanuslarda gemilerin görünemeyeceği kadar büyük dalgalar
12	Orkan-Kasırğa	30'dan Fazla	105'den Fazla	Çok büyük zararlar olur.	Deniz yüzü köpüklerle dolar, göz gözü görmez.

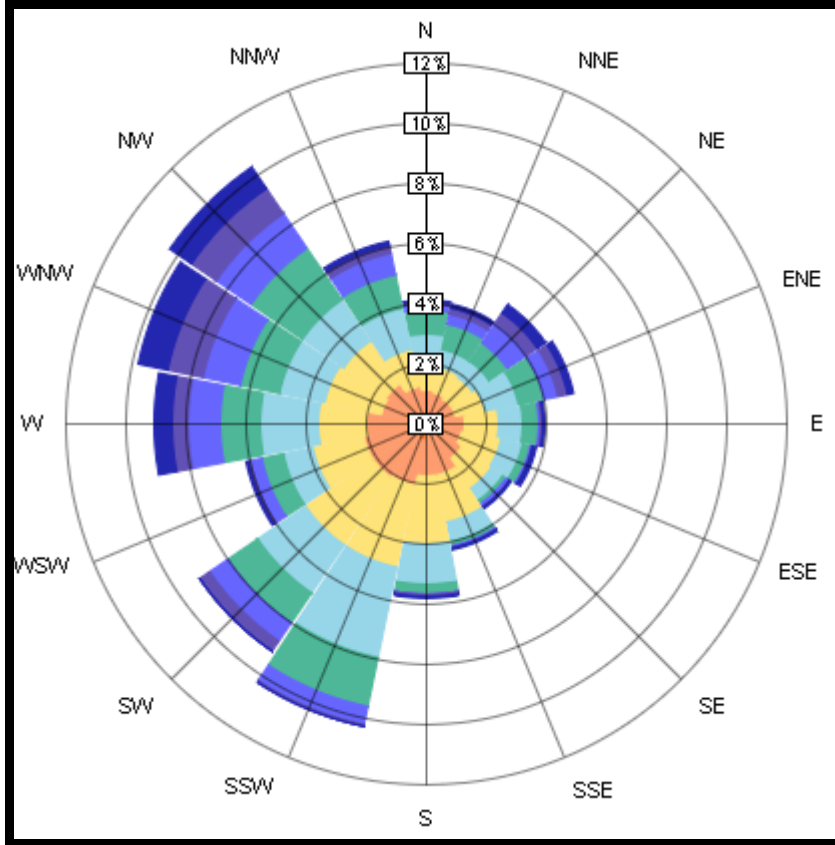


Şekil 26: Yer kartında meteoroloji istasyonlarında rüzgâr yön ve hızının gösterilişi. Örnek alan kırmızı oval şeklin içinde yer almaktadır.

3.1.3.Rüzgârın Esme Sıklığı (Frekansı)

Rüzgâr yönleri hava koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Bu koşullar hava kütlelerinin geliş yönüne bağlı olarak getirdikleri havanın karakterlerinin taşınması açısından da önemlidir. Bu açıdan rüzgâr hızı ve yönü kadar esme sıklığı ya da frekansı da bilinmelidir.

Buna göre **rüzgâr frekansı** belirli bir yönden esen rüzgârın esiş sıklığına denmektedir. Bu rakam frekansı bulunmak istenen rüzgâr yönünün esme sayısının bir zaman ölçü birimine göre yüzdesel oranını ifade etmektedir. Bu zaman dilimi yapılacak çalışmanın içeriğine veya ölçeğine göre gün, ay, yıl veya farklı bir dilimi ifade edebilir. Elde edilen rüzgâr frekansları rüzgârgülü yardımı ile gösterilebilmektedir (Şekil 27). Rüzgârgülünde esen rüzgârların frekansları veya sıklıkları belli bir oran dâhilinde gösterilir ve böylece o alanda esen hâkim frekans yönüne sahip rüzgâr bir diyagram üzerinde gösterilmiş olur.



Şekil 27: Örnek rüzgârgülü diyagramı

Rüzgârgülü diyagramları tek bir meteoroloji istasyonu için çizilebileceği gibi bir harita üzerinde çalışılan alanda yer alan tüm istasyonlar için de çizilebilir. Böylece ortaya hâkim rüzgâr yönleri çıkmış olur.

Uygulamalar

Karayollarında veya havaalanlarında rüzgâr yön ve hızı için kullanılan araçları yerinde araştırın. Meteoroloji istasyonlarından bu konuda bilgiler alın. Bir küre üzerinde basınç kuşaklarının dağılışını inceleyin.

Uygulama Soruları

- 1) Dünyada basıncın dağılışını etkileyen etmenler nelerdir? Araştırın.
- 2) Rüzgârın hız ve yönü ile ilgili kullanılan aletleri araştırın.
- 3) Bofor skalasına göre çevrenizdeki rüzgâr hızlarını tahmin etmeye çalışın.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde ele alınan konular şunlardır: Basıncın yıllık ve mevsimlik dağılışı, özellikle rüzgâr hatları üzerinde etkili bir süreçtir. Basıncın dağılışı güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak ortaya çıkan mevsimlik sıcaklık farklarının etkisi yanında kara ve deniz dağılışı da değerlendirmek gerekmektedir.

Bununla birlikte basınç süreçlerinin etkisi altında gelişen rüzgârlar da farklı bölgelerin iklim şartlarını başka alanlara taşımaktadır. Rüzgârın hızı, yönü ve frekansı da bir alandaki iklim özelliklerinin anlaşılmasında bilinmesi gereken bir diğer atmosferik koşuldur.

Basıncın yıllık ve mevsimlik dağılışı sıcaklığın küresel dağılışı ile ilişkili olarak gelişmektedir. Ekvator ve çevresi sürekli alçak basınç alanı olurken, kutup bölgeleri de yüksek basınç sahası hâlinedir. Küresel rüzgâr sistemleri de basıncın dağılışı süreçleri çerçevesinde mevsimsel dağılışı göstermektedirler.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi havanın yönlü hareketidir?
 - a) Sübsidans
 - b) Konveksiyon
 - c) Rüzgâr
 - d) Adveksiyon
 - e) Diverjans
- 2) Rüzgâr hızını ölçen ve yazan alet aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Barometre
 - b) Anemometre
 - c) Pliviyometre
 - d) Termometre
 - e) Anemograf
- 3) Ülkemizde güneybatıdan esen rüzgâra verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
 - a) Poyraz
 - b) Kible
 - c) Keşişleme
 - d) Yıldız
 - e) Lodos
- 4) Bofor skalasına göre “fırtına” şeklinde esen rüzgârın minimum hızı aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir.
 - a) 17 m/sn
 - b) 16 m/sn
 - c) 18 m/sn
 - d) 19 m/sn
 - e) 15 m/sn
- 5) Rüzgâr frekansını gösteren şekle aşağıdakilerden hangi isim verilir?
 - a) Rüzgâr oku
 - b) Rüzgâr torbası
 - c) Rüzgârgülü
 - d) Rüzgâr grafiği
 - e) Rüzgâr hamlesi

- 6) Kış mevsiminde yer küre üzerindeki belirgin yüksek basınç alanları nerelerdir?
7) Yerküre üzerinde yıl içerisinde basınç özelliği değişmeyen alanlar nerelerdir?
Neden?
8) Hamleli rüzgâr ya da rüzgâr hamlesi nedir?
9) Anemometre ve anemograf arasındaki fark nedir?
10) Rüzgârgülü hangi amaçla çizilir?
Cevaplar: 1C, 2E, 3E, 4C, 5C

4. RÜZGÂR VE ONU ETKİLEYEN ETMENLER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde öğrenilecek konular rüzgârla ilgili etmen ve süreçleri ilgilendirmektedir. Rüzgâr oluşumu üzerinde etkili olan basınç gradyanı, koriolis kuvveti, merkezkaç etkisi ve sürtünme, yerel ve küresel rüzgârların yön ve hızları üzerinde etkili olmaktadır. Basınç merkezlerin rüzgâr hareket yönü ya da genel atmosfer sirkülasyonu ile yerel ve bölgesel rüzgârlar bu etmenlerin etkisi altında özelliklerini geliştirmektedirler. Böylece ortaya çıkan günlük, mevsimlik, yıllık basınç ve rüzgâr hareketleri, dinamik klimatolojinin temelini oluşturmaktadırlar.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Rüzgârı etkileyen etmenler nelerdir?
- 2) Rüzgârın günlük değişimleri nelerdir?
- 3) Rüzgârın mevsimlik ve yıllık değişimleri nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Rüzgâr ve onu etkileyen etmenler	Rüzgârı etkileyen temel faktörleri anlar.	Ders notları, görsel sunumlar ve ilgili kaynaklardan.
	Günlük, mevsimlik ve yıllık rüzgâr değişimlerinin açıklayabilir.	Ders notları, görsel sunumlar ve ilgili kaynaklardan.

Anahtar Kavramlar

- Delk
- Koriolis
- Merkezkaç
- Gradyan
- Geostrafik rüzgâr
- Ageostrafik rüzgâr

Giriş

Rüzgâr oluşumu üzerinde etkili olan basınç gradyanı, koriolis kuvveti, merkezkaç etkisi ve sürtünme, yerel ve küresel rüzgârların yön ve hızları üzerinde etkili olmaktadır. Basınç merkezlerindeki rüzgâr hareket yönü ya da genel atmosfer sirkülasyonu ile yerel ve bölgesel rüzgârlar bu etmenlerin etkisi altında özelliklerini geliştirmektedirler. Böylece ortaya çıkan günlük, mevsimlik, yıllık basınç ve rüzgâr hareketleri, dinamik klimatolojinin temelini oluşturmaktadırlar.

Rüzgâr ve Onu Etkileyen Etmenler

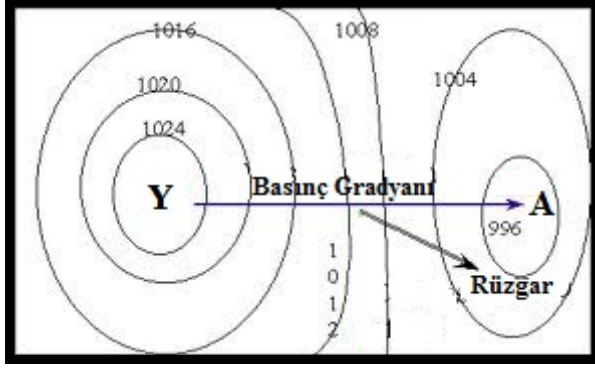
Havanın yönlü hareketi olan rüzgârı kontrol eden etmenler bulunmaktadır. Bu etmenler rüzgârın yönü kadar hız ve frekansı üzerinde de etkilidirler. Bu etmenlerin başında basınç alanları gelmektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi gerek küresel sistemler içerisinde ve gerekse yerel koşullara bağlı olarak gelişen basınç yapılarının temel işlevlerinden biri de hava sirkülasyonuna motor görevi görmektir. Bu açıdan hava sirkülasyonu ya da daha geniş anlamıyla atmosferik sirkülasyon temel olarak bu basınç farklarının ortaya çıkardığı yatay hava hareketinden başka bir şey değildir. Bu hareketin temelini oluşturan yüksek ve alçak basınçları dağ ve ovalara benzetmek mümkündür. Akarsuyun dağların üst kesiminden ovalara doğru akması gibi hava hareketleri de yüksek basınçtan alçak basınca doğru akmaktadır. Nehirlerin akışlarını kontrol eden eğim ve kayaç özelliklerine bağlı olarak bir akış yönü belirmesi gibi havadaki bu hareket de küresel ve yerel koşullar altında şekillenmektedir. Nasıl ki yüksek bir dağdan ovaya doğru akan bir nehir dümdüz bir çizgisel akış göstermezse, yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eden bir hava da dümdüz bir hat boyunca ilerlemez. Bu durum ancak kısa mesafelerde ve kısa sürelerde görülebilecek bir hadisedir.

Havanın ya da rüzgârın hareketini kontrol eden veya yönlendiren bazı etmenler bulunmaktadır. Bu etmenler hepsi bir arada süreç üzerinde etkili olurlar. Bu etmenleri sıralayacak olursak:

- Barometrik Gradyan (Basınç Farkı)
- Dünyanın Dönmesi
- Merkezkaç Gücü
- Sürtünme (Delk)

4.1.Barometrik Gradyan (Basınç Farkı)

Rüzgârların yüksek basınçtan alçak basınca doğru estiği düşünülürse aradaki basınç farkı öncelikli olarak rüzgâr hızı ve şiddeti üzerinde etkili olacaktır. Bununla birlikte o rüzgârın yönü de izobar eğrilerine dik olacaktır (Şekil 27). Yüksek basınçtan alçak basınca doğru hava hareketini başlatan bu güce barometrik gradyan ya da barometrik eğim denilmektedir. Lokal de olsa sadece bu güce göre oluşan rüzgârlara sapmamış rüzgârlar ya da barostrofik veya ageostrofik rüzgârlar denir.

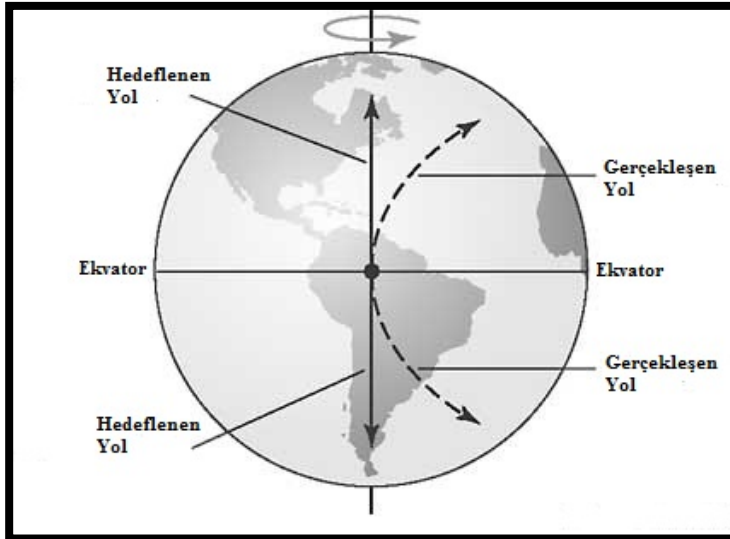


Şekil 27: Basınç gradyanı ile oluşan hava hareket yönü.

Ancak bu çeşit rüzgârlar, rüzgârı etkileyen diğer etmenler nedeniyle yerel ve kısa süreli olarak görülürler. Yerelde meltem rüzgârları (kara-deniz ve dağ-vadi) kısa süreli rüzgârlar olarak ageorostrofik rüzgârlara tipik örneklerdir. Bu konudaki tek istisna Ekvator'un hemen kuzey ve güneyinde, 4° enlemleri arasında esen rüzgârlardır. Bu rüzgârlar da ageostrofiktir.

4.2.Dünyanın Dönmesi

Dünya dönen bir cisim olarak belirli etkileri olan bir kütledir. Bu etkiler içerisinde rüzgâr hareketleri üzerinde sapma etkisine sahiptir. Bu sapma etkisine bağlı olarak rüzgârlar kuzey yarım kürede sağa, güney yarım kürede ise sola saparlar (Şekil 28). Rüzgârları saptıran bu güce ise koriolis gücü denir.



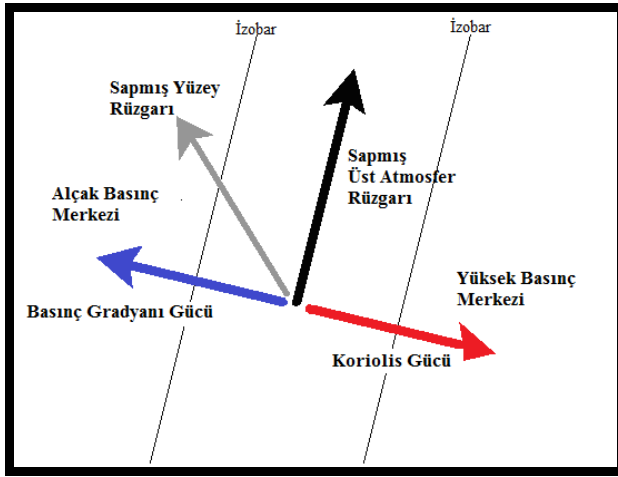
Şekil 28: Koriolis etkisine bağlı olarak rüzgâr yönlerinde oluşan sapma (<http://dictionary.reference.com/illus/illustration.html/ahsd/Coriolis%20effect/coriol>)

Koriolis gücünü etkisi (D) şu formülle gösterilir:

$$D = d.V.2\omega \sin \varphi$$

Burada (d) hareket hâlindeki cismin yoğunluğunu, (V) hareket hızını, (ω) yerin açısal

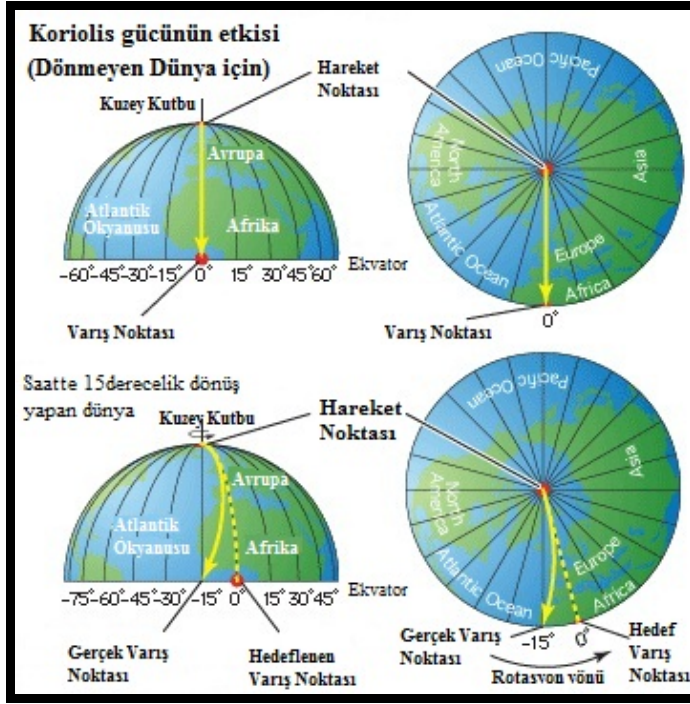
hızını, (ϕ) coğrafi enlemi göstermektedir. Buna göre koriolis kuvvetinin etkisi coğrafi enleme göre artmaktadır. Ekvatorda 0 (sıfır) olan bu etki kutup noktalarında 1 (bir)dir. Ekvator civarındaki rüzgârlar bu nedenden dolayı sapmaya uğramazken, kutuplara doğru bu etki giderek artmaktadır. Bununla birlikte koriolisin etkisi hıza bağlı olarak da artmaktadır. Ancak hızı, dolayısıyla koriolisin gücünü etkileyen bir başka güç ise yüzey şekilleri, daha doğrusu sürtünmedir. Basınç gradyanı ile birlikte koriolisin etkisi altında olan rüzgârlar bu iki kuvvet arasındaki bileşkenin yönü doğrultusunda eser (Şekil 29). Bu şekilde yönü basınç gradyanı ve koriolis gücünün etkisi ile belirlenen rüzgârlara “geostrofik rüzgâr”lar denir. Bu rüzgârlar büyük rüzgâr sistemlerinde ve sürtünmenin etkisinin olmadığı okyanus üzerlerinde daha çok görülürler.



Şekil 29: Koriolis kuvvetinin etkisi ile sapmış (Geostrofik) rüzgâr

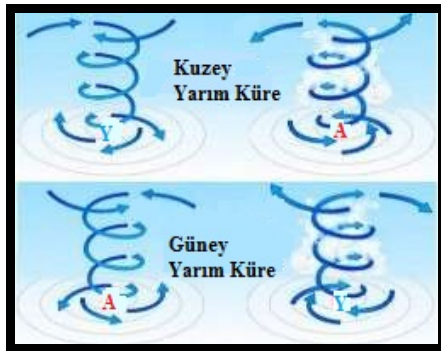
Burada basınç gradyanına bağlı olarak yüksek basınçlardan alçak basınçlara doğru oluşan hareket, koriolis gücünün karşı etkisi ile yön değiştirmektedir. Yüksek atmosferde ya da sürtünme etkisinin görülmediği yerlerde 90° açıyla sapma görülmektedir. Bu şekilde bu alanlarda geostrofik rüzgârlar izobarlara paralel eserler. Buna karşılık sürtünme etkisini arttığı yüzeylerde sapma yönü alçak basınç alanına doğru dönmüştür. Böylece sürtünmenin etkisinin arttığı yeryüzünde 90° lik açı ile sapma görülmemektedir. Bu şekilde oluşan rüzgârlara ise “yarı sapmış rüzgâr”lar denilmektedir. Öte yandan geostrofik rüzgârın hızı gradyan değeri ile enlem derecesine bağlıdır. Bütün bunlar dönen bir cisim olarak dünyanın bu dönüşünün yarattığı etki neticesinde ortaya çıkmaktadır. Eğer dünya dönmeseydi üzerindeki hareket gradyan gücünün etkisi ile daha çok meridyonel gelişecekti. Ancak saatte 15° hızla dönen bir dünya üzerinde süreç farklı gelişmektedir (Şekil 30).

Yukarıda da ifade edildiği gibi eğer dünya dönmeseydi rüzgârlar gradyan doğrultusunda soğuk ve termik yüksek basınç alanı oluşturan yüksek basınçlardan, sıcak ve termik alçak basınç alanı oluşturan Ekvatora doğru doğrusal bir hat üzerinde eseceklerdi. Ancak saatte 15° lik açı hızıyla dönen dünyada, ortaya çıkan koriolis etkisiyle rüzgâr yönlerinde sapma meydana gelmektedir.



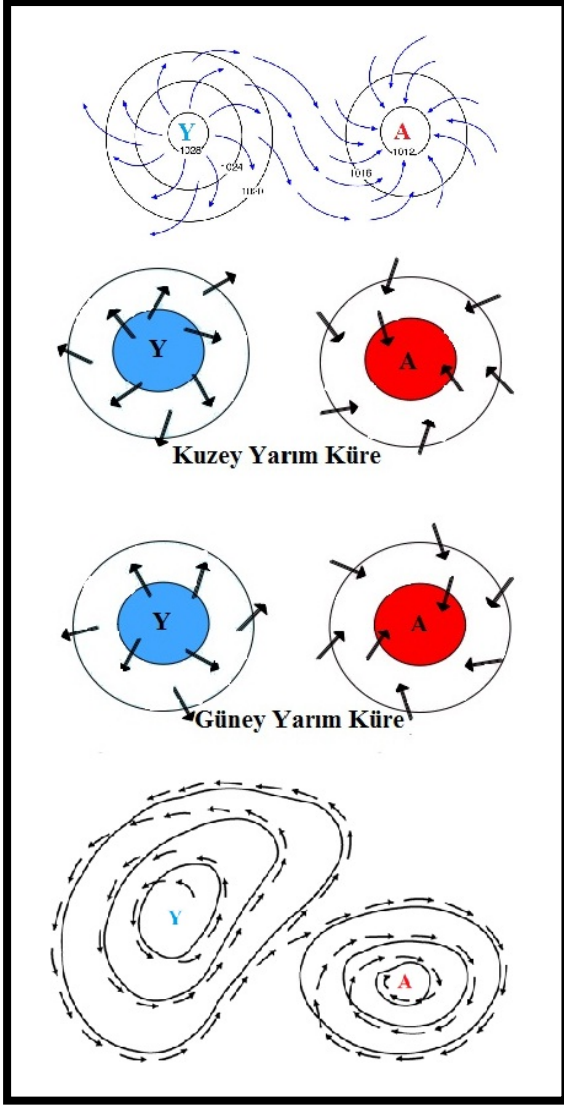
Şekil 30: Dönen bir dünya ile dönmeyen bir dünyada rüzgâr yönü (<http://kids.britannica.com/comptons/art-152826/The-path-of-a-rocket-launched-from-the-North-Pole?&articleTypeId=31>)

Sapma olayının rüzgâr yönünü etkilemesi dışındaki bir diğer önemi yüksek ve alçak basınç alanlarında bu yükselim ve alçalım sırasında dikey hava hareketlerinin spiral bir dönüş (burgaç) hâlini almasına neden olmaktadır. Böylece örneğin alçak basınç alanlarında yükselen hava spiral bir dönüşle yükselim göstermektedir (Şekil 31).



Şekil 31: Alçak ve yüksek basınçlarda görülen burgaç (anafor) hareketi

Bu şekilde kuzey yarım kürede yükselici hareket gösteren alçak basınç alanlarında çevreden merkeze doğru toplanan hava saat istikametinin tersi yönünde spiral bir hareketle (anafor gibi) yükselim göstermektedir. Yüksek basınç alanlarında ise saat istikameti yönünde bir hareket söz konusudur. Güney yarım kürede ise alçak ve yüksek basınçlarda görülen bir hareket yönü tam tersinedir. Yani güney yarım kürede alçak basınçlar saat istikametinde, yüksek basınçlar ise saat istikametinin tersine bir hareket göstermektedirler (Şekil 32).



Şekil 32:Kuzey ve güney yarım kürelerde rüzgârın sapması

Siklon ve antisiklonların bu hareketleri genellikle gözle görülmez. Bu hareketlerin çapı yüzlerce kilometreyi bulmaktadır. Bu nedenle fark edilmeleri pek mümkün değildir. Ancak çap küçüldükçe daha çok anlaşılabilirler. Örneğin tropikal siklonlar, hortumlar günümüzde özellikle uydu görüntüleri ile de rahatlıkla görülebilmektedirler (Resim 8).

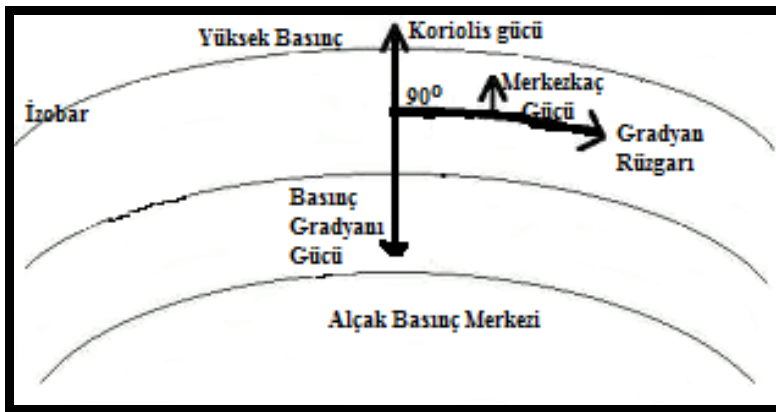


Resim 8: İyi belirmiş bir Tropikal Siklon.

Siklon ve antisiklonlarda gradyan ve koriolis kuvvetinin etkisi ile ortaya çıkan bu durum hava dolaşımını daha da karışık hâle getirmiştir. Dünyanın dönüşü olmasaydı gradyan doğrultusunda doğru bir hatta ilerleyecek olan hava hareketi (rüzgâr), koriolis kuvveti ile hem yatayda hem de dikeyde karmaşık bir hal almıştır. Bununla birlikte rüzgâra etki eden bir diğer etmen olan merkezkaç gücü de devreye girdiğinde süreç daha da karmaşık bir hal almaktadır.

4.3.Merkezkaç Gücü

Rüzgâr hareketine etki eden üçüncü kuvvet merkezkaç gücüdür. Bu güç dönen bir cismin (dünya) etrafında ona bağlı olarak bulunan cisimlerin (atmosfer) bu dönüş sırasında ileriye fırlama isteği/davranışdır. Ancak burada özellikle dönüş hareketi gösteren alçak ve yüksek basınç merkezlerini ilgilendiren bir durum söz konusudur. Dönüş sürati arttıkça ve dönüş hareketinin yarıçapı küçüldükçe merkezkaç gücünün etkisi de artar. Böylece siklon ve antisiklonlarda basınç gradyanı, koriolis kuvveti ve merkezkaç gücünün etkisi altında yönünü belirleyen rüzgârlara ise **gradyan rüzgârı** denir (Şekil 33).



Şekil 33: Gradyan rüzgârı

4.4.Sürtünme (Delk)

Delk rüzgârların yeryüzüne sürtünmesi ile hızını azaltan bir etmendir. Bu şekilde hava tabakalarının zemine değen kesimlerinde hareketin ya da ilerlemenin gecikmesine neden olduğu gibi hava kütlesi içinde de karmaşık hareketlerin (türbülans, dalga vb.) doğmasına neden olur. Yerden yükseldikçe sürtünme etkisi de azalmaktadır. Sürtünme etkisi denizlerin üzerinde bulunmazken kara üzerinde etkilidir. Sürtünmenin etkisinin altında gradyan veya geostrofik rüzgârların hızı yarı yarıya azalabilir.

Bununla birlikte sürtünme nedeniyle rüzgâr yönleri de değişebilir. Özellikle kara yüzeylerinde, vadilerde kanalize olan rüzgâr yön değiştirebilir.

4.5.Rüzgârların Günlük ve Yıllık Değişimleri

Rüzgâr hareketi günlük ve yıllık olarak belirli değişimler gösterebilmektedir. Günlük ısınma – soğuma farkından oluşan rüzgârların varlığı gibi dünyanın yıllık hareketine bağlı olarak devri bir değişim gösteren rüzgâr sistemleri de bulunmaktadır. Bu dönemsel değişikliklerin incelenmesi önemlidir.

4.5.1.Günlük Değişmeler

Gün içerisinde güneşlenme ve sıcaklıkta görülen değişikliklere bağlı olarak yerel koşullar altında farklı basınç yapıları oluşabileceği gibi, bu basınç farklarından doğan rüzgârlar da oluşmaktadır. Genel olarak bakıldığında orta enlemlerde gün içerisinde ısınma-soğuma süreçlerine bağlı olarak basıncın iki düşük, iki de yüksek değer gösterdiği görülmektedir. Bunun yanında farklı yüzeylerin komşu olduğu yerlerde (kıyı bölgelerinde) ve nispeten kısa mesafelerde yükselti farkı içeren (dağ-vadi) yerlerde farklı ısınma-soğuma sürecine bağlı olarak oluşan basınç farkları da günlük hareketlerin doğmasına neden olmaktadır.

Gün içerisinde görülen bu iki maksimum ve minimum basınç seviyeleri genel olarak günü 6'şar saatlik dilimlere de bölmektedir. Gün içerisinde sıcaklık değişimlerine bağlı olarak gecenin ilk saatlerinde görülen basınç yükselmesi ile öğleden sonraki döneme rastlayan alçalım yanında gece yarısından sonra görülen düşüş ve gün içerisinde öğlene doğru olan yükselim yerel koşullarla birlikte gezegensel süreçlerle açıklanabilecek değişimlerdir.

Bununla birlikte yerel fiziki coğrafya faktörlerinin etkisi ile ortaya çıkan kara-deniz ve dağ-vadi meltemleri de günlük düzenli basınç değişimlerinin ortaya çıkardığı bir sonuçtur. İleride daha detaylı açıklanacağı gibi günlük basınç farklarının ortaya çıkardığı yerel sirkülasyon, çoğu zaman yerel iklim özellikleri ile birlikte anılan belirgin bir karakteri doğurabilmektedir. Buna en iyi örneklerden biri İzmir'de de görülen ve İzmir ikliminin karakteristik özelliklerinden biri olan meltem rüzgârıdır.

4.5.2.Mevsimlik veya Yıllık Değişimler

Gezegensel etkenler ile okyanus ve karaların farklı ısınma-soğuma özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan basınç merkezlerinin yıl içerisindeki periyodik değişimleri, beraberinde mevsimlik ve yıllık periyodik rüzgâr hareketlerini de getirmektedir. Özellikle orta enlemlerde kara ve deniz dağılışının ortaya çıkardığı mevsimsel hareket kıyı bölgelerinde adeta bir

musonal döngü oluşturmaktadır.

Farklı ısınma ve soğuma süreçleri nedeniyle yazın denizlere oranla daha fazla ısınan karalar birer alçak basınç sahası hâlini alırken, nispeten serin kalan denizler ise yüksek basınç sahasını oluşturmaktadırlar. Böylece genel karakter itibariyle yazın denizden karalara doğru bir rüzgâr hareketi gelişmektedir. Kışın ise durum değişmekte, bu sefer karalar denizlere göre daha fazla soğuyarak termik yüksek basınç sahası hâlini almakta, nispeten ılık kalan denizler ise birer alçak basınç sahası hâlini almaktadırlar. Böylece kış aylarında ortaya karalardan denizlere doğru olan bir hava hareketi çıkmaktadır. Bu şekilde mevsimlik hareketlerle periyodik olarak yön değiştiren bu rüzgârlara “mevsimlik rüzgârlar” denilmektedir. Asya kıtası ile Hint Okyanusu arasında görülen muson döngüsü bu sürece örnek olarak gösterilebileceği gibi, Anadolu’da görülen yıllık hareket de bu döngüye bir örnek olabilmektedir. Gerçekten soğuk dönemde termik olarak yüksek basınç sahası hâlini alan Anadolu yanında, Akdeniz ve Karadeniz birer termik alçak basınç sahası olmaktadır. Buna bağlı olarak yüksek basıncın etkili olduğu Anadolu’dan, Akdeniz ve Karadeniz’e doğru basınç farkının doğurduğu bir hava hareketi söz konusu olmaktadır. Yazın ise durum değişmekte, Anadolu karasal şartlar altında nispeten daha ılık bir kara parçası olurken Akdeniz ve Karadeniz daha serin şartlara sahip olarak, denizden karaya doğru olan bir hava hareketinin temel nedenini oluşturmaktadır.

4.5.3.Karmaşık Değişiklikler

Günlük ve mevsimlik basınç değişimleri ve ona bağlı olarak ortaya çıkan rüzgâr çeşitliliği her zaman belli bir sistemin etkisi altında gelişmemektedir. Yerel koşullarla birlikte gezegensel etkenler özellikle orta ve daha büyük ölçekli alanlarda rüzgâr ve onu etkileyen etmenlerin daha karışık bir hal almasına neden olmaktadır. Bu etmenlerin içerisinde yerel fiziki coğrafyaya ait özellikler olabileceği gibi, soğuk dönemde gelişen birçok gezici depresyonlar da basınç dağılışı ve rüzgâr sirkülasyonu üzerinde etkili olmaktadır.

Genel olarak değerlendirmek gerekirse basınç ve rüzgârların günlük ve mevsimlik sıcaklık değişimlerine uyum sağladığından bahsetmek mümkündür. Özellikle lokal ve yerel ölçekte görülen ve devrilik gösteren bazı rüzgârlar (örn. meltemlerden musonlara kadar farklı ölçeklerdeki rüzgârlar) yanında dinamik basınç merkezlerinin etkisi ile devrilik sistemleri daha karmaşık hâle getiren yapılar bulunmakla birlikte, genel atmosfer sirkülasyonu tüm bu süreçler üzerinde etkili olan en önemli sistemdir. Bu sistemin altında gelişen mezo ölçekli rüzgâr yapıları ve diğer mevsimsel sürelerle bağlı oluşan rüzgârlara değinmeden önce “genel atmosfer sirkülasyonu”nu daha iyi ortaya koymakta fayda vardır.

Uygulamalar

Konu ile ilgili kaynakların araştırılması ve tekrar çalışmaları konusun anlaşılmasını kalıcı hâle getirecektir.

Uygulama Soruları

- 1)** Rüzgârı oluşturan ve yönlendiren etmenler nelerdir?
- 2)** Koriolis kuvvetinin rüzgâr üzerindeki önemi nedir?
- 3)** Sadece basınç gradyanına bağlı esen rüzgârlara örnekler veriniz.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Havanın yönlü hareketi olan rüzgârlar temel olarak basınç farklarından doğmaktadırlar. Bununla birlikte rüzgâr oluşum ve şiddetini, süresini belirleyen çeşitli faktörler vardır. Barometrik gradyan (basınç farkı), dünyanın dönmesi, merkezkaç gücü ve sürtünme (delk) olarak ayırt edebileceğimiz bu faktörler yerel/günlük rüzgârlar ile mevsimlik rüzgârların ve büyük ölçüde genel atmosfer sirkülasyonunun gelişimini, etkisini ve süresini etkilemektedirler.

Rüzgâr oluşumu üzerinde etkili olan basınç gradyanı, koriolis kuvveti, merkezkaç etkisi ve sürtünme, yerel ve küresel rüzgârların yön ve hızları üzerinde etkili olmaktadır. Basınç merkezlerin rüzgâr hareket yönü ya da genel atmosfer sirkülasyonu ile yerel ve bölgesel rüzgârlar bu etmenlerin etkisi altında özelliklerini geliştirmektedirler. Böylece ortaya çıkan günlük, mevsimlik, yıllık basınç ve rüzgâr hareketleri, dinamik klimatolojinin temelini oluşturmaktadırlar.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi rüzgârı etkileyen etmenlerden biri değildir?
 - a) Barometrik gradyan
 - b) Güneş ışınlarının açısı
 - c) Dünyanın dönmesi
 - d) Merkezkaç gücü
 - e) Delk
- 2) Basınç gradyanı, koriolis kuvveti ve merkezkaç gücünün etkisiyle ortaya çıkan rüzgâr aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Ageostrofik rüzgâr
 - b) Tropikal siklon
 - c) Gradyan rüzgârı
 - d) Barostrofik rüzgâr
 - e) Geostrofik rüzgâr
- 3) Barometrik gradyana göre oluşan sapmamış rüzgârlara verilen isim aşağıdaki hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?
 - a) Ageostrofik rüzgâr
 - b) Gradyan rüzgârı
 - c) Koriolis
 - d) Geostrofik rüzgâr
 - e) Türbülans
- 4) Meltem rüzgârını oluşturan neden aşağıdaki hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?
 - a) Sürtünme
 - b) Siklonik hareket
 - c) Antisiklonik hareket
 - d) Günlük ısınma-soğuma farkı

- e) Koriyolis kuvveti
- 5) Delk nedir?
 - a) Mevsimlik rüzgâr
 - b) Yerel rüzgâr
 - c) Sürtünme
 - d) Alçalım
 - e) Yükselim
- 6) Gradyan rüzgârı nasıl oluşur?
- 7) Delk hangi koşullarda rüzgâr üzerinde etkili olur?
- 8) Delkin etkisine ülkemizden verilebilecek örnekler var mıdır? Nelerdir?
- 9) Mevsimlik değişime örnek rüzgârlar hangileridir?
- 10) Dünyanın dönmesinin rüzgâr üzerindeki etkisi nedir?

Cevaplar: 1B, 2C, 3A, 4D, 5C

5. YÜKSEK BATI RÜZGÂRLARI VE GENEL ATMOSFER SİRKÜLASYONU

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde genel atmosfer sirkülasyonu konusu ele alınacaktır. Genel atmosfer sirkülasyonunu oluşturan etmen ve süreçler ile sonuçları, klasik ve modern görüşler çerçevesinde açıklanmaktadır. Bununla birlikte yüksek batı rüzgârları ve jet akımları da bu bölümün çalışma konularıdır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Genel atmosfer sirkülasyonunu araştırınız.
- 2) Klasik ve modern görüşe göre genel atmosfer sirkülasyonunun temeli nedir?
- 3) Genel atmosfer sirkülasyonu modellerinde klasik ve modern görüş arasındaki farkları araştırınız.
- 4) Jet akımları ve yüksek batı rüzgârlarını araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Yüksek batı rüzgârları ve genel atmosfer sirkülasyonu	Genel atmosfer sirkülasyonu ve bununla ilgili teorileri öğrenir.	Ders notu, görsel materyal, anlatım ve araştırma
	Yüksek batı rüzgârları ve etkilerini öğrenir.	Ders notu, görsel materyal, anlatım ve araştırma
	Genel atmosfer sirkülasyonunun sonuçları hakkında bilgi edinir.	Ders notu, görsel materyal, anlatım ve araştırma

Anahtar Kavramlar

- Rossby dalgası
- Hedley hücresi
- Jet akımı
- Yatay değişim kuramı

Giriş

İster eski görüşlere göre, ister yeni görüşler çerçevesinde açıklanmış olsun, genel atmosfer sirkülasyonu özellikle orta enlemlerde iklim özelliklerinin oluşumlarında önemli bir yer tutar. Genel atmosfer sirkülasyonu Ekvator ile kutuplar arasındaki sıcaklık farkını ortaya çıkarmak için doğmuş olmakla birlikte meridyonel yöndeki sıcaklık gradyanı, dünyanın dönüşü nedeniyle batı-doğu yönlü bir hava akımına neden olmaktadır.

Yüksek Batı Rüzgârları ve Genel Atmosfer Sirkülasyonu

Genel atmosfer sirkülasyonunu ortaya çıkaran temel etmen daha önce de açıklandığı gibi Ekvator'da aşırı ısınan hava ile kutuplarda aşırı soğuyan hava nedeniyle yerküre üzerinde ortaya çıkan sıcaklık dağılışındaki dengesizliği ortadan kaldırmaktır. Daha yalın bir anlatımla genel atmosfer sirkülasyonu kutuplar ile Ekvator arasındaki sıcaklık farkını gidermek üzere ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla genel atmosfer sirkülasyonunu termik nedenli bir oluşumdur. Ancak, dönmeyen ve yüzeyi pürüzsüz bir dünyada meridyonel hâlde olabilecek bu sirkülasyon, dünyanın dönmesi ve kara-deniz dağılışı ile karalardaki büyük yükselti farklılıkları nedeniyle birçok farklı dinamik etkenin de sürece dahil olmasına, dolayısıyla genel sirkülasyonun daha da karmaşık bir hal almasına neden olmuştur. Bu karmaşık sürecin açıklanması konusunda ilk eski açıklamalardan günümüze farklı ifadeler kullanılsa da temel özellikler varlığını korumaktadır.

Genel atmosfer sirkülasyonu konusundaki ilk açıklamalar, o dönemin kısıtlı imkânları içerisinde yeryüzündeki gözlemler, bulut ve atmosferdeki diğer partiküllerin hareketleri ile açıklanmaya çalışılmıştır. İlk çalışmalara ait bu görüş, Ekvator'da ısınan hava ile kutuplarda soğuyan hava arasında bir dengenin sağlanmasına dayansa da, dünyanın dönmesi ve sürtünme ile bu sürecin birbirine bağlı hücreler hâlinde geliştiğini ifade etmektedir. Bu hücreler birbirine bağlı ve dikey yönde gelişmiş dolaşım sistemleri olan alizeler, batı rüzgârları ve kutup rüzgârları sistemleriyle oluşmaktadır. Bununla birlikte özellikle II. Dünya Savaşı ile birlikte gelişmeye başlayan meteorolojik çalışmalar ve üst atmosfer sondajları vasıtasıyla yeni yaklaşımlar da ortaya çıkmıştır. Bugün bu sürece yüksek irtifa uçakları ve uydu gözlemleri de katılmıştır. Bu gelişmeler çerçevesinde ortaya çıkan görüş ise, genel atmosfer sirkülasyonu yine kutup ile Ekvator arasında olması gereken sıcaklık taşınımı ilkesine dayanmakla birlikte bu taşınımın paralel daireleri boyunca uzanan kuşak sistemlerinin arasındaki geçiş bölgelerinde gerçekleştiğini ileri sürmektedir.

Buna göre genel atmosfer sirkülasyonu paralel kuşaklar arasında, özellikle kutupların soğuk havasının orta enlemlere ve oradan da Ekvator'a, Ekvator ve tropikal sıcak havanın da orta kuşak üzerinde kutuplara yaklaştığı yatay hava akımları ile oluştuğu ifade edilmektedir. Bu süreç "yatay değişim kuramı" olarak da açıklanmaktadır. Bu yaklaşıma göre de genel atmosfer sirkülasyonunun motoru kutuplar ile Ekvator arasındaki ısınma farkı olmakla birlikte dolaşımı harekete geçiren süreç, yani hava akımlarının başlangıç yeri soğuk hava ile sıcak havanın karşılaştığı orta enlemlerdir. Orta enlemlerde oluşan sıcaklık farkı sirkülasyonu başlatan güç olarak değerlendirilmektedir. Ve hareket orta enlemlerden kutba ve Ekvator'a doğru gelişmektedir. Bu görüşün eski görüşlerden temel farkı hareketin başlangıç yeri ile ilgilidir. Eski görüşlerde hareketin başlangıç yeri için aşırı ısınan ekvatorial ve tropikal bölgeler işaret edilmişken, sonradan şekillenen görüşler süreci orta enlemlerden başlatmaktadırlar. Bu genel açıklamaları daha detaylı ele alarak eski ve yeni görüşler arasındaki farkları da ortaya koymak genel atmosfer sirkülasyonunu daha anlaşılır hâlde getirebilecektir.

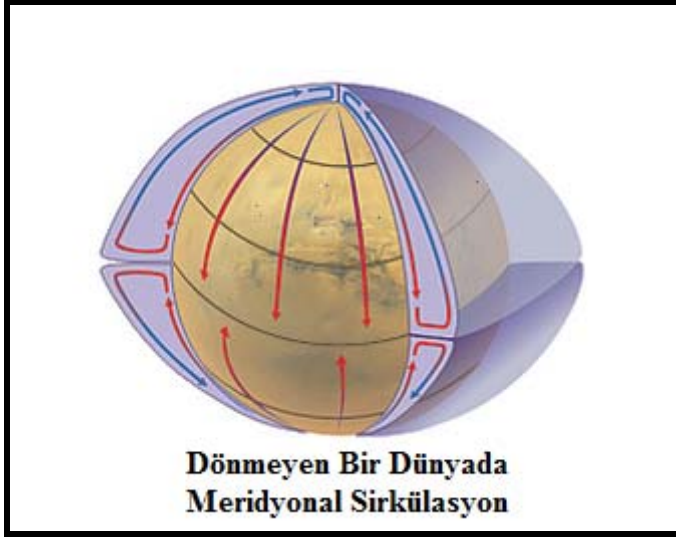
a. Genel Atmosfer Sirkülasyonu

Dünyanın şekli nedeniyle Ekvator ve çevresi diğer alanlara göre daha fazla ısınmaktadır. Eksen eğikliği bu kuralı bir ölçüde etkilemiş olsa da bu süreç devam etmekte, Ekvator ve çevresi yıl içerisinde daha çok güneş enerjisine maruz kalmaktadır. Buna karşılık daha az enerji alan kutuplar ve çevresinde ise belirgin bir soğuma dikkat çekmektedir. Kutuplar ile Ekvator arasında ortaya çıkan bu ısınma farkı, bu alanlarda farklı hâkim basınç yapılarının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ekvator ve çevresi daha çok ısındığı için termik bir alçak basınç sahası hâlini alırken, kutuplar ve çevresi ise aşırı soğuma nedeniyle termik bir yüksek basınç sahası hâlini almaktadır. Böylece kutuplar ile Ekvator arasında hem yüzeyde ve hem de üst atmosferde bir basınç farkı ortaya çıkmaktadır.

Dönmeyen ve dağlık alanların olmadığı bir dünyada, kutuplar ile Ekvator arasında bir engelin ortadan kalmış olduğu bir durumda kutuplardaki yüksek basınçlar ile Ekvatordaki alçak basınç arasında zeminde meridyonel uzanıslı hava akımlarının olması beklenebilir (Şekil 34). Tıpkı dağ-vadi veya kara-deniz meltemlerinde olduğu gibi sadece basınç gradyanının ortaya çıkaracağı bir sirkülasyon dünya üzerinde ve zeminde kuzey-güney yönlü bir hava akımının doğmasına neden olabilecektir. Bu basit teorik sistem genel atmosfer sirkülasyonunun mantıksal temelini oluşturmaktadır. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi bu basit ve temel mantığın yanında dünyanın dönüyor olmasının getirdiği farklı kuvvetler ve engebeli yüzey şekilleri bu ideal döngüyü değiştirmeye yetmektedir.

b. Dünyanın Hareketleri ve Basınç Kuşakları

Dünyanın dönüş hareketi nedeniyle daha önce açıklandığı üzere rüzgârlar sapmaya uğrarlar. Böylece kutuplar ile Ekvator arasındaki dönmeyen bir dünya yüzeyinde oluşması beklenen ideal meridyonal döngü sapmaya uğrar. Ekvator ve çevresinde ısınarak yükselen hava üst atmosferde koriolis kuvvetinin de etkisiyle sapmaya uğrar. Bu sapma kuzey yarım kürede sağa doğru olmaktadır. Üst atmosferde sağa sapan bu akımlar yaklaşık 30° enlemi civarında artık batı-doğu yönlü hava akımlarına dönüşmektedir. Sağa saparak gittikçe yön değiştiren hava akımları 30° enlemi civarında artık kuzeye doğru ilerleyemediği için yığılmaya uğrar ve üst atmosferde dinamik oluşumlu bir yüksek basınç alanı belirmeye başlar. Ayrıca atmosferin kalınlığının Ekvator'dan kutuplara doğru giderek azalması da dönenceler civarında görülen bu yığılmanın oluşmasında başka bir etkidir. Daha fazla yükselemeyen ve kuzeye doğru hareket edemeyen hava akımlarının yığılmasıyla oluşan dinamik yüksek basınç alanından yeryüzüne doğru bir alçalım oluşur. Bu alçalım neticesinde ise yeryüzünde 30° enlemleri civarında dinamik bir yüksek basınç alanı doğar.

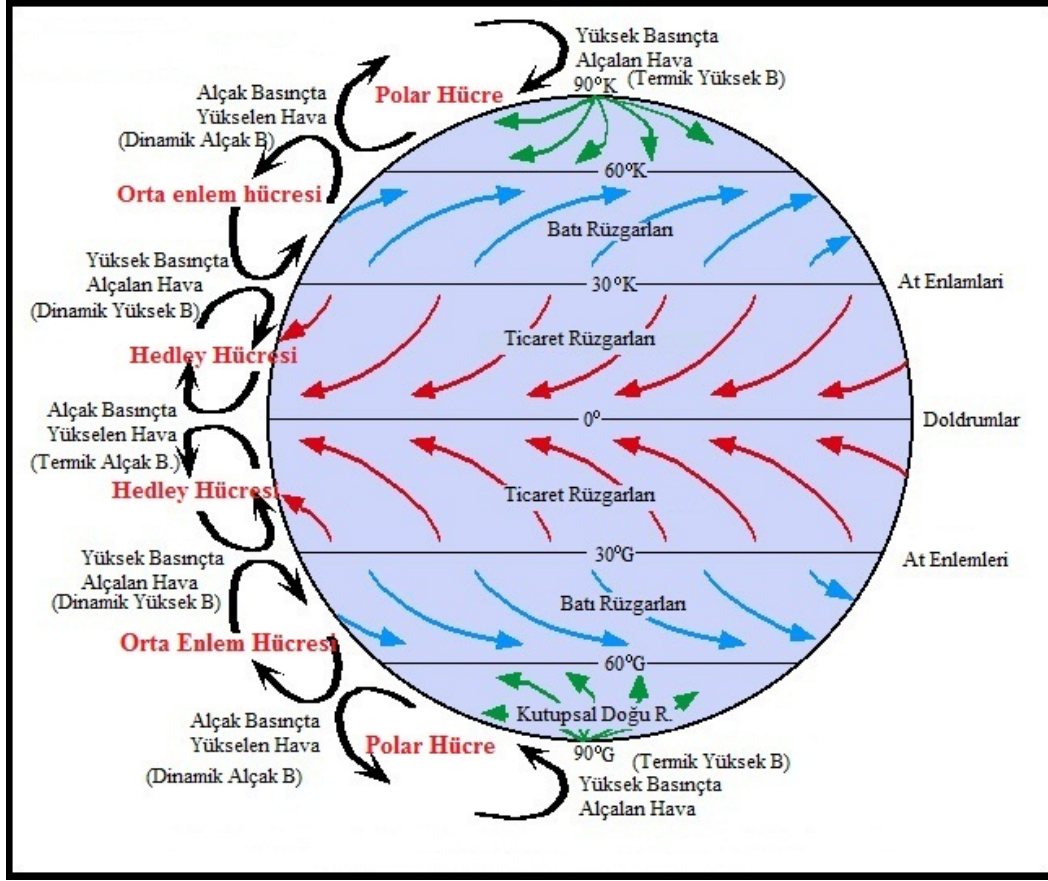


Şekil 34: Dönmeyen bir dünyada meridyonel sirkülasyon.

Yeryüzünde oluşan bu basınç yapısı bir kuşak gibi 30° enlemlerini sarmaktadır ki bu kuşağa **subtropikal yüksek basınç kuşağı** denilmektedir.

Yeryüzünde oluşan subtropikal yüksek basınç alanlarından hem kuzeye kutba doğru ve hem de güneye Ekvator’a doğru hava hareketi oluşur. Zira Ekvator’da yükselim nedeniyle oluşan alçak basınç kuşağını beslemek üzere subtropikal yüksek basınç alanından bir hava akımı oluşmaktadır. Ancak bu hareket de sapmaya uğradığından yeryüzünde kuzeydoğu rüzgârlarını oluşturur ki bunlara **alize** veya **ticaret rüzgârı** denilmektedir. Aynı hareket Güney yarım kürede güneydoğuludur (Şekil 35.)

Böylece Ekvator ile 30° enlemleri arasında termik alçak basınç sahası ile dinamik yüksek basınç sahası arasında bir çember oluşturacak şekilde sirkülasyon gelişir. Zeminde alize adını alan bu rüzgârların üst atmosferdeki karşılığı ise **üst alizeler**dir. Bu sistem yıl boyunca devamlı görülmektedir. Ayrıca ortaya çıkan bu çevrim hücresine **Hedley Hücresi** de denilmektedir. Yeryüzünde, 30° enlemlerindeki yüksek basınç kuşağından kutuplara doğru hareket eden hava kütleleri, her iki yarım kürede de devam eden sapma etkisi ile batı-doğu istikametini alarak **batı rüzgârları** olarak anılmaya başlarlar (Şekil 35). Batı – doğu yönlü bu hareket kutuplardan gelen kutupsal doğu rüzgârlarıyla 60° enlemlerinde karşılaşılır. Bu karşılaşma neticesinde orta enlemlerden gelen, nispeten sıcak ve hafif olan hava, kutuplardan gelen, soğuk ve ağır olan havanın üzerine doğru hareket ederek yükselmeye başlar. Farklı sıcaklık ve nem karakterlerine sahip bu iki hava kütesinin karşılaşma alanında devamlı bir süreksizlik yüzeyi yani cepheler oluşur.

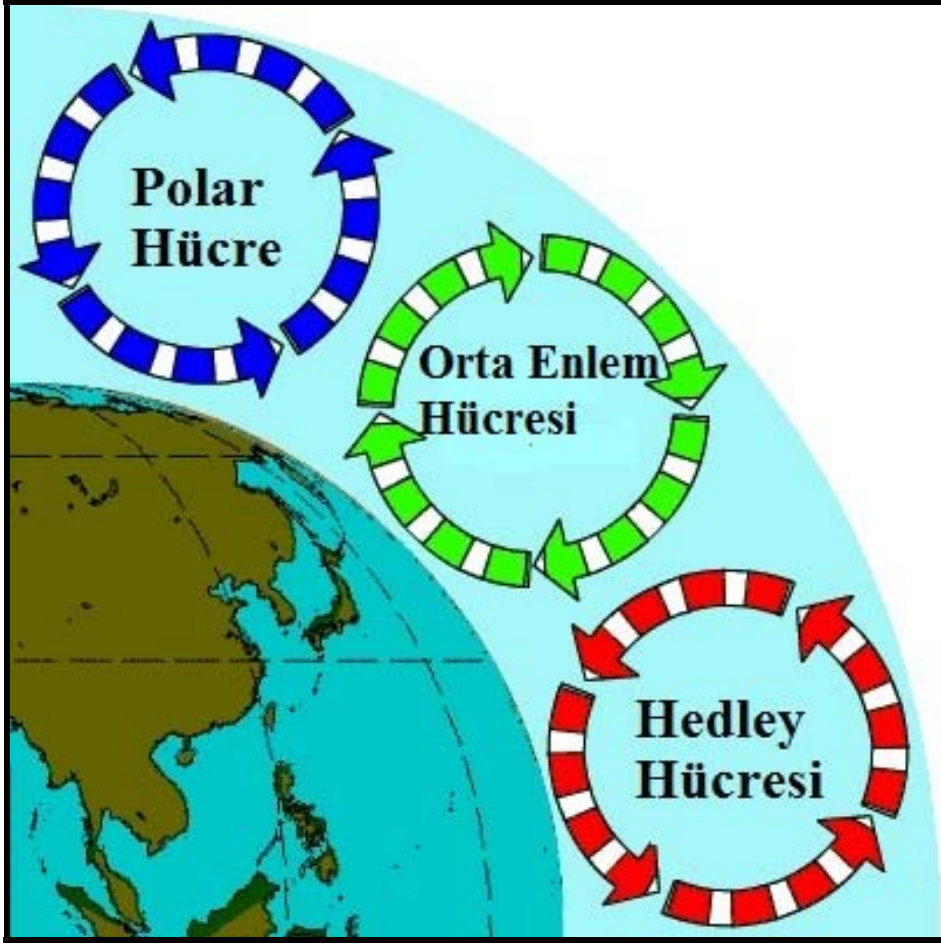


Şekil 35: Genel atmosfer sirkülasyonu ve yüzey rüzgârları.

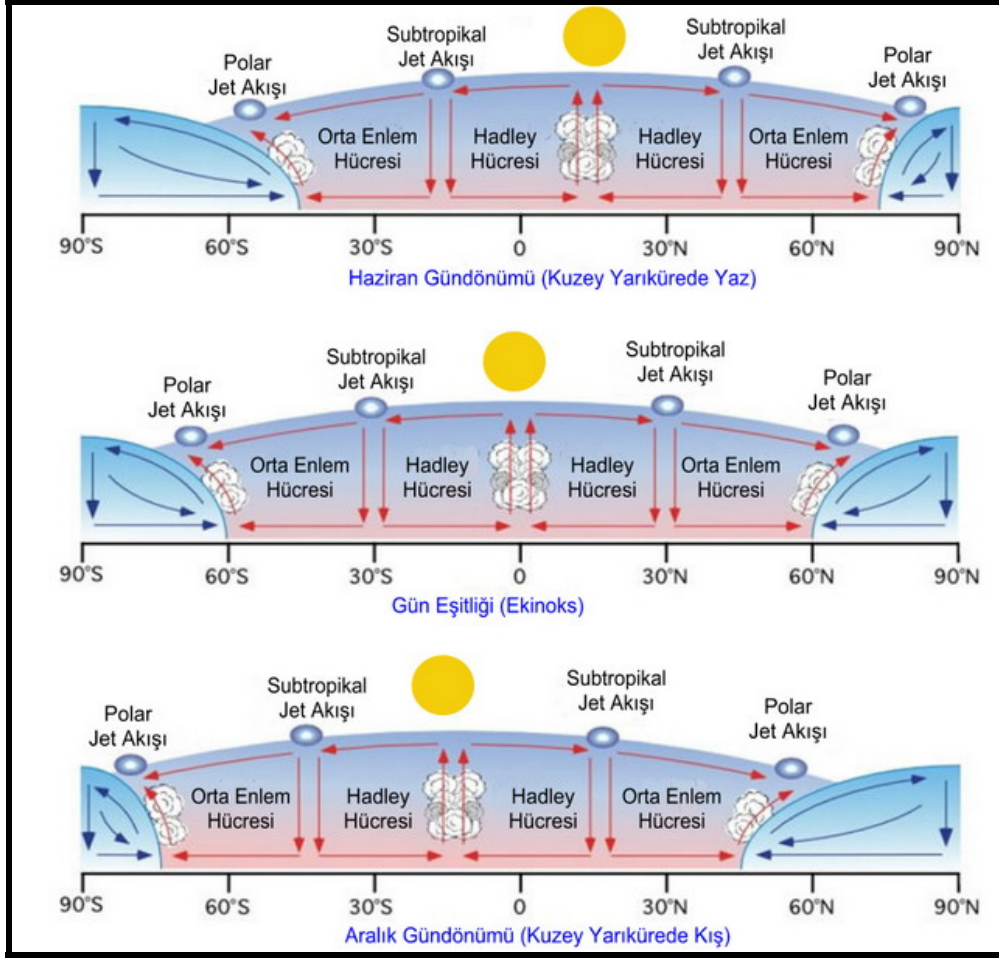
Bu alanlar aynı zamanda dinamik bir alçak basınç kuşağını oluşturur ki bu yapıya **polar cephe** adı verilmektedir.

Sonuç olarak, yerküre üzerinde Ekvator ve çevresinde termik alçak basınç kuşağı, 30° enlemleri üzerinde dinamik yüksek basınç kuşağı, 60° enlemleri civarında dinamik alçak basınç kuşağı ve kutuplar çevresinde termik yüksek basınç kuşağı oluşmaktadır. Bunlar arasında da hücreler şeklinde belirmiş sirkülasyonlar oluşmuştur (Şekil 36).

Yukarıda açıklanan bu dolaşım modeli dönen bir dünya üzerinde gelişmektedir. Süreç aynı kalmakla birlikte güneşin mevsimsel döngüdeki etkisine bağlı olarak yarı küreler üzerindeki bu hücreler daralıp genişleme gibi yapı içerisine girmektedir. (Şekil 37).



Şekil 36: Basınç kuşakları arasında gelişen hücresel dolaşım sistemleri.



Şekil 37: Güneşin mevsimsel döngüsüne bağlı olarak sirkülasyon hücrelerinde görülen değişimler.

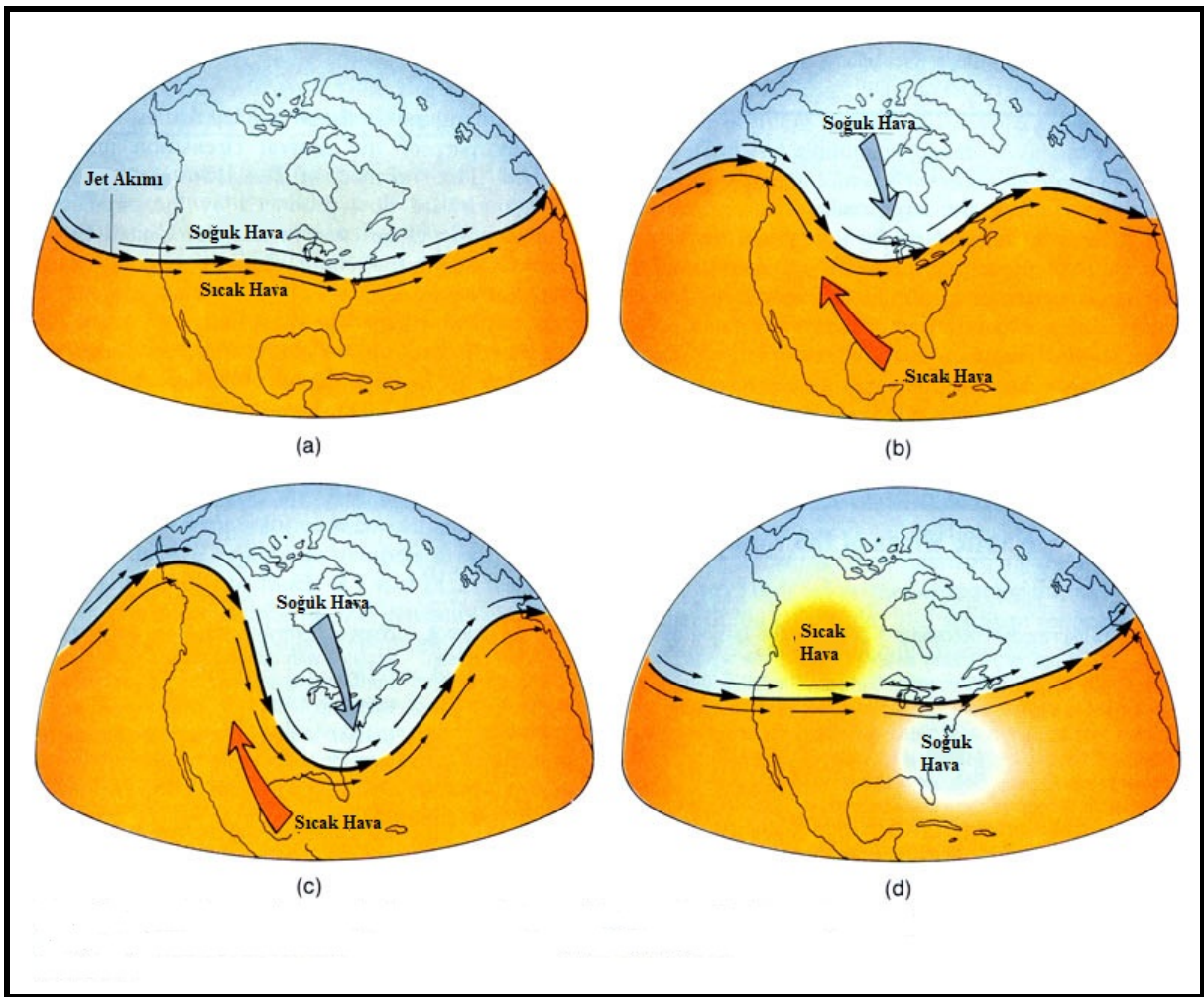
Yukarıda verilen basınç ve rüzgâr kuşakları güneşin mevsimsel hareketine bağlı olarak Temmuz'da kuzeye, Ocak'ta ise güneye doğru yer değiştirmektedir. Örneğin Türkiye'yi de ilgilendiren orta enlemler veya 30 – 40 derece enlemleri yaz mevsiminde subtropikal yüksek basıncın etki sahasına girerken, kışın ise güneye doğru yer değiştiren polar cephenin etki sahası altında kalmaktadır. Bu durum dünya üzerinde, özellikle orta enlemlerde mevsimsel iklim farklılıklarının barizleşmesinde önemli rol oynar.

Bu genel sirkülasyon modeli ilk ortaya konan görüşlerde Ekvator merkezli olarak açıklanmıştır. Bu görüşlere göre sirkülasyonun motoru Ekvator'da ısınan havadır. Kutuplardaki soğuma ve bunun neticesinde ortaya çıkan termik yüksek basınç sahası da bu sürece yardım eden diğer bir unsurdur. Ancak dünyanın dönüşü neticesinde de dolaşım sistemi yukarıda açıklanan yapıya ulaşmaktadır. Bununla birlikte kuzey yarım kürede kara ve deniz dağılışı ile nispeten kısa mesafelerde ortaya çıkan büyük yükselti farkları nedeniyle dolaşım sistemi duraksamalara uğrarken güney yarım küre bu konuda daha yalın bir sisteme sahiptir.

Genel atmosfer sirkülasyonunu açıklamak için ortaya konan bu ilk görüşlere karşın, gelişen meteorolojik ölçüm ağırları ve üst atmosfer gözlemleri ile ortaya çıkan bulgular

çerçevesinde yeni görüşler de belirmiştir.

Ortaya çıkan yeni görüşler de genel atmosfer sirkülasyonunun nedenini Ekvatorial bölgedeki fazla ısınma ile kutuplardaki aşırı soğuma arasındaki dengesizlik olarak değerlendirmektedir. Ancak Ekvatorial bölge ile kutuplar arasındaki bu farkı giderecek sirkülasyon, orta enlemlerde doğan kuvvetli yatay hareketler Ekvator ve kutuplara doğru gelişmektedir. Diğer bir deyişle yeni görüşlere göre genel atmosfer sirkülasyonu kutuplar ile ekvatorial bölge arasındaki kuvvetli sıcaklık gradyanının doğurduğu hava hareketidir. Orta enlemlerde bu gradyan neticesinde ortaya çıkan yatay hava hareketi Ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık dengesini sağlayacak hareketleri geliştirmektedir. Bu hareketler gezici siklonlarla sıcak Ekvatorial bölgenin sıcak havasını kutuplara, kutupsal bölgenin soğuk havasını Ekvatorial bölgelere taşımaktadır (Şekil 38).



Şekil 38: Orta enlemlerde sıcak ve soğuk havanın yer değiştirmesi (J. Namias NOAA). Orta enlemlerde jet akımlarının kontrolü altındaki yatay sirkülasyon, kuzey ve güneyindeki soğuk ve sıcak hava arasında batıdan doğuya doğru hareket etmektedir (a). Hız kazanan jet akımı kuzeydeki soğuk havanın güneye, güneydeki sıcak havanın ise kuzeye taşınmasını sağlayacak dalga hareketini oluşturmaktadır (b). Derinleşen jet akımının dalgaları kuzey güney yönlü sıcaklık değişimini sağlamaktadır (c). Nihayetinde güneyin sıcak havası kuzeye, kuzeyin

soğuk havası ise güneye taşınmış olur (d).

Yeni görüşler çevresinde Ekvatorial bölge ile kutuplar arasında sıcaklık değişimi yatay hareketlerle olmaktadır. Bu hareketin oluşmasında yeryüzü ile üst atmosfer arasındaki sıcaklık farkını da göz önünde bulundurmak gerekir. Üst atmosferdeki dolaşım ve özellikle kuvvetli rüzgârlar yeryüzündeki sirkülasyonu kontrol eden süreçlerden biridir.

Sonuç olarak genel atmosfer sirkülasyonunun açıklanması hangi şekilde olursa olsun yeryüzündeki iklim bölgelerinin ve özelliklerinin oluşmasında önemli süreçlerden biridir.

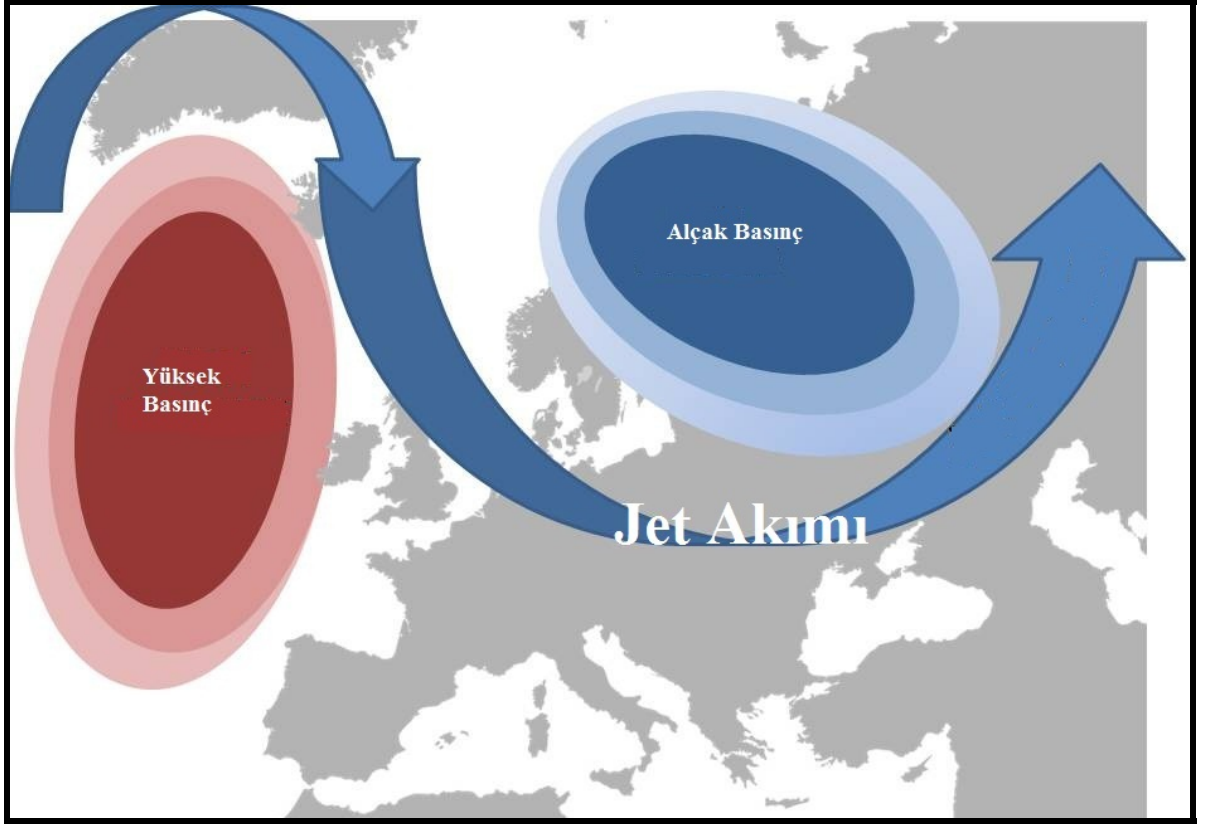
c. **Yüksek Batı Rüzgârları**

Özellikle 2. Dünya Savaşı ile birlikte gelişen üst atmosfer gözlemleri neticesinde ortaya çıkan önemli sonuçlardan biri, atmosferin üst katlarında esen kuvvetli rüzgârların anlaşılmasıdır. Uçakların önünden estiğinde hızlarını azaltacak, arkalarından estiğinde ise hızlarını arttıracak kadar kuvvetli olan bu rüzgârlar özellikle orta enlemlerin üst atmosfer bölümünde esmektedir. Bu rüzgârlar dünyanın dönüşü ile de paralel olarak batı yönlüdür. Aynı zamanda bu yüksek batı rüzgârlarının yeryüzüne kadar indiği bölümdür. Aslında yüksek batı rüzgârları büyük ölçüde yeryüzündeki rüzgâr sistemlerini kontrol etmektedir.

Yüksek batı rüzgârlarının yeryüzüne yakın bölümlerde sürtünme etkisiyle hızı azalırken, atmosferin üst kesiminde, troposfer sınırında yaklaşık 10-12 km'de çok hızlı rüzgârlar hâlini almaktadır. Bu şekilde üst atmosferde hızları saatte 300 km ve üstüne kadar çıkabilen rüzgârlara **jet akımları** veya **jet rüzgârları** denmektedir (Şekil 39).

Orta enlemlerin bu kuvvetli üst atmosfer rüzgârlarının kuzey ve güney bölümleri arasında sıcaklık gradyanı da kuvvetlidir. Jet akımları aynı zamanda yüksek batı rüzgârlarının bir parçası olarak yeryüzünde gelişen cephelerin ve özellikle de polar cephenin gelişimini belirleyen süreçtir. Bu çerçevede jet akımları, yüksek batı rüzgârlarının oluşum ve yıllık seyrine göre yer değiştirmektedir. Örneğin yaz aylarında, kuzey yarım kürede daralıp kuzeye çekilen yüksek batı rüzgârları ile birlikte jet akımları da kuzeye çekilmektedir. Kışın ise yine örneğin kuzey yarım kürede batı rüzgârlarının alanlarının güneye doğru genişlemesiyle birbirine paralel jet akımları dahi gelişebilmektedir. Polar cephe üzerinde gelişen jet akımları dışında 30° enlemleri üzerinde de subtropikal jet akımları gelişmektedir.

Yüksek batı rüzgârları, hızlarının artışına paralel olarak batıdan doğuya doğru olan genel akım yönlerini bir dalga hareketi şeklinde kuzey-güney yönlerini içerecek şekilde geliştirmektedir. Bu dalga hareketine **Rossby Dalgaları** da denmektedir. Yüksek batı rüzgârlarında beliren bu dalgaların Ekvator'a doğru girinti yaptığı kesimlerde alçak basınçlar, kutba doğru çıkıntı yaptığı kesimde ise yüksek basınç belirir (Şekil 39).



Şekil 39: Orta enlem jet akımı (<http://matthugo.wordpress.com>).

Uygulamalar

Bu bölümle ilgili olarak görsel materyaller yardımı ile sirkülasyon modelleri üzerinde çalışılabilir. Web tabanlı araştırmalar da konuyu pekiştirebilir.

Uygulama Soruları

- 1) Dönmeyen bir dünyanın atmosfer sirkülasyonu nasıl olurdu, neden?
- 2) Jet akımlarının zemin rüzgârları ile ilişkisi nedir?
- 3) Polar hücre gelişimi nasıldır?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Dünyanın şekli nedeniyle Ekvator’da meydana gelen aşırı ısınma ve kutuplarda oluşan kuvvetli soğumayı dengelemek amacıyla ortaya çıkan genel atmosfer sirkülasyonu, dönmeyen bir dünya üzerinde kuzey-güney yönlü yani meridyonel olacaktır. Ancak dünyanın dönüşü ve kara-deniz dağılışı nedeniyle genel atmosfer sirkülasyonu yön değiştirmektedir. Dünyanın dönüşü ile ortaya çıkan koriolis kuvvetinin etkisiyle kuzey yarım kürede sağa sapan hava akımları orta enlemlerde batı rüzgârları hâlini almaktadır. Yüksek batı rüzgârlarının da yeryüzündeki uzantısı olan bu rüzgârlar kuzeydeki soğuk havanın güneye, subtropikal alanlara, güneydeki sıcak havanın da kuzeye, polar alanlara sokulmasına neden olmaktadır.

İster eski görüşlere göre, ister yeni görüşler çerçevesinde açıklanmış olsun, genel atmosfer sirkülasyonu özellikle orta enlemlerde iklim özelliklerinin oluşumlarında önemli bir yer tutar. Genel atmosfer sirkülasyonu Ekvator ile kutuplar arasındaki sıcaklık farkını ortaya çıkarmak için doğmuş olmakla birlikte meridyonel yöndeki sıcaklık gradyanı, dünyanın dönüşü nedeniyle batı-doğu yönlü bir hava akımına neden olmaktadır.

Bölüm Soruları

- 1) Dönmeyen bir dünyada genel atmosfer sirkülasyonu hangi yöndedir?
 - a) Ekvatora paralel
 - b) Meridyonel
 - c) Kara ve deniz arasında
 - d) Atmosfer içinde dikey
 - e) Yatay yönde
 - 2) Orta enlemlerin hâkim rüzgârları aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Ticaret rüzgârı
 - b) Üst Alizeler
 - c) Kutup rüzgârı
 - d) Batı rüzgârları
 - e) Ageostrofik rüzgâr
 - 3) Kuzey ve güney yarım kürede rüzgâr yönlerini denetleyen temel faktörler arasındaki farklılık aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Basınç gradyanı
 - b) Siklonik hareket yönü
 - c) Antisiklonik hareket yönü
 - d) Dikey hava hareketleri
 - e) Kara ve deniz dağılışı
 - 4) Subtropikal yüksek basınç alanından Ekvator'a doğru esen kuzeydoğulu rüzgârlara denir.

Yukarıdaki cümlede boş bırakılan yere gelecek ifade aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

 - a) Jet akımı
 - b) Batı rüzgârları
 - c) Alizeler
 - d) Muson rüzgârları
 - e) Gradyan rüzgârı
 - 5) Termik basınç kuşakları yerküre üzerinde hangi enlemlerde gelişmiştir?
 - a) 0° ve 30° enlemlerinde
 - b) 30° ve 60° enlemlerinde
 - c) 30° ve 90° enlemlerinde
 - d) 0° ve 60° enlemlerinde
 - e) 0° ve 90° enlemlerinde
 - 6) Hedley hücrelerinin gelişimini açıklayınız.
 - 7) Alt ve üst alize rüzgârları nasıl gelişmektedir?
 - 8) Genel atmosfer sirkülasyonunun batı-doğu yönlü olmasının nedenini açıklayınız.
 - 9) Dinamik yüksek basınç kuşakları ile çöl bölgeleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
 - 10) Rossby dalgası nedir?
- Cevaplar:** 1B, 2D, 3E, 4C, 5E

6. MEVSİMLİK VE GÜNLÜK RÜZGÂRLAR

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde genel atmosfer sirkülasyonu altında gelişen mevsimlik ve günlük rüzgârları daha çok yerel ölçekte inceleyeceğiz.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Çevrenizde yerel adlarla tanınan rüzgârlar var mı, araştırınız ve bunları diğer yerel rüzgârlarla karşılaştırınız.
- 2) Mevsimlik rüzgârlara örnekler araştırınız.
- 3) Günlük rüzgârların oluşum mekanizmalarını araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Mevsimlik ve günlük rüzgârlar	Mevsimlik rüzgârların oluşum mekanizmalarını öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Mevsimlik rüzgârlara örnekleri inceler, karşılaştırır.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Günlük rüzgârların oluşumlarını öğrenir, yerelde ve dünyada örneklerini öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Musonlar
- Polar cephe
- Fön
- Yerel rüzgâr
- Meltem

Giriş

Genel sirkülasyonun altında ancak bağımsız yerel koşulların da etkisi ile gelişen yerel rüzgârlar, daha çok günlük sirkülasyon çerçevesinde hareket etmektedirler. Bununla birlikte orta ölçekli atmosfer sirkülasyonunun bir parçası olan ancak yerel şartlarla güçlenen fön gibi rüzgârlar da günlük sirkülasyondan çok belirli mevsimlerde daha sık rastlanan rüzgâr tipidir. Ayrıca Musonlar gibi yerkürenin önemli bir bölümünde etkili olan rüzgârlar da mevsimlik rüzgârlara örnektirler. Bu derste bu rüzgârlar örnekleri ile daha da detaylandırılacaktır.

Mevsimlik ve Günlük Rüzgârlar

Yeryüzünde büyük basınç alanları ve genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak gelişen rüzgârlarla birlikte, yerel koşullarla ortaya çıkan, ya da şekil alan rüzgârlar da bulunmaktadır. Aslında yeryüzünde meltem gibi yerel ve basınç gradyanı ile oluşan rüzgârlar dışında çeşitli alanlarda görülen rüzgârlar, bir yandan mevsimsel değişimlere sahip olmakta, diğer yandan genel sirkülasyonun bir uzantısı olarak çıkabilmektedir.

6.1.Musonlar

Farklı ısınma – soğuma süreçleri nedeniyle kışın soğuk karalardan nispeten ılıman denizlere doğru olan rüzgâr hareketi, yazın yerini denize göre nispeten daha sıcak karalara doğru çevirebilmektedir. Yeryüzünde bu tür bir mekanizma ile çalışan örnek rüzgâr alanlarından biri musonların hâkim olduğu Güneydoğu Asya'dır. Asya musonları olarak da anılan bu rüzgâr sistemi Asya Kıtası'nın büyük bir bölümü ile Avustralya'ya kadar uzanan Hint Okyanusu üzerinde etkili olmaktadır. Yaz ve kış aylarında birbirinin aksi yönde esen musonlar, kışın Asya Kıtası'nın soğumasına bağlı olarak oluşan termik yüksek basınç alanından, nispeten ılık kalan Hint okyanusu üzerinde Ekvator'a doğru sapmanın da etkisiyle kuzeydoğu rüzgârları olarak eserler (Şekil 40).



Şekil 40: Kış musonlarının oluşumu.

Kış mevsiminde oluşan bu musonlar Çin ve Hindistan üzerinde kuru ve soğuk bir karaktere sahipken güneye doğru ilerledikçe ısınıp nem kazanmakta ve Güneydoğu Asya adalarına, Japonya'nın güney, güney batı kesimlerine yağış getirmektedir.

Yaz aylarında ortaya çıkan musonlar ise ısınan Asya kıtası ile ilgilidir. Bu mevsimde Basra Körfezi'nden Çin ve Asya'nın içlerine kadar ısınan kara üzerinde termik alçak basınç alanı oluşmuştur. Buna karşılık nispeten serin kalan Hint Okyanusu üzerinden bu alanlara doğru yaz musonları esmektedir (Şekil 41).



Şekil 41: Yaz musonlarının oluşumu

Yaz musonları denizden karaya doğru eserken sapmanın da etkisiyle güneybatı yönünü almıştır. Bu şekilde nem yüklü olarak Güneybatı Asya, Çin-Hindistan karasına ulaşan kütleler buralarda yüksek yağışa da neden olmaktadır.

Musonal döngü, etki alanı ve mekanizması itibariyle sadece kara ve denizlerin mevsimsel özelliklerden dolayı ortaya çıkan farklı ısınma-soğuma süreçleri ile oluşan rüzgâr döngüsü olmayıp, aynı zamanda geniş alanları etkileyen ve genel atmosfer sirkülasyonu ile desteklenen bir döngü olmaktadır. Bu nedenle bu tür mekanizmalara dünyanın başka yerlerinde de rastlamak mümkündür.

6.2.Yerel Rüzgârlar

Genel atmosfer sirkülasyonu ve ona bağlı olarak yeryüzünde yerel özelliklerle beliren rüzgârlar oluşmakla birlikte sadece yerel özelliklerden doğan yerel rüzgârlar da bulunmaktadır. Yerel rüzgârları oluşum özellikleri açısından;

1. Genel atmosfer sirkülasyonu etkisi altında oluşan yerel rüzgârlar,
2. Tamamen yerel nedenlerle oluşan rüzgârlar,

olarak iki şekilde ele almak mümkündür.

6.2.1.Genel Atmosfer Sirkülasyonu Etkisi Altında Oluşan Yerel Rüzgârlar

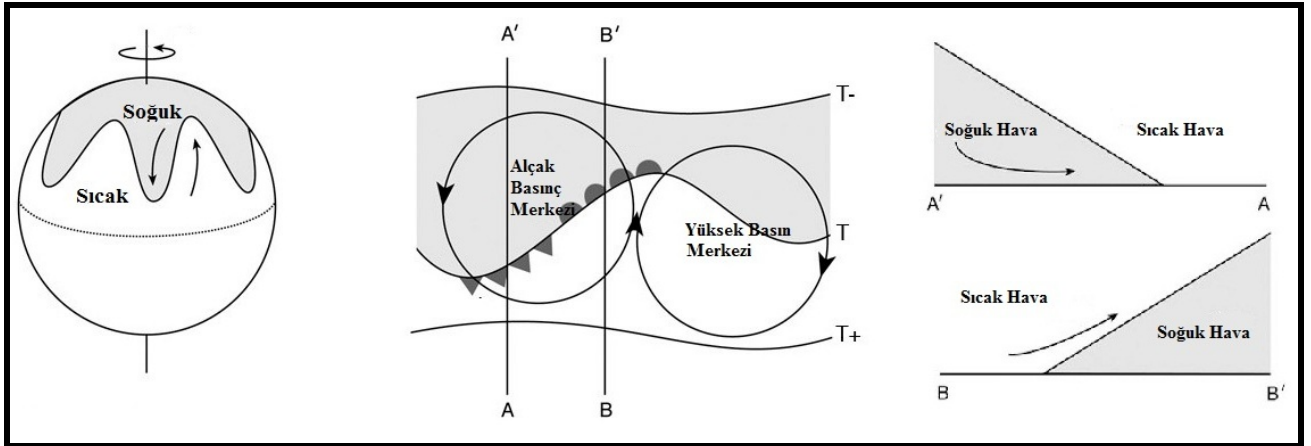
Genel atmosfer sirkülasyonunun yeryüzünde belli hava akımlarını oluşturduğu ve iklim özelliklerini geliştirdiği ifade edilse bile bu bölgelerde havanın sürekli aynı özellikler gösterdiğinden bahsetmek mümkün değildir. Bu açıdan belirgin özelliklere sahip alizeler veya batı rüzgârlarının etkisi altında dahi farklı koşullar oluşabilmektedir. Özellikle bu hâkim hava akımlarının zaman zaman zayıfladığı dönemlerde yerel etkenlerle oluşan basınç koşullarına bağlı rüzgârlar gelişebilmektedir. Örneğin orta enlemlerin hâkim rüzgârları olan batı rüzgârlarının zayıfladığı dönemlerde etkisi ve periyodu artan siklon ve antisiklon alanlarına bağlı rüzgârlar da oluşabilmektedir.

Orta enlemlerde özellikle soğuk dönemde polar cepheye bağlı olarak gelişen ve genel hareket yönüne uygun olarak batı – doğu doğrultusunda bir rota izleyen gezici siklonlar,

Kuzey Yarım Küre’de kuzeyden soğuk havayı, güneyden ise sıcak havayı kendine çeken bir depresyon alanıdır. Buna göre gezici siklonlara bağlı olarak oluşan cephe sistemlerinin sıcak sektörü güneybatılı sıcak havayı çekerken, soğuk cephenin ardından soğuk kuzey sektörlü rüzgârları getirmektedir. Bu sistem özellikle soğuk dönemde, polar cephenin Kuzey Yarım Küre’de etkinliğini arttırmasına bağlı olarak orta enlemlerde sıkça rastlanan bir durumdur.

Burada yeri gelmişken **polar cephe**den de bahsetmek gerekmektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi tropikal bölgelerden kutuplara doğru yeryüzünde esen sıcak ve nemli batı rüzgârları yaklaşık 60° enlemleri civarında kutuptan doğu rüzgârı olarak gelen soğuk ve kuru hava ile karşılaştığında, farklı sıcaklık ve nem özelliğine sahip iki kütle birbirine karışmayarak bir süreksizlik yüzeyi, yani cephe hattı oluşturmaktadırlar. Güneyin sıcak-nemli havası, kuzeyin soğuk-kurak havasından daha hafif olduğu için bu hava üzerinde yükselmektedir. Böylece ortaya 60° enlemleri civarında dinamik alçak basınç kuşağı çıkmaktadır. Bu şekilde polar ve tropikal kütlelerin karşılaştığı bu kuşağa **polar cephe** denilmektedir (Şekil 42). Bu kuşakta oluşan cepheler özellikle soğuk dönemde orta enlemlerde birbirini takip eden fırtınalı, karışık ve yağışlı meteorolojik koşulların gelişmesine neden olmaktadır. Soğuk dönemde daha çok orta enlemlere inen bu kuşak, sıcak dönemde yaz koşullarının getirdiği ısınma ile daha kuzey enlemlere çekilmektedir.

Polar cephenin Türkiye’yi ilgilendiren bölümü açısından ele alındığında, sistemin soğuk dönemde Atlantik Okyanusu’nda, İzlanda civarında derinleşip etkinliğini arttırdığı görülmektedir. Bu alanda doğan gezici depresyonlar ya Avrupa ve Balkanlar üzerinden, ya da Avrupa ve Akdeniz üzerinden Türkiye’ye ulaşarak soğuk, nemli, yağışlı, rüzgârlı kış koşullarının oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 42: Bir polar cephenin oluşumu (http://paoc.mit.edu/labguide_old/fronts/observations/synoptic.htm). A' – A eksenini soğuk cephe kesitini, B' – B eksenini sıcak cephe kesitini göstermektedir.

6.2.1.1.Akdeniz Çevresinde Oluşan Yerel Rüzgârlar

Polar cephe koşulları dışında yine gezici depresyonların sıkça görüldüğü Akdeniz’de genel sirkülasyonun beraberinde belirli yerel özelliklere bağlı yerel rüzgârlar oluşmaktadır (Şekil 43).



Şekil 43: Akdenizde görülen yerel rüzgârlar (Erol, 2008). Şekildeki kalın oklar kışın esen soğuk rüzgârları, kesik çizgili oklar kışın esen sıcak rüzgârları ve noktalı oklar ise yazın esen serin rüzgârları göstermektedir.

Soğuk dönemde Akdeniz’de etkili olan depresyonlar kuzeyden soğuk havayı, güneyden de sıcak havayı çekerek bir cephe sistemi oluştururlar. Böylece ortaya serin-soğuk yağışlı hava koşulları ile sıcak – ılık koşulların birbirini takip ettiği meteorolojik hadiseler çıkmaktadır.

Akdeniz’de güneyden esen rüzgârlar genel olarak Büyük Sahra doğuşludur. Bu rüzgârlar sıcaklık etkisi yanında gittikleri yerlere kuraklık ve toz da götürmektedirler. Bu tür rüzgârlar Kuzey Afrika ve İtalya’nın güneyinde **Sirocco** adıyla anılmaktadırlar. Bu rüzgârlarla birlikte hareket eden cephe sistemlerinde oluşan yağışlar, Sirocco’nun taşıdığı çöl tozları nedeniyle adeta çamur şeklinde yağmaktadır. Buna karşılık Doğu Akdeniz’de bu tip güney rüzgârlarının adı **hamsin**dir. Hamsin özellikleri itibariyle siroccoya benzer. Anadolu’da sıcak dönemde güneyli yönlerden esen sıcak ve kurak rüzgâra ise **samyeli** denilmektedir. Yine Doğu Akdeniz’de güneybatıdan sıcak cephe rüzgârı olarak esen sıcak-nemli rüzgâra ise **lodos** rüzgârı denilmektedir.

Akdeniz’de esen soğuk rüzgârlar, bir depresyonda oluşan cephe sisteminin soğuk cephe bölümünde görülmektedir. Bu çeşit rüzgârlardan birisi Fransa’da görülen ve isimlendirilen **mistral**dir. Bu rüzgârlar Fransa’nın dağlık ve soğuk iç kesiminden Akdeniz’e doğru hızlı bir şekilde ulaşması sonucu oluşmaktadır. İspanya’da bu rüzgâra **levante** denilmektedir. **Bora** ise Adriya Denizi civarında görülen, dağdan aşağıya doğru vadilerde kanallı olarak hızla esen soğuk ve kurak bir rüzgârdır. Yamaç aşağı o kadar hızlı inmektedir ki, fön etkisi yaratacak bir mekanizma geliştiremeden kıyılara ulaşmaktadır. Romanya’da da benzer koşullarda gelişen bora tipindeki rüzgârlara **krivetz** denilmektedir.

Anadolu’da ise soğuk dönemde hâkim rüzgâr, kuzey sektörlü olup **yıldız**, **poyraz** ve **karayel** olarak adlandırılmaktadır. Kuzey sektörden şiddetli ve soğuk esen bu rüzgâr daha çok kar ve fırtına getirmektedir.

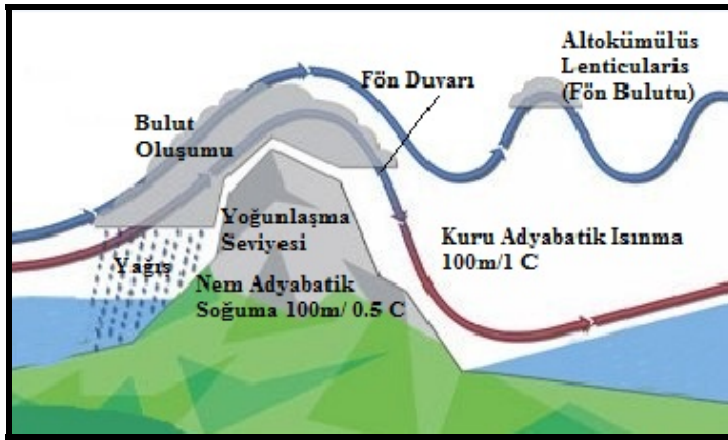
Sıcak dönemde ise Akdeniz rüzgârları farklı bir özellik kazanmaktadır. Çünkü sıcak

dönem Akdeniz’de farklı basınç koşullarının geliştiği bir dönemdir. Bu dönemde ısınan yarım kürede Subtropikal basınç kuşağı etkisini kuzeye, kutba doğru genişletirken, soğuk dönemin hâkim yapısı polar cephe daha da kuzeye çekilmektedir. Asor antisiklonunun etkisi tüm Akdeniz’de ve Avrupa’da belirgin hâle gelmiştir. Buna karşılık musonların kuzeybatı uzantısı olarak Basra alçak basınç merkezi de özellikle Türkiye’nin güneydoğusundan itibaren etkili olmaya başlamaktadır. Böylece Avrupa üzerinde kuzeybatı-güneydoğu hatlı bir basınç gradyanı oluşmaktadır. Diğer yandan Intertropical Konverjanz Zonu (ITCZ) da etkisini kuzeye doğru genişletmektedir.

Bu basınç yapısı altında Türkiye üzerinde, özellikle batı kesimde poyraz rüzgârı gelişmektedir. Buna benzer olarak Ege üzerinde sürekli esen kuzeybatı rüzgârlarının gelişimi de bu basınç yapısı altında görülmektedir. Bu rüzgâra **etesien** denilir. Bunun yanında yine karakteristik olarak Ege kıyılarında görülen meltemler de kara ve denizlerin farklı ısınma-soğuma sürecine bağlı olarak özellikle yaz koşullarında etkinliğini arttıran rüzgârlardır. İzmir’de bu rüzgâra **imbat** adı verilmiştir.

6.2.1.2.Fön Rüzgârları

Fön rüzgârı, zemine ya da serbest atmosferde alçalıma bağlı olarak esen ve bu alçalım sırasında adyabatik olarak ısınan sıcak, kuru ve sert rüzgârdır (Şekil 44). İlk olarak Alplerin kuzeyinde etkisi fark edilen fön rüzgârlarına bu ad bu yöreden verilmiştir. Bununla birlikte bu mekanizmaya dünyanın farklı bölgelerinde rastlamak mümkündür.



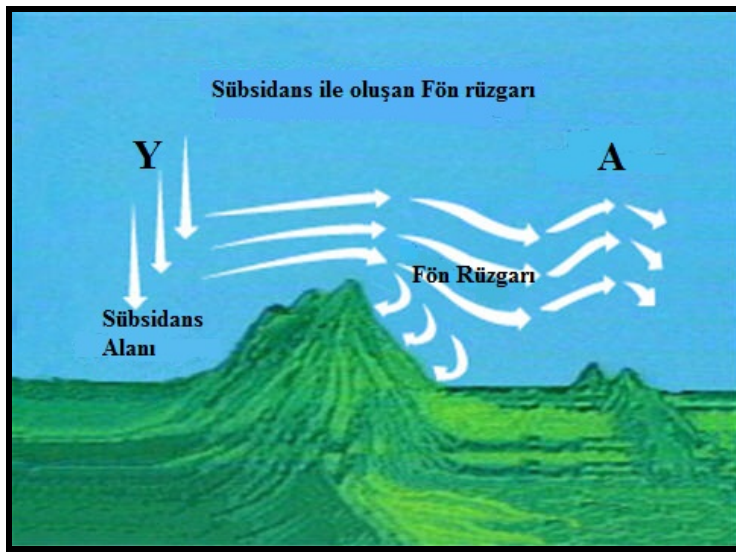
Şekil 44: Fön oluşumu

Fön rüzgârlarının etkileri belirgindir. Özellikle soğuk dönemde estiklerinde etki alanında sıcaklıkları kısa sürede 5-10 °C arttırabilmektedir. Yamaç aşağı eserken adyabatik olarak ısınan bu rüzgâr, taban seviyesine ulaştığında sıcak, kuru ve hızlı bir rüzgâr olarak kendini hissettirir. Kuzey Alplerde çığların oluşum sebepleri arasında olan fön rüzgârları karların eriyerek sel sularına dönüşmesine neden olduğu gibi etki alanında zemini kurutarak orman yangınlarına zemin hazırlayabilmektedir. Akdeniz’in kıyı kesimlerinde soğuk ve nemli dönemde zaman zaman görülen orman yangınları bu rüzgârlarla ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Soğuk dönemde Toros Dağları’ndan aşağıya doğru inerken ısınan ve hızını arttıran rüzgâr, zeminde kurumaya neden olmaktadır. Bu ise orman yangını için elverişli bir

koşul yaratmaktadır.

Oluşum mekanizması itibariyle mistral ve boraya benzeyen fön rüzgârını bu rüzgârlardan ayıran özellik, bora ve mistral rüzgârları ile dağdan aşağıya inen havanın çok soğuk olması ve alçalımının daha az olmasıdır.

Oluşum mekanizması açısından dağı aşarak oluşan klasik fön rüzgârları (Şekil 44) dışında başka fön oluşum mekanizmaları da vardır. Serbest atmosferde sübsidans (çökme) ile oluşan fön rüzgârlarına da rastlamak mümkündür. Veya yine dağlık alanların üzerine bir yüksek basınç yerleştiğinde oluşan sübsidans, dağ yamacını izleyerek zemine ulaşmaktadır. Bu durum klasik fön ile karıştırılsa da aslında hareketin itici gücü dağların üzerine yerleşen antisiklondur (Şekil 45).



Şekil 45: Dağların üzerine yerleşen yüksek basınç etkisiyle oluşan sübsidansa bağlı fön rüzgârı.

Serbest atmosfer fönünde ise herhangi bir zemine bağlı olmaksızın atmosferin üst kesimlerinde gerçekleşen sübsidansa bağlı olarak gelişen fön mekanizmasından bahsetmek mümkündür. Bu tip fönler antisiklon alanların beliren sıcaklık terselmesine bağlı olarak gelişmektedirler. Etkisi üst atmosferde görülmektedir.

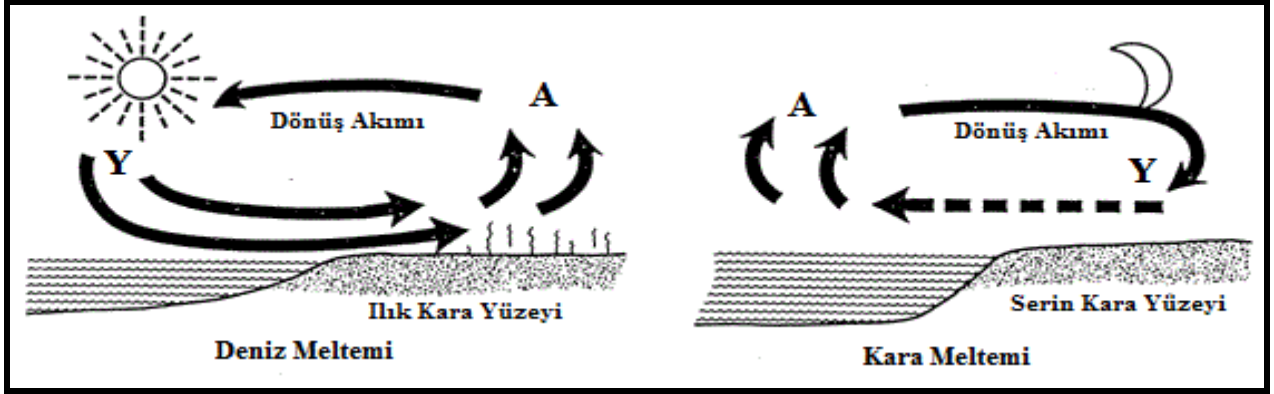
6.2.2.Yerel Nedenlere Bağlı Oluşan Rüzgârlar

Genel atmosfer sirkülasyonunun zayıfladığı yerlerde ve zamanlarda görülen yerel şartlara bağlı rüzgârlar, ısınma-soğuma farkıyla meydana gelen kısa süreli rüzgârlardır. Temel oluşum mekanizması ısınma-soğuma süreci olduğu için genel olarak gün içerisinde görülmektedir.

6.2.2.1.Kara ve Deniz Meltemleri

Kara ve denizler farklı ısınma-soğuma süreçlerine sahip yerlerdir. Karalar denizlere oranla gündüz çabuk ısınıp gece ise çabuk soğumaktadır. Buna karşılık denizler karalara göre daha geç ısınıp daha geç soğumaktadır. Bu şekilde gündüz daha hızlı ısınan karalar denizlere

oranla daha sıcak hâle gelip termik bir alçak basınç alanı oluştururlar. Buna karşılık nispeten serin kalan denizler ise yüksek basınç alanı hâline gelir. Buna karşılık geceleri kara yüzeyleri daha hızlı ısı kaybederek soğurlar. Ancak denizler ise daha geç soğuyarak, karalara göre nispeten daha ılık kalırlar. Böylece geceleri termik yüksek basınç sahası hâlini alırken, denizler ise alçak basınç sahası hâlini alırlar. Bu şekilde gündüz denizden karaya doğru esen rüzgâr, gece ise karadan denize doğru bir yön alır. Bu rüzgârlar kısa süreli olup aradaki basınç farkı giderilene kadar eserler. Rüzgârın yönü denizde olduğunda **deniz meltemi**, karadan olduğunda ise **kara meltemi** olarak adlandırılır (Şekil 46).



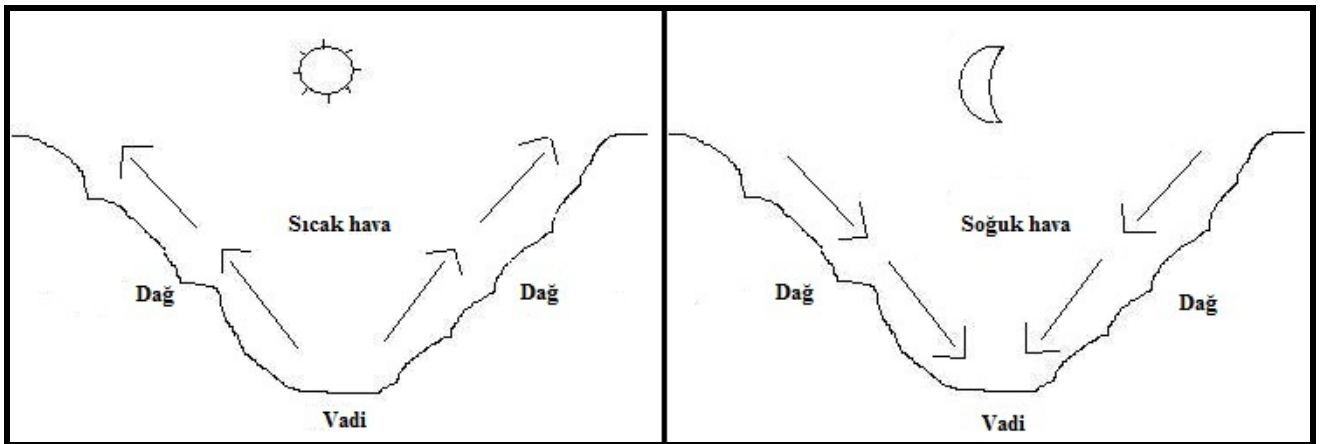
Şekil 46: Kara ve deniz meltemi

Ülkemiz kıyılarında da görülen bu tip meltemlere İzmir’de imbat adı verilmiştir.

6.2.2.2.Dağ ve Vadi Meltemleri

Genel atmosfer sirkülasyonundan bağımsız olarak görülen bir başka meltem tipi de dağ ve vadiler arasında gelişen **dağ – vadi meltemi**dir.

Dağlık alanlarda birbirine komşu vadi ve yüksek alanlar arasında gelişen bu yerel rüzgâr yine farklı ısınma-soğuma sürecine bağlı oluşan yerel basınç farkı neticesinde ortaya çıkmaktadır (Şekil 47).



Şekil 47: Dağ – vadi meltemi

Dağ yamaçlarının serbest atmosfere oranla gündüzleri daha fazla ısınmasına bağlı olarak öğleden sonraları sıcak olan vadilerden nispeten serin kalan zirveye doğru yamaç yukarı oluşan rüzgâr vadi meltemi olarak adlandırılmaktadır. Geceleri ise çevresine oranla daha çok serinleyen yamaçlara doğru zirveden itibaren oluşan rüzgâr ise dağ meltemi olarak adlandırılmaktadır. Bu rüzgârların genel adı ise yamaç rüzgârlarıdır.

Dağ – vadi meltemleri gün içerisinde farklı ısınma – soğuma süreçleri ile meydana gelmekle birlikte ortaya çıkan hareket vadi ile dağ arasında meydana gelen yerel basınç farkını da gidermektedir. Bu nedenle bu tür rüzgârlara aynı zamanda denkleşme rüzgârı da denilmektedir.

6.2.2.3.Ağırlaşma Rüzgârı

Dağlık alanlardan veya çok soğuk platolardan çevredeki çukur sahalara doğru ağırlaşıp yamaç aşağı doğru esen rüzgârlara **ağırlaşma rüzgârı** denir. Bu tip rüzgâr dağ-vadi melteminden farklı olarak sadece yamaç aşağı doğru esmektedir. Bu rüzgârlar Grönland ve Antarktika gibi buzul alanlarının iç kesimlerinde görülmektedir.

Uygulamalar

Çevrenizde yerel adlarla tanımlanan rüzgârların özelliklerini araştırarak dünyada görülen benzerleri ile bağlantı kurun. Bu rüzgârların oluşum mekanizmalarını araştırın.

Uygulama Soruları

- 1) Günlük rüzgârların oluşumunu etkileyen temel faktör nedir?
- 2) Türkiye etrafında görülen yerel rüzgârları sıcak ve soğuk oluşlarına göre ayırın.
- 3) Musonal döngünün Asya'ya kazandırdıkları ve kaybettirdiklerini araştırın.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak gelişen ve yerelde de hissedilen rüzgârlarla birlikte, genel sirkülasyonun zayıfladığı alan ve yerlerde ortaya yerel şartların etkisi altında gelişen rüzgârlar çıkmaktadır.

Mevsimlik döngüye sahip yerel rüzgârlar içerisinde en belirgin olanlardan biri musonlardır. Bunun yanında Akdeniz’de olduğu gibi sıcak ve soğuk dönemde gelişen yerel rüzgârlar da bulunmaktadır.

Yerel rüzgârlar, mevsimlik farklarla birlikte, yerel ısınma-soğuma süreçleri ile de meydana gelmektedir. Muson rüzgârlarında olduğu gibi soğuk ve sıcak dönemde büyük alanları etkileyen sistemler yanında tamamen yerel şartların etkisi altında gelişen rüzgârlar da bulunmaktadır. Mevsimsel özelliklere bağlı olarak estiği alanlarda sıcak veya soğuk etkiler bırakan bu rüzgârlar genel atmosfer sirkülasyonunun zayıfladığı yerlerde ve dönemlerde ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında kara-deniz veya dağ-vadi meltemleri gibi günlük periyoda sahip yerel rüzgârlar da bulunmaktadır.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi Akdeniz'den esen soğuk rüzgârlardan biridir?
 - a) Hamsin
 - b) Samyeli
 - c) Lodos
 - d) Mistral
 - e) Sirocco
- 2) Kara ve denizlerin farklı ısınma-soğuma süreçleriyle oluşan rüzgâr aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Fön
 - b) Etesien
 - c) Bora
 - d) Hamsin
 - e) Meltem
- 3) Ağırlaşma rüzgârı ile dağ-vadi meltemi arasındaki temel fark aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
 - a) Basınç farklılığı
 - b) Sıcaklık farkı
 - c) Yamaç yukarı esmesi
 - d) Esiş zamanı
 - e) Yamaç aşağı esmesi
- 4) Aşağıdakilerden hangisi Akdeniz çevresinde esen sıcak yerel rüzgârlardan biri değildir?
 - a) Hamsin
 - b) Mistral
 - c) Lodos
 - d) Samyeli
 - e) Siracco

5) Ülkemizde görülen kara-deniz meltemine verilen yerel isim aşağıda hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

- a) İmbat
 - b) Samyeli
 - c) Etesien
 - d) Lodos
 - e) Hamsin
- 6) Ağırlaşma rüzgârı daha çok nerelerde görülür, neden?
- 7) Dağ-Vadi meltemi hangi koşullar altında gelişir?
- 8) Musonların etkisini ve gücünü artıran temel faktör nedir?
- 9) Fön rüzgârının Türkiye’deki görülüş alanları nerelerdir, neden?
- 10) Etesien rüzgârının oluşumuna neden olan basınç yapısı nasıl oluşmaktadır?

Cevaplar: 1D, 2E, 3E, 4B, 5A

7.HAVA KÜTLESİ TANIMI VE OLUŞUMU

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde hava kütlesi kavramını, hava kütlelerinin oluşum ve gelişimlerini ve hava kütlelerinin özelliklerini öğreneceğiz.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Hava kütlesi nedir?
- 2) Hava kütlelerinin ortak özellikleri nelerdir?
- 3) Aksiyon merkezi nedir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Hava kütlesi tanımı ve oluşumu	Hava kütlesi kavramının anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Hava kütlelerinin ortak özelliklerinin bilir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Farklı hava kütleleri ve aksiyon merkezlerinin özelliklerini tanır.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Siklon
- Antisiklon
- Dalga kuramı
- Aksiyon merkezi

Giriş

Günümüz iklim özelliklerinin anlaşılmasında, bölgeler ve yöreler arasındaki farklılıkların ortaya konmasında kullanılan birçok iklim tasnifi yöntemi bulunmaktadır. Ancak bir bölgeyi etkileyen, oraya belirli meteorolojik koşulları taşıyan ise hava kütleleridir. Diğer bir ifade ile yıllık ve/veya mevsimlik periyotlar içerisinde bir sahada etkili olan hava kütleleri o sahanın iklim özelliklerinin şekillenmesinde rol oynarlar. Bu şekilde hava kütleleri sıcaklık ve nem karakterlerini bir bölgeden bir bölgeye taşıyarak da günlük meteorolojik hadiselerin gelişmesini sağlarlar.

Bu derste hava kütlesi kavramı, oluşum ve gelişimi, ortak özellikleri gibi konular incelenecektir.

Hava Kütlesi Tanımı ve Oluşumu

Hava kütlesi kavramı ve bu kavrama göre iklim özelliklerinin, tiplerinin belirlenmesi 21. yüzyılda yaygınlaşan bir süreçtir. Hava kütlelerinin varlığı ilk önce 1900'lü yılların başında Napier Shaw ve Lempfert tarafından işaret edilmiş olsa da bu süreçle ilgili gelişmeler özellikle 1. Dünya Savaşı ve sonrasına dayanmaktadır. Bu süreçte baba ve oğul Bjerknes'ler ile Solberg ve Palmen'in çalışmaları bu konuda önemli ilerlemeler sağlanmasına katkısı olmuştur. 1930'lara kadar devam eden süreçte ortaya konan bu çalışmalar özellikle dinamik klimatoloji için bir dönüm noktası olmuştur.

Hava kütlelerinin tanınması ve sınıflandırılması iklim özelliklerinin anlaşılması ve sınıflandırılması için önemli gelişme sağlamıştır. Hava tiplerinin ortaya konmasında uygulanan çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte bu yöntemler daha çok sıcaklık, yağış ve nem gibi meteorolojik elemanların ortak özelliklerinin tespiti suretiyle yapılmaya çalışılmıştır. Bugün de devam eden bu tarz çalışmalar içerisinde Thornthwaite, Köppen, De Marton gibi araştırmacıların önerdikleri yöntemler yanında Sırrı Erinç gibi Türk araştırmacılarının yöntemleri de kullanılmaktadır.

Bu yöntemler iklim tiplerinin anlaşılmasında bir kolaylık sağlasa da iklimi oluşturan parametreler sıcaklık, yağış, nem, buharlaşma, basınç, rüzgâr, bulutluluk gibi birçok parametreyi ilgilendirmektedir. Hatta sahanın hâkim bitki örtüsü de bu sınıflandırmalar için bir değerlendirme aracı olmaktadır. Bu açıdan bir sahanın iklim tipinden bahsederken o sahada görülen bütün meteorolojik elemanların oluşturduğu bir karakterden bahsetmek gerekmektedir.

Bir sahanın iklim özelliklerinden bahsederken artık sadece meteorolojik parametreler değil, o sahayı etkileyen hava kütleleri ve cephe sistemlerinden de bahsedilmesi gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında ideal yöntem öncelikle o sahanın coğrafi konumu nedeniyle ortaya çıkan durumudur. Bu açıdan sahayı etkileyen basınç merkezleri ve onların dönemsel durumu, basınç merkezleri ile birlikte oluşan hava tipleri ve cepheler, sürecin başlangıcında açıklanması gereken özelliklerdir. Bundan sonra sahanın fiziki coğrafya özellikleri ile ortaya çıkan değişimler ve en sonunda meteorolojik parametrelerin açıklanması ve iklim tasnifinin ortaya konması ideal yöntemdir.

İşte bu açıdan hava kütlesi kavramı dinamik klimatoloji açısından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Coğrafyanın bir alt bilim dalı olan Klimatoloji’de hava kütlesi kavramı gereken ilgiyi görmektedir. Ancak bununla birlikte sürekli gelişen bilimsel araştırmalar hava kütlelerinin anlaşılmasında hâlâ alınması gereken mesafeler olduğunu da ortaya koymaktadır.

1950’li yılların başında ilk defa Stahler hava kütlelerine dayalı bir iklim sınıflandırması denemesi yapmıştır. Bugün hâlen bu tarz bir sınıflandırma için yeterli verinin olup olmadığı tartışma konusu olmakla birlikte gerek yurt içinde ve gerekse yurt dışında bu prensiplere dayalı iklim sınıflandırması çalışmaları bulunmaktadır.

7.1.Hava Kütlesi Kavram

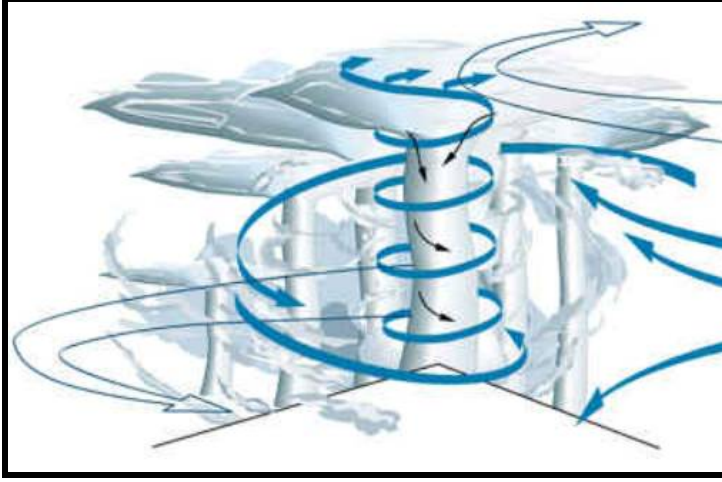
Hava kütlesi kavramının açıklanması ve iyi anlaşılması için, hava kütlelerinin oluşum ve gelişiminde rol oynayan siklon ve antisiklon alanlarının bilinmesi, genel atmosfer sirkülasyonu ve ona bağlı süreçlerin ortaya konması ile yakından ilgilidir.

Bilindiği gibi yeryüzü ikliminin ana kaynağı güneştir. Güneşten gelen farklı dalga boyundaki güneş enerjisinin atmosferi geçip yeryüzüne ulaşan bölümü ve atmosferde difüzyona (dağılıma) uğrayan kesimi ile yeryüzüne ulaşan ışınların termal radyasyon olarak geriye yansması, iklim sürecinin temel oluşum mekanizmasıdır. Bu süreçte atmosferin durumu ve yüzeyin özellikleri de önemli rol oynar. Atmosfer, içinde gelişen hareketlerle iklim tiplerinin oluşumu kadar bir yerden bir yere ulaşması için de önem taşımaktadır. Bu açıdan atmosferin içerisinde gelişen hareketleri temel olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar, yatay (adveksiyon) hava hareketleri ve dikey (konverksiyon) hava hareketleridir.

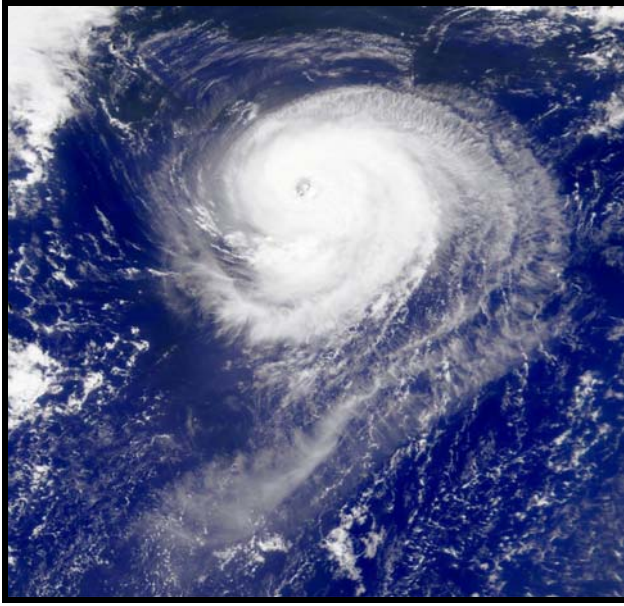
Bir yerde dikey hava hareketleri varsa, diğer bir ifadeyle yerden yukarı doğru bir hareket oluşmuşsa orada alçak basınçtan (siklon) bahsetmek gerekir (Şekil 48, Resim 9). Ancak siklonun çapı ne kadar küçülürse hızı ve etkisi o kadar artacağından, ortalama bir alçak basınç merkezine göre çok daha küçük çap’a sahip tropikal siklonlar şiddetli ve ani gelişim gösterebilmektedir.

Alçak basınç oluşumunda yeryüzünde ısınan hava bir merkez etrafında Kuzey Yarımküre’de saat istikametinin tersine, Güney Yarımküre’de ise saat istikameti yönünde dönerek yükselim göstermektedir. Bu dönüş ve yükselim sırasında zemindeki hava hareketi aynı zamanda çevreden merkeze yani konverjans özelliği göstermektedir. Bu şekilde yükselen hava atmosferin üst katlarına ulaştığında soğuyarak ağırlaşmakta ve tekrar alçalarak yeryüzüne dönmektedir. Ancak bu alçalım hareketi yükselim hareketinden farklı olarak bu sefer Kuzey Yarımküre’de saat istikametinde ve Güney Yarımküre’de saat istikametinin

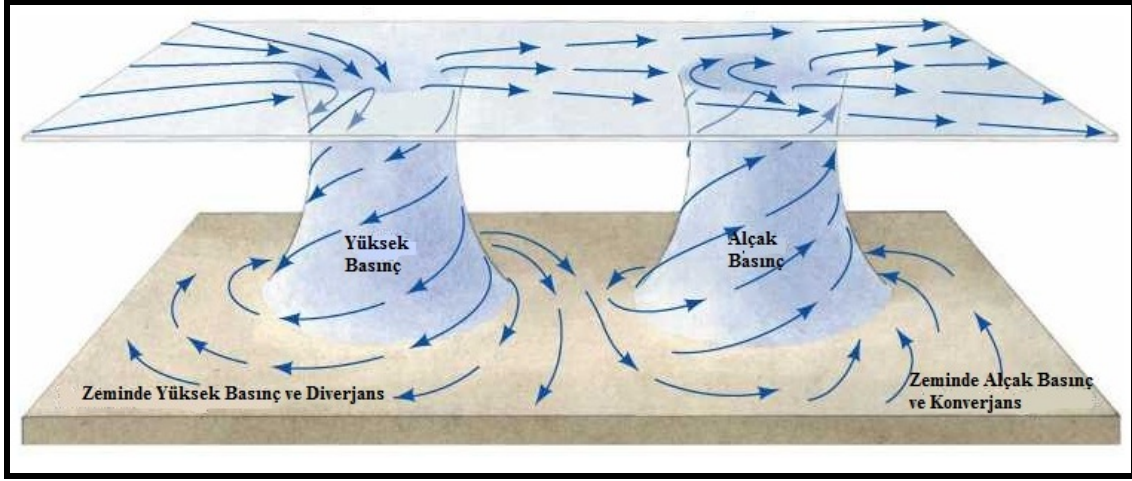
tersine olmaktadır (Şekil 49).



Şekil 48: Kuzey Yarım Küre’de beliren bir siklon. Saat yönünün tersine hareketle yükselim



Resim 9: Kuzey Yarım Küre’de oluşmuş siklon hareketi

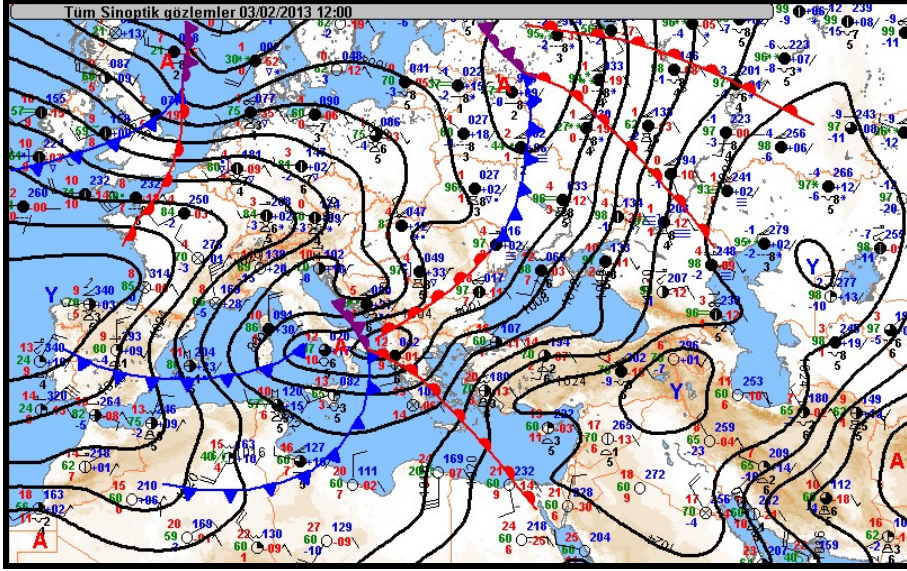


Şekil 49: Zemin ve üst atmosferde siklon ve antisiklon oluşum ve gelişimi

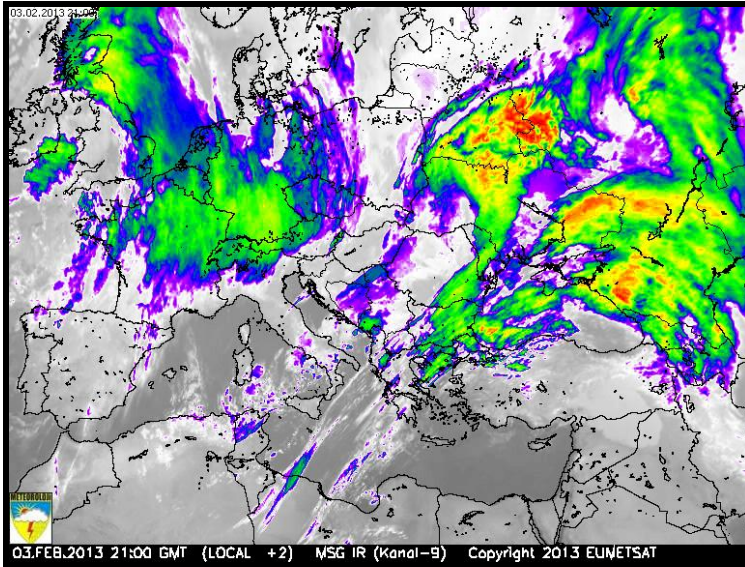
Bu ideal oluşum mekanizması her soruya cevap verememektedir. Örneğin özellikle orta enlemlerin gezici siklonları büyük ölçüde kış mevsiminde görülmekle birlikte bu mevsim konveksiyonun az olduğu bir dönemdir. Öte yandan büyük ölçüde denizler üzerinde doğan siklonlar için denizel alanlar soğuk dönemde iyi bir ısı kaynağı değildir. Ve ayrıca siklonlar doğdukları alanlarda kalmayıp yer değiştirmektedirler.

Buna göre depresyonların doğuşlarında sadece yerden ısınma etken olmayıp, yine onun yer değiştirmesine neden olan atmosferik süreçlerden bahsetmek gerekmektedir. Daha önceki konularda da açıklandığı gibi özellikle orta enlemlerin gezici alçak basınçlarının oluşum ve gelişimlerinde termik nedenlerin dışında dinamik nedenlerden de bahsetmek gerekir. Bu dinamik nedenler siklonların doğdukları alandan başka yerlere taşınmasında genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı hareketlerin olduğu şeklinde açıklanabilmektedir. Bu hareketlere göre siklonlar, genel hava akışı içinde oluşan anaförler olarak ifade edilmiş, buna da **dalga kuramı** denilmiştir. Bu kurama göre yeryüzünün girintili çıkıntılı olması, diğer bir ifade ile yükselti farklarının bulunması, farklı yöndeki hava hareketlerinin karşılaşması ve atmosfer içinde yükselici hareketlerin oluşması ile hava akıntı hatlarında anaförler oluşmaktadır. Bu çerçevede V. Bjerknes tarafından yapılan tanımlamalar, atmosferde sıcak hava kütleleri ile soğuk hava kütlelerinin varlığına işaret etmektedir. Bu kütlelerin orta enlemlerde, başka bir ifadeyle batı rüzgârları kuşağında karşılaştığı belirtilmektedir. Soğuk ve sıcak kütlelerin karşılaştığı bu alanlar daha önceki konuda açıklandığı gibi polar cepheyi oluşturmuştur. Bu konuda yapılan çalışmaların 2. Dünya Savaşı'ndan sonra da hızla devam etmesiyle hava kütlelerinin bugün artık dünyanın farklı alanlarında **doğuş bölgeleri** olan birer sisteme sahip olduğu vurgulanmaktadır. Böylece farklı doğuş bölgelerinde farklı özelliklerle doğan hava

kütleleri bir cephe boyunca karşılaştığında güçlü konvektif hareketlere, yani anafollara neden olmaktadır. Yukarıda da ifade edildiği gibi bunlardan çapı küçük olanlar tropikal siklonlar olarak nitelendirilmesinin yanında büyük ölçekli sistemler de alçak basınç merkezi olarak nitelendirilmektedir (Şekil 50, Resim 10).



Şekil 50: Meteorolojik yer kartı haritası (DMI). Yer kartında İtalya, İngiltere ve Ukrayna üzerinde görülen alçak basınç alanları, geniş çaplı bir siklonik hareketi oluşturmaktadır.



Resim 10: Şekil 50'de verilen yer kartı ile aynı güne ait uydu görüntüsü. Şekil 50'de verilen yer kartında İtalya, İngiltere ve Ukrayna üzerinde görülen alçak basınç alanlarının çap olarak genişliği ve dönüş yönü renklendirilmiş bir şekilde uydu görüntüsünden anlaşılmaktadır.

Genel olarak bakıldığında, üst atmosfer çalışmalarıyla ortaya çıkan sonuçlar açısından, atmosferin yüksek kesimlerinde oluşan jet akımlarının ve bunlara bağlı olarak yeryüzünde görülen hava akıntı hatlarının hava kütleleri vasıtasıyla iklim süreçlerini oluşturduğunu söylemek mümkündür. Bu açıdan hava kütleleri, oluşum ve modifikasyonları, doğuş bölgesi özellikleri iklim özellikleri açısından incelenmesi gereken konuların başında gelmektedir.

7.2.Hava Kütlelerinin Oluşum ve Gelişimleri

Hava kütlesi sıcaklık ve nem bakımında belirli fiziksel özelliklere sahip ve bu özelliklerini atmosferde yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösterebilen havanın bir parçasıdır. Bu şekilde belli karakterlere sahip kütleler çevresinde var olan diğer kütlelere göre belirgin farklar içermektedir. Hava kütlesi, tanımında ifade edilen belirli fiziksel özellikleri bulunduğu zemin üzerinden kazanır. Bu açıdan bakıldığında hava, efektif arz radyasyonu ve zemin tabiatına bağlı olarak bulunduğu zemin üzerinden sıcaklık ve nem özelliği kazanır. Bunun için hava kütesinin belli fiziksek karakterlere sahip zemin üzerinde belli sürede kalması gerekir. Bu sayede kondüksiyonla zeminin fiziki özellikleri hava kütleleri içerisine geçerek üst katlara kadar ulaşabilir. Bu şekilde hava kütesinin bulunduğu zemin üzerinden belli fiziksel karakter kazanması, farklı etkenlere bağlı olmakla birlikte birkaç günlük sürede gerçekleşebilir. Bu açıdan sıcak hava kütlesi, soğuk hava kütesine oranla daha hızlı oluşum özelliğine sahiptir demek mümkündür. Çünkü sıcak bir zemin üzerinde oluşan hava kütlesi, sıcaklığın zeminden üst katlara taşınmasının nispeten hızlı olması nedeniyle daha kısa sürede bu özellikleri kazanabilmektedir. Buna karşılık zeminden soğuyan hava kütlesi bu işlemin üst katlara taşınımı fiziksel kurallar çerçevesinde daha fazla zaman aldığına, bu özellikleri üst katlara taşınması için daha fazla o yüzey üzerinde kalması gerekir. Böylece hava kütlesi dikey yönde görece farklı özelliklere sahip olmakla birlikte yatay yönde çevresine oranla belirgin farklar içeren bir birim hâline gelmiştir.

Bu açıdan ele alındığında hava kütesinin oluşması için iki temel koşul bulunmaktadır. Bunlar:

1. Zemin özellikleri bakımından aynı yapıya sahip geniş bir yüzeyin varlığı
2. Hava kütesinin zeminin bu özellikleri alacak kadar bu zemin üzerine kalabilmesi.

İlk bakışta bu koşulların görülebileceği alanlar antisiklonal bölgeler olarak düşünülmektedir. Çünkü bu alanlar nispeten durgun alanlar olup, belirli zemin özelliklerine

sahiptir. Dolayısıyla antisiklon alanları, hava kütlesi oluşumu açısından yeterli zaman ve geniş bir zemine sahiptir. Bu şekilde hava kütlelerinin belirli karakterleri kazandığı bu bölgelere **doğuş bölgesi** adı verilmektedir. Ancak antisiklon ile hava kütlesi kavramını birbirinden ayırt etmek gerekmektedir. Çünkü antisiklon atmosfer içerisindeki bir hareketi ifade ederken hava kütlesi o hareketin görüldüğü havadır. Diğer bir ifadeyle hava kütlesi belli fiziksel özelliklerin görüldüğü atmosfer parçası iken, antisiklon ise o kütlelerin hareketidir.

Doğuş bölgeleri tanıma uygun olarak daha çok antisiklon alanlarını ifade ediyor gibi görünse de, cephesel özelliklerin görüldüğü yerler de siklonik harekete sahip hava kütlelerinin görüldüğü yerlerdir. Doğuş bölgesi kavramının daha iyi anlaşılması açısından Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerinin doğuş bölgelerinden örnek vermek açıklayıcı olacaktır (Şekil 51).

Şekil 51'de de görüleceği üzere Türkiye'yi etkileyen polar ve tropikal hava kütlelerinin doğuş bölgeleri yaklaşık olarak ülkenin dört ucunda bulunmaktadır. İleride fiziksel özellikleri açıklanacak olan polar ve tropikal hava kütleleri içerisinde antisiklonlara bağlı olarak gelişenler kuzey doğuda bulunan Sibiry antisiklonu ve ona bağlı olarak gelişen hava kütlesidir. Bir diğer antisiklon alanı ise güneybatıda yer alan Asor antisiklonudur. Bu alanlardan Sibiry, özellikle soğuk dönemde çok özelliklere sahip, durgun bir bölgedir. Burada oluşan hava kütlesi termik karakterlidir. Yani buradaki yüksek basınç merkezi, şiddetli soğuma ile havanın ağırlaşarak yeryüzüne inmesi neticesinde ortaya çıkan yüksek basınç alanıdır. Buna karşılık Asor antisiklonu ise 30° enlemlerinde, genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak görülen dinamik yüksek basınç alanına karşılık gelmektedir.



Şekil 51: Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri ve doğuş bölgeleri (www.dmi.gov.tr)

Bu bölge sıcak olmasına karşın üst atmosferde koriolisin etkisiyle sapmaya uğramış havanın bir araya toplanarak ağırlığının artması neticesinde zemine doğru hareket etmesiyle oluşmuştur. Zemine doğru inen hava zeminde yüksek basınç etkisi oluştururken, bir yandan da adyabatik sıcaklık değişimi ile sıcaklığını arttırmaktadır.

Bu iki antisiklon alanı dışında Türkiye'yi ilgilendiren diğer doğuş bölgeleri, kuzeybatıda, İzlanda üzerinde oluşan gezici, alçak basınç merkezi ile musonların uzantısı olarak Basra Körfezi'nde şekillenen Basra alçak basınç merkezidir. Bu her iki sistem de aslında büyük birer sistemin parçaları hâlinedir. İzlanda üzerinde oluşan İzlanda alçak basınç merkezi ve ona bağlı siklonlar, aslında polar cephenin bir ürünüdür. Buna karşılık Basra alçak basınç merkezi de yukarıda ifade edildiği gibi yaz musonların kuzeybatı ucunda görülen sistemden başka bir şey değildir. Sadece zemin tabiatına bağlı olarak musonlardan farklı bir karaktere sahiptir. Bu kütlelerden kuzeyde olanlar dünyanın mevsimlik hareketlerine bağlı olarak soğuk dönemde etkili olurken, güneyde olanlar ise sıcak dönemde etkili olmaktadır.

Böylece farklı özelliklere sahip doğuş bölgelerinden hareket eden hava kütleleri Türkiye üzerine ulaştıklarında, geçtiği alanlar itibariyle bazı özelliklerini değiştirse de belirgin ve farklı karakterdeki hava kütlelerini getirmektedirler.

Uygulamalar

Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait web sayfasından (www.mgm.gov.tr) günlük yer ve üst atmosfer kartlarını takip ederek Türkiye'yi etkileyen hava kütlelerini tanımlayın.

Uygulama Soruları

- 1) Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri hangileridir?
- 2) Türkiye üzerinde hangi mevsimlerde hangi kütleler etkili olur, neden?
- 3) Orta enlemlerde etkili olan hava kütlelerini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Hava kütlesi havanın sıcaklık ve nem bakımından iyi belirlenmiş özelliklerine sahip ve bu özellikleri yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösterebilen havanın bir bölümü olarak tanımlanmaktadır. Bu açıdan bir hava kütesinin oluşabilmesi için aynı fiziksel özelliklere sahip geniş bir zemin ve hava kütesinin bu zemin karakterlerini kazanabilecek kadar bu zemin üzerinde kalabileceği zaman gereklidir. Bu şekilde oluşan hava kütlelerinin oluşum yerlerine ise doğuş bölgeleri denmektedir.

Hava kütleleri bir alanın iklim özelliklerinin belirlenmesinde önemli role sahiptir. Bu açıdan hava kütlelerinin karakterlerinin anlaşılması, periyodik ve mevsimsel etkilerinin ortaya konması iklim sınıflandırmaları açısından önem arz etmektedir. Genel atmosfer sirkülasyonunun bir parçası olarak hareket eden bu kütlelerin doğuş bölgeleri, taşıdıkları karakterlerin oluşması açısından ayrıca önemlidir. Günümüzde ifade edilen küresel iklim değişikliği süreçlerine paralel olarak görülebilecek doğuş bölgelerinin özelliklerindeki değişimler, doğrudan iklim yapılarını da etkileyebilecektir.

Bölüm Soruları

1) Sıcaklık ve nem bakımından belirli fiziksel özelliklere sahip ve bu özellikleri atmosfer içinde yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösteren atmosfer bölümüne verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Cephe
- b) Hava kütlesi
- c) Doğu bölgesi
- d) Hava dalgası
- e) Polar cephe

2) Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'yi ilgilendiren basınç merkezlerinden biri değildir?

- a) Basra alçak basınç merkezi.
- b) Asor yüksek basınç merkezi
- c) İzlanda alçak basınç merkezi
- d) Akdeniz alçak basınç merkezi
- e) Sibiry yüksek basınç merkezi

3) Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'yi ilgilendiren hava kütlelerinden biri değildir?

- a) Maritim polar
- b) Kontinental tropikal
- c) Maritim ekvatorial
- d) Kontinental polar
- e) Maritim tropikal

4) Hava kütlelerinin belirli karakterler kazandığı bölgelere verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde belirtilmiştir?

- a) Doğu bölgeleri
- b) Antisiklon alanlar
- c) Siklon alanları
- d) Polar cephe

- e) Batı rüzgârları kuşağı
- 5) Türkiye’yi etkileyen basınç merkezlerinden hangileri dinamik kökenlidir?
- a) İzlanda siklonu ve Basra siklonu
- b) Sibirya antisiklonu ve İzlanda siklonu
- c) Sibirya antisiklonu ve Asor antisiklonu
- d) Basra siklonu ve Asor antisiklonu
- e) İzlanda siklonu ve Asor antisiklonu
- 6) Doğu bölgesi nedir?
- 7) Dalga kuramını açıklayınız.
- 8) Hava kütlelerini tanımlayınız.
- 9) Polar cepheye bağlı hava kütleleri Türkiye’yi daha çok hangi mevsimde etkilemektedir?
- 10) Bir hava kütlelerinin oluşması için gerekli koşullar nelerdir?

Cevaplar: 1B, 2D, 3C, 4A, 5E

8.HAVA KÜTLELERİNİN ORTAK ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde hava kütlelerinin ortak özellikleri ele alınacak, çeşitli görsel materyallerle açıklanacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Hava kütlelerinin ortak özellikleri nedir?
- 2) Hava kütlelerinin karakterini değiştirebilecek oluşumlar nelerdir?
- 3) Koşullu kararsızlık nedir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Hava kütlelerinin ortak özellikleri	Hava kütlelerinin ortak özelliklerini anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Hava kütlelerinde kararlılık – karasızlık durumunu etkileyen süreçleri öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Kararlılık-karasızlık
- Isı terselmesi
- Koşullu kararlılık
- Sıcaklık
- Nem

Giriş

Her hava kütlesi doğuş bölgesinin özelliğine bağlı olarak belirli karakterler kazanmaktadır. Bu kazanılan karakterler daha sonra hava kütleleri harekete geçtiğinde, bir yerden bir yere hareket ettiğinde geçtiği yol üzerindeki yerel koşullardan etkilenerek karakterlerinde bazı değişimlere uğramaktadır.

Bununla birlikte her hava kütesinin ortak olarak tanımlayabileceğimiz özellikleri bulunmaktadır. Sıcaklık, nem ve kararlılık-kararsızlık durumu bu ortak özelliklerdir. Bu derste bu ortak özellikler açıklanmıştır.

Hava Kütlelerinin Ortak Özellikleri

Yukarıda açıklandığı gibi hava kütlesi özellikle sıcaklık ve nem bakımından iyi belirlenmiş özellikleri olan ve bu özellikleri yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösterebilen hava bölümüne verilen addır. Bu tanıma göre hava kütlelerinin temel ve ortak özelliklerinin başında onun sıcaklık ve nem durumu gelmektedir. Çünkü her hava kütlesi doğuş bölgesine bağlı olarak belli bir sıcaklık ve nem özelliği karakteri kazanmaktadır. Örneğin Asor antisiklonu alanında oluşan hava kütleleri sıcak ve nemli bir karaktere sahipken, Sibirya antisiklonu alanında oluşanlar ise soğuk ve kuraktır.

İşte bu çerçevede her hava kütlelerinin tanımlanmasında sıcaklık ve nem kavramı ortak olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında üçüncü bir ortak özellik ise kararlılıktır.

8.1.Hava Kütlelerinin Sıcaklığı

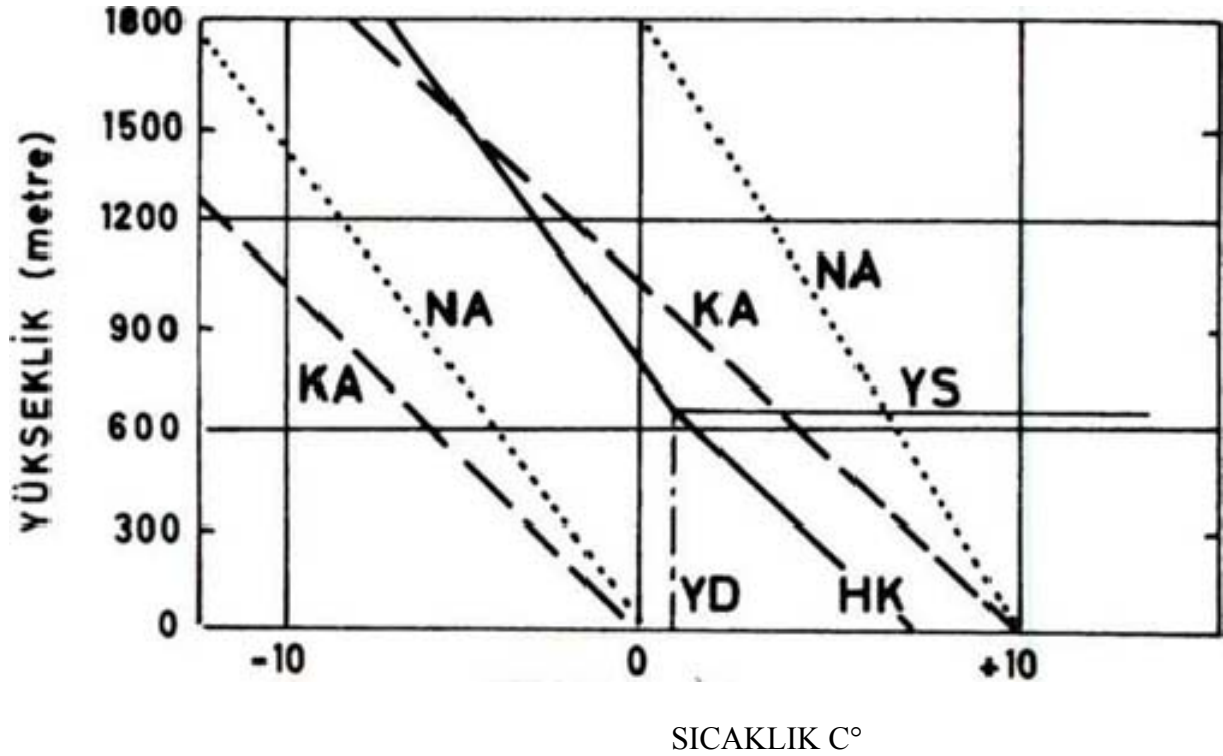
Sıcaklık hava kütlelerinin yeryüzüne dokunan yüzeyinden itibaren üst atmosfere doğru değişen bir karaktere sahiptir. Dikey yönde oldukça değişken olan sıcaklık karakteri (temel olarak atmosfer içerisinde yükseldikçe sıcaklık azalmaktadır) yatay yönde de yine zemin özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Ancak dikey yönde görülen sıcaklık değişimi yatay yönde görülen değişime oranla daha büyük çaplı olmaktadır.

Yatay ve dikey yöndeki bu değişim farkının temel etkeni havanın yükselimi veya alçalması sırasında görülen adyabatik sıcaklık değişimleridir. Havanın alçalıp yükselmesi sırasında dışarıdan ısı alış veriş olmaksızın gerçekleşen adyabatik sıcaklık değişimi dikey yöndeki sıcaklık değişimlerini büyük boyutlu hâle getirmektedir.

Özellikle dikey yöndeki sıcaklık değişimlerinde ortaya çıkan bu farklılığın etkisini en aza indirerek belli değerlendirmeleri yapabilmek adına bazı varsayımlar geliştirilmiştir. Bunların içerisinde **potansiyel sıcaklık** kavramı kuru havanın 1000 mb'lık basınç düzeyine adyabatik olarak indirgenmesi sonucunda elde edilen sıcaklık değeridir. Yukarıda da ifade edildiği gibi adyabatik sıcaklık değişmesi havanın alçalıp yükselmesi sırasında dışarıdan ısı alıp vermeksizin ısınması ve soğumasıdır. Bu değişim, havanın alçaldıkça basıncın artması, yükseldikçe de azalması ile ilgilidir. Hava yükseldikçe basınç azalır ve hava genişler. Bu genişleme aynı zamanda enerji kullanımına neden olan bir iştir. Hava kütlesi bu işi yapabilmek için kendi ısını kullanır, böylece soğur. Kuru havanın bu şekilde ısınıp soğuması her 100 m'de yaklaşık 1°C olarak kabul edilir. Sıcaklıktaki bu değişime aynı zamanda İngilizce bir ifadeyle **lapse rate** denir. Böylece potansiyel sıcaklık bu şekilde kuru havadaki sıcaklık değişim oranına göre hesaplanmaktadır. Çünkü bu sayede ortaya sabit rakam koymak mümkündür. Ancak havanın tamamen kuru olması atmosferde pek karşılaşılan bir durum değildir. Atmosfer neminin en az olduğu, dolayısıyla en kurak yerler olan kutuplarda bile bu oran %5'ler civarında olabilmektedir.

Nemli hava yükseldikçe bir yandan adyabatik olarak soğurken, diğer yandan yoğunlaşmaya bağlı olarak ısı kazanır. Çünkü su buharlaşırken ısı kazanır ve buharlaşan su bu ısıyı kendi içerisinde gizli olarak tutar, buna **gizli ısı** denir. Nemli hava yoğunlaşma sırasında içinde tuttuğu bu gizli ısıyı dışarı verir ya da serbest bırakır. Böylece yükselirken adyabatik

olarak ısı kaybeden hava kütlesi, bir yandan da bu gizli ısıyı kazanır. Nemli havada ortaya çıkan bu durum, yükseldikçe var olan ısı kaybını (lapse rate) azaltmaktadır. Buna göre yükselen nemli hava kuru havaya göre daha az ısı kaybına uğramaktadır. Buna karşılık alçalan nemli hava da kuru havaya göre daha az ısınır. Bu tanımlamalarda verilen nemli ve kuru havanın sıcaklık değişme oranı şekil 52’de verilmiştir.



Şekil 52 - Yükselmekte olan bir hava bölümünün sıcaklık-yükseklik grafiğinde görünüşü (Erol 2008) (KA. Kuru adyabatik sıcaklık değişme oranı. YD. Yoğunlaşma derecesi YS. Yoğunlaşma seviyesi NA. Nemli adyabatik sıcaklık değişme oranı. HK. Hava kütlesinin izlediği yol.)

Öte yandan dikey hava hareketleri sırasında havanın ısı alış verişinde etkili olan bir diğer faktör ise özellikle yoğunlaşma ve buharlaşma sırasında ortaya çıkan veya kaybolan ısıdır. Böylece dikey yönde hava hareketinde sıcaklık değişimini belirleyen unsurlar içerisinde havanın nemli veya kuru olması yanında yoğunlaşma ve buharlaşma sırasında ortaya çıkan veya kaybolan ısıyı da hesaba katmak gerekmektedir.

8.2.Hava Kütlesinin Nemi

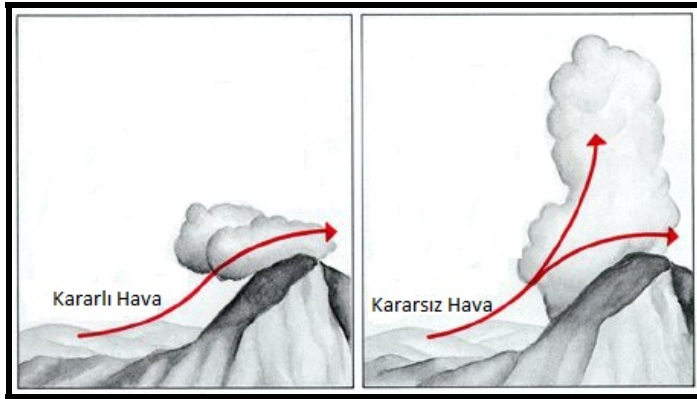
Havadaki nemi tanımlamak için kullanılan başlıca ifadeler bilindiği gibi bağıl nem, mutlak nem ve özgül nem kavramlarıdır. Ancak hava kütlesinin taşıdığı nem değerini ifade etmek için özgül nem değerinin kullanılması daha uygun olmaktadır. Bilindiği gibi mutlak nem “1 m³ hava içerisindeki su buharının gram olarak ağırlığıdır.” Ancak 1 m³ havanın miktarı yüksekliğe ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiği için mutlak nem miktarı da değişken olabilmektedir. Bununla birlikte bağıl nem de sıcaklığa, basınca ve nem miktarına göre değişen bir değerdir. Her iki tanımlamanın da değişkenlik özelliği havadaki nemi tanımlamak

için özgül nem değeri kullanılması zaruretini doğurmuştur. Bilindiği gibi özgül nem, 1 kg havadaki su buharının gram cinsinden ağırlığıdır ve bu değer diğer koşullardan etkilenmemektedir. Bu açıdan hava kütlelerinin karakterize edilmesi, yani farklı doğuş bölgelerindeki farklı hava kütlelerinin sıcaklık ve nem bakımından karakterlerinin ortaya konması açısından potansiyel sıcaklık değeri ile özgül nem değeri kullanılmaktadır.

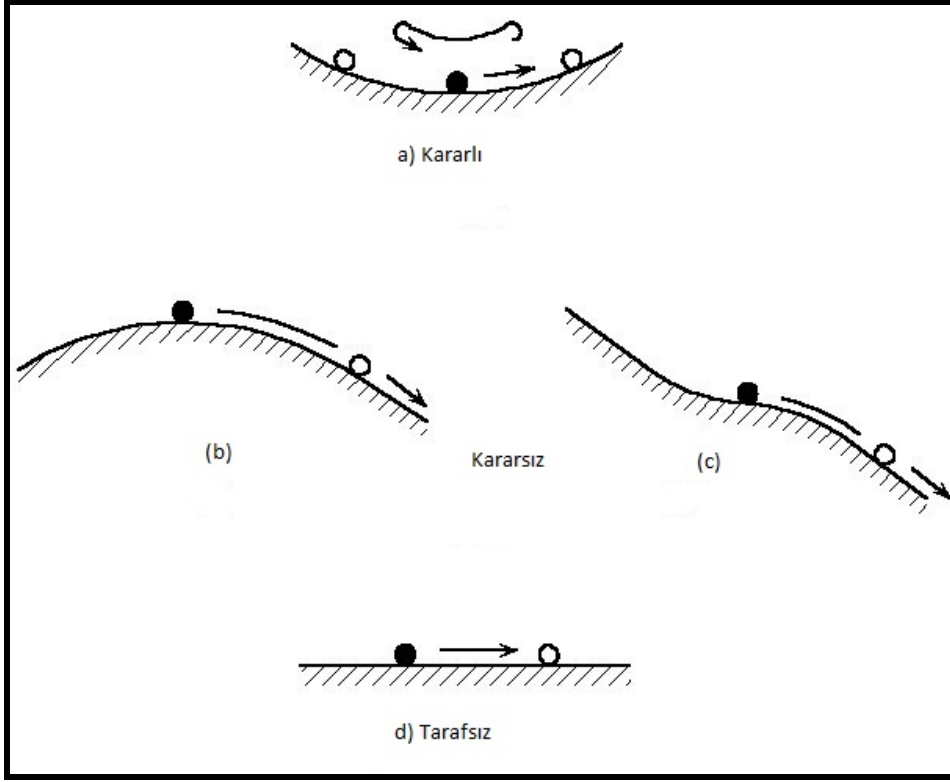
8.3.Hava Kütlelerinin Kararlılığı/Kararsızlığı

Hava kütlelerini birbirinden ayıran belirgin karakteristik özelliklerden biri de hava kütlelerinin kararlılık ve kararsızlık özellikleridir. Kararlı ve kararsız hava içerisinde beliren meteorolojik koşullar, kararlı havada daha sakin ve uzun süreli gelişirken, kararsız havada şiddetli hadiseler, fırtınalar görülmektedir. Hava kütlelerinin kararlılık – kararsızlık hâlindeki meteorolojik hadiseler şekil 53’de gösterilmiştir.

Hava kütlelerinin kararlılık ve kararsızlık durumu bir çanağın içerisine konan topun durumuna benzetilebilir (Erol 2008). Buna göre çanağın içerisine konan top nereye itilirse itilsin tekrar eski hâline döner. Bu durumda dış etkenlere rağmen özelliklerini koruyan hava kararlıdır (Şekil 54 a). Ancak top çanağın dışında ise itildiği anda tekrar eski hâline dönmez. Yani kararsız hava kütleleri dış etkenler altında tekrar eski hâline dönemez (Şekil 54 b,c). Düz yüzeylerde top itildiği yere kadar gider. Buna göre tarafsız hava kütleleri dış etkenin etkisine göre hareket eder, sonrasında durur (Şekil 54 d).



Şekil 53: Hava nemli ve kararlı bir yapıya sahipse meteorolojik hadiseler sakin olarak gelişir, ancak nemli kararsız ise içerisinde fırtına ve orajların doğmasına neden olur.



Şekil 54: (a) Kararlı hava kütlesi, (b, c) Kararsız hava kütlesi, (d) Tarafsız hava kütlesi

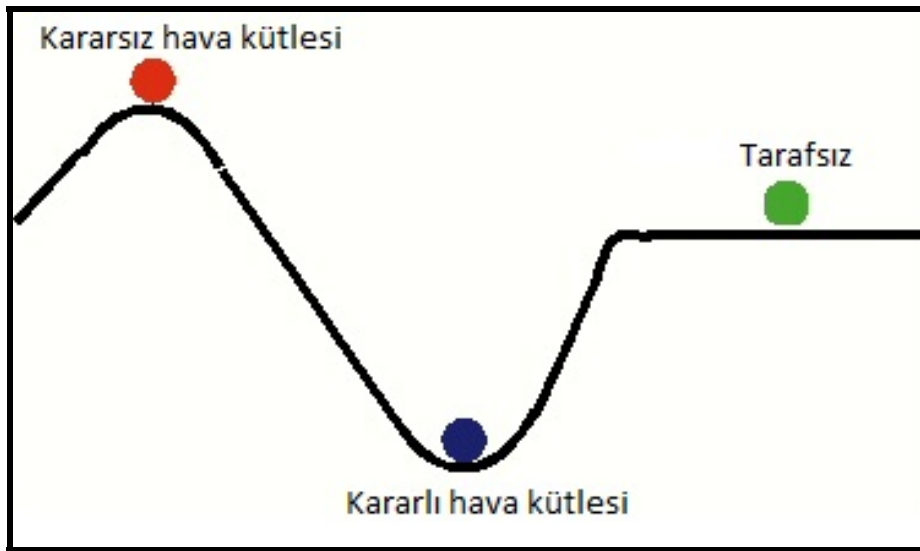
Başka sözlerle ifade etmek gerekirse dikey yönde sıcaklık değişimi kuru adyabatik sıcaklık değişim oranına eşit veya yakınsa oradaki hava denge hâlinde kalacaktır. Yani bir anlamda tarafsız olacaktır. Bu şekilde denge hâlinde olan hava kütlesi, örneğin alttan ısınmaya başlarsa alt katmanlar daha hafif hâle gelecek ve bozulan dengeye bağlı olarak da alttaki hafif olan hava yukarıya hareket ederken üstte soğuk ve ağır olan hava ise aşağıya doğru hareket edecektir ki kütle bu süreçte kararsız hâle geçmiş olacaktır. Bu şekilde karışıma uğrayan hava kütleleri tekrar eski hâline dönememektedir.

Örneğin dengeli havada zemin sıcaklığı 15°C ve 1000 metrede 10°C iken, alttan ısınma ile kararsızlık koşulları geliştiğinde zeminde 20°C 'ye çıkarken 1000 metrede yine 10°C kaldığında zemin ile 1000 metre sıcaklığı arasındaki fark artacak ve kütle kararsız hâle geçecektir.

Buna karşılık hava kütlesindeki denge durumu alttan soğuma ile bozulursa bu durumda havanın alt tabakası ile üst tabakası arasındaki sıcaklık farkı daha da azalacaktır. Hatta bazen zemindeki soğuma o kadar kuvvetli olabilmektedir ki dikey yönde hareket ederken hava içerisinde soğuma görüleceğine yükseldikçe belli bir seviyeye kadar ısınma görülebilmektedir. Bu durumda sıcaklık azalacağına artmış olur ki buna “ısı terselmesi” adı verilir. Alt ve üst tabakalar arasındaki sıcaklık farkı artmak yerine azaldığından, hatta bazen ısı terselmesi dahi görüldüğünden bu tür oluşuma da kararlılık denmektedir. Kararlı hava kütleleri kolay kolay dış etkenlerle özelliklerini kaybetmezler.

Hava kütlelerinin kararlılık ve kararsızlık özellikleri bir arada değerlendirilirse; hava kütlesi içerisindeki dikey soğuma, kuru adyabatik sıcaklık değişim oranından ($1^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m.}$), yani havanın alt tabakaları ile üst tabakaları arasındaki sıcaklık farkı az ise o hava kütlesi karardır. Yani dış etkenlere bağılı olarak harekete geçmezler. Hatta dikey sıcaklık farkı terselmeye uğramışsa, yani hava içerisinde yükselirken soğuma yerine ısınma görülüyorsa (belli bir seviyeye kadar olsa da) bu şekildeki hava kütlesi mutlak kararlı hava kütlesi olarak adlandırılır.

Buna karşılık bir hava kütlesinde dikey sıcaklık değişimi kuru adyabatik sıcaklık değişiminden fazla ise bu durumda o hava kütlesi kararsızdır. Diğer bir ifadeyle özellikle zeminden ısınmalara bağılı olarak zemin ile üst atmosfer arasındaki sıcaklık farkı arttıkça kütlenin içerisinde dikey hava hareketleri oluşmaya başlayacaktır. Daha da ısınan hava yükselmeye başlayacak, onun yerine yükseklerdeki soğuk hava zemine doğru hareket edecektir. Böylece hava kütlesi içerisinde ortaya çıkan dikey yöndeki yer değişiklikleri hava kütlesini kararsız hâle getirecektir (Şekil 55).

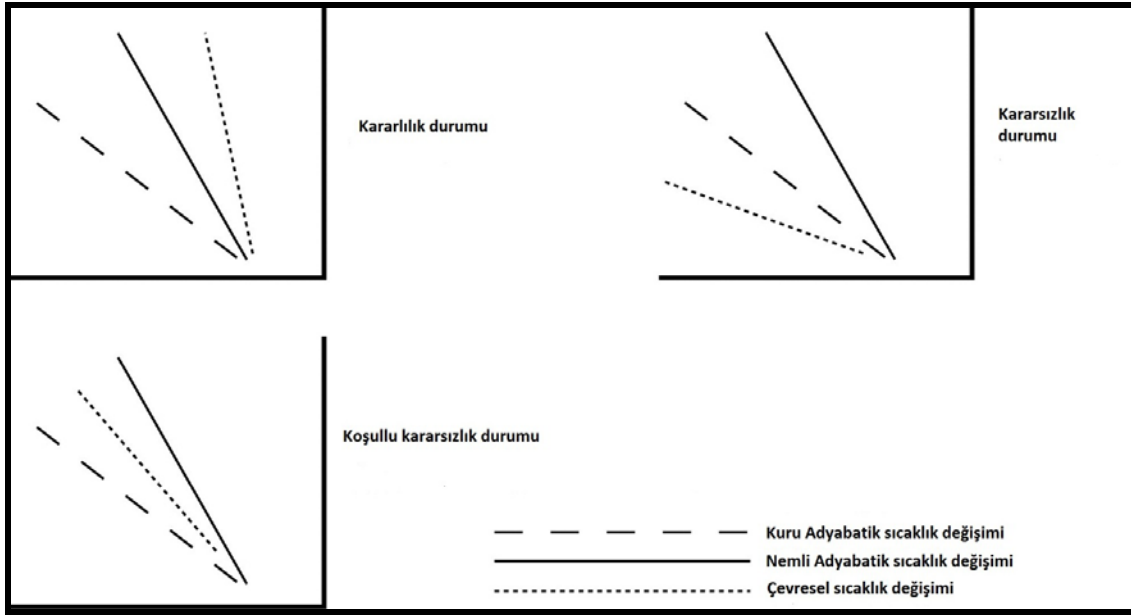


Şekil 55: Bir hava kütlesinin kararlılık ve kararsızlık durumu.

Hava kütlesi içerisindeki dikey sıcaklık değişim oranı, yani güncel veya çevresel sıcaklık değişimi kuru adyabatik sıcaklık değişim oranına yakınsa o küttelede koşullu kararsızlık şartları görülmektedir (Şekil 56). Bu özelliğe sahip hava kütleleri kuvvetli yağış hadiseleri için uygun bir zemin hazırlamaktadır.

Bu hadisede hava zeminden itibaren belli bir yoğunlaşma seviyesine kadar kuru adyabatik sıcaklık değişim oranına yakın bir değişimle yükselirken, yoğunlaşma seviyesinden sonra nemli hava sıcaklık değişim oranına göre değişim gösterecektir. Buna göre yoğunlaşma seviyesinden sonra hava kararsız hâle geçecektir. Bu süreç koşullu kararsızlık olarak ifade edilmektedir.

Bu süreçlere cepheye veya orografiye bağlı yükselimlerde sıkça rastlamak mümkündür. Böylece ortaya orajlı, şiddetli sağanak yağışlı şartlar çıkabilmektedir.



Şekil 56: Bir hava kütlesindeki koşullu kararsızlık durumu.

Hava kütlelerinde kararlılık ve kararsızlık durumu sıcaklık değişimine de bağlı olduğu için gündüz ve gece arasında da farklar olmaktadır. Burada kara ve denizlerin gün içerisinde farklı ısınma ve soğuma süreçlerine sahip olması da özellikle kıyı alanlarında farklı etkenleri bir araya getirerek süreci daha da karmaşıklştırabilmektedir. Örneğin yer veya zemin gece boyunca deniz yüzeyine göre daha fazla ısı kaybeder ve soğur. Bu soğuma mevsimsel şartlara göre azalıp çoğalsa da yine de deniz yüzeylerine göre daha fazla olmaktadır. Bazen soğuma o kadar fazla olur ki (buna geceleri bulutsuz gökyüzü de yardımcı olur) ısı terselmesi görülmeye başlar. Yani hava kütlesi içerisindeki sıcaklık değişimi, yükseldikçe azalma göstermesi gerekirken, belli bir seviyeye kadar artış gösterebilmektedir. Böylece ortaya mutlak kararlılık koşulları çıkmaktadır. Ancak gün içerisinde ısınan hava, özellikle öğleden hemen sonra en yüksek sıcaklık seviyesine ulaşır. Böylece havanın alt tabakalarında sıcaklık hızla yükselir ve dikey mesafede sıcaklık farkı da hızla artmaya başlar. Bu gelişim kararsızlığı da beraberinde getirir. Isınan ve hızla yükselen hava belli bir seviyede yoğunlaşarak yağışa geçebilir. Böylece zeminde kısa süreli de olsa kuvvetli sağanak yağışlar görülebilmektedir. Bu duruma özellikle sonbahar mevsiminde İç Anadolu bölgesinde rastlamak mümkündür. Bu şekilde şimşek ve gök gürültülü sağanak yağışlar sıkça görülen hadiseler olabilmektedir.

Deniz yüzeyleri üzerinde bu süreç daha farklı gelişmektedir. Bunun nedeni denizlerin ısınıp soğuma süreçlerinin karalara göre daha farklı oluşudur. Denizler karalara oranla daha yavaş ısınıp soğumaktadırlar. Buna bağlı olarak gece-gündüz sıcaklıkları arasındaki farklar karalara göre daha az olmaktadır. Isınıp soğuma sürecindeki bu tedrici yapıya bağlı olarak havanın kararlılık durumu sıcaklık değişimlerinden karalar kadar etkilenmemektedir. Ancak deniz yüzeyleri aynı zamanda nem kaynağı olduğu için bulutlanma hadisesi daha çok görülebilmektedir. Bulutlanma ısı alış verişini etkilediği için hava kütlesi tabakaları arasındaki

sıcaklık farkı artma eğilimi göstermektedir. Bu ise kararsızlığı artırır. Dolayısıyla deniz yüzeylerindeki kararsızlık daha çok nemin eseridir. Netice itibariyle artan kararsızlık, zengin nem kaynağı ile şimşekli yağışlara dönüşebilmektedir (Resim 11).



Resim 11: Deniz yüzeyinde oluşan şimşekli yağışlar

Yukarıda hava kütlelerinin ortak özellikleri olarak verilen sıcaklık, nem ve kararlılık arasında yakın ilişki vardır. Gerçekten bu özellikler hava kütlelerini ayrı ayrı değil, birlikte etkilerler. Ayrıca bu etkenlere hava basıncını da eklemek gerekir.

Hava kütlelerinin bu ortak özellikleri bir arada değerlendirildiğinde özellikle doğuş bölgesi özellikleri açısından belirgin ilişkiler dikkat çekmektedir. Dünya üzerinde yer alan hava kütlesi doğuş bölgelerinin daha çok antisiklon alanlarında belirmiş olması, bu alanların basınç yapıları ile ilgilidir. Çünkü antisiklon alanlarında hava alçalıcı ve kararlı bir özelliğe sahip olarak, zeminin özelliklerini absorbe edecek yeteri zamanı bulabilmektedir. Ancak burada unutulmaması gereken nokta, aynı basınç yapısı altında gelişen hava kütlelerinin farklı sıcaklık ve nem özellikleri taşıyabileceğidir. Gerçekten sıcak bölgelerde yer alan aksiyon merkezleri ile soğuk bölgelerde yer alan aksiyon merkezleri aynı basınç yapısına sahip olsalar da hava kütlelerine farklı karakterler kazandırmaktadırlar.

Öte yandan bir hava kütlesi doğuş bölgesinin özelliklerine sahip olsa da hareket hâline geçtikten sonra geçtiği alanların özelliklerini de içine alarak değişime (modifikasyon) uğramaktadır. Alttan ısınma veya soğuma, nem alma veya nem kaybetme durumuna bağlı olarak hava kütleleri hareketleri sırasında değişime uğramaktadırlar.

Uygulamalar

Bu konunun daha iyi anlaşılabilmesi için farklı kaynaklardan araştırma yapılması faydalı olacaktır.

Uygulama Soruları

- 1) Hava kütlelerinin karakterleri nerede ve nasıl oluşur?
- 2) Havanın kararlılığını bozan süreci açıklayınız.
- 3) Isı terselmesinin hava kütlesi kararlılığı üzerine olan etkisini açıklayınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Hava kütleleri oluşum ve gelişimleri itibariyle belirli özelliklere sahiptirler. Bu özellikleri onlara belli karakterler kazandırmaktadır. Sıcaklık, nem ve kararlılık/kararsızlık durumu hava kütlelerinin ortak özelliklerindendir.

Sonuç olarak hava kütleleri sıcaklık, nem ve kararlılık özellikleri açısından belirmiş özelliklere sahiptirler. Bu özelliklerini doğuş bölgelerinde kazanmakla birlikte bir yerden bir yere hareketleri sırasında zeminden ısınma veya soğuma ya da nem alma veya kaybetme yoluyla modifikasyona uğrarlar.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi hava kütesinin ortak özelliklerinden değildir?
 - a) Yağış
 - b) Nem
 - c) Sıcaklık
 - d) Kararlılık
 - e) Kararsızlık
- 2) Aşağıdakilerden hangisi bir hava kütesinin kararsız hâle gelmesinde bir etken değildir?
 - a) Alttan ısınma
 - b) Nem kazanma
 - c) Yükselim
 - d) Alttan soğuma
 - e) Basınç özelliği
- 3) Aşağıdakilerden hangisi hava kütesinin mutlak kararlı hâle gelmesinde etkendir?
 - a) Isınma
 - b) Nem kazanma
 - c) Isı terselmesi
 - d) Basınç yapısı
 - e) Yükselim
- 4) 1 m³ hava içerisindeki su buharının gram olarak ağırlığına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Nisbi nem
 - b) Özgül nem
 - c) Mutlak nem
 - d) Bağlı nem
 - e) Nem
- 5) 1 kg havadaki su buharının gram cinsinden ağırlığına verilen isim aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Nisbi nem
 - b) Özgül nem
 - c) Mutlak nem

- d) Bağıl nem
- e) Nem
- 6) Hava kütlesindeki kararlılığı etkileyen etmenler nelerdir?
- 7) Isı terselmesi ne demektir ve hava kütlesi üzerinde nasıl bir etki oluşturur?
- 8) Hava kütlesinde sıcaklıkla ilgili kavramlar nelerdir?
- 9) Hava kütlesinde nem hangi koşullarla değişir?
- 10) Hava kütlelerinin doğuş bölgeleri neden daha çok antisiklon alanlarında gelişmiştir?

Cevaplar: 1A, 2D, 3C, 4A, 5D

9.HAVA KÜTLELERİNİN ÖZELLİKLERİ VE MODİFİKASYONU (DEĞİŞMESİ)

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde hava kütlelerinin doğuş bölgelerinde kazandığı karakterlerin nasıl değişime uğradığı incelenecektir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Hava kütlelerinin gösteriliş simgelerini inceleyiniz, doğuş bölgeleri ile olan ilişkisini değerlendiriniz.
- 2) Doğuş bölgelerine göre hava kütlelerinin özelliklerini araştırınız.
- 3) Hava kütlelerinde değişime neden olan süreçleri araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Hava kütlelerinin özellikleri ve modifikasyonu (değişmesi)	Hava kütlelerinin özelliklerini anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Doğuş bölgelerinin hava kütlelerine kazandırdığı koşulları bilir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Hava kütlelerinde hareket sırasında oluşan değişimleri anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

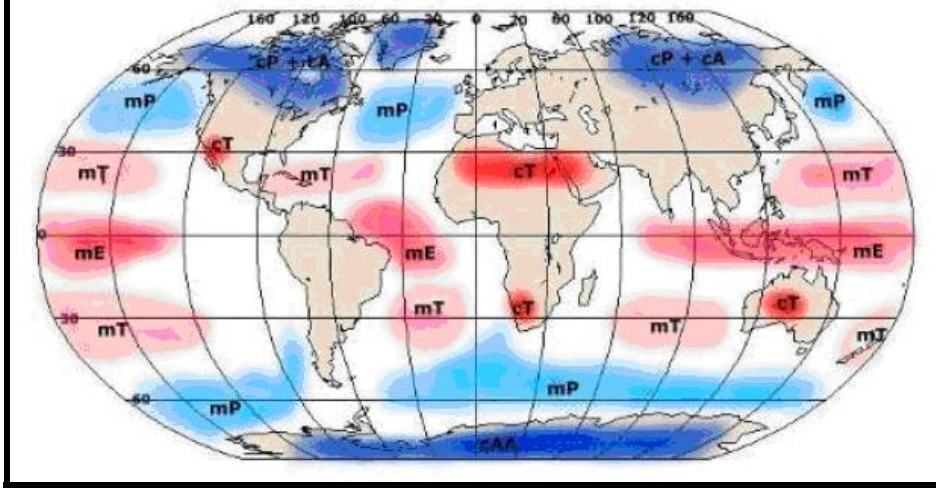
- Doğuş bölgesi
- Modifikasyon
- Sıcaklık terselmesi
- ITCZ

Giriş

Bu bölümde hava kütlelerinin doğuş bölgelerinde kazandığı özellikler ve bu özelliklerin sembollerle nasıl gösterildiği, hava kütesinin bir yerden bir yere hareketi sırasında gösterdiği değişimleri, sıcak ve soğuk hava kütlelerinin genel karakterlerini göreceğiz.

Hava Kütellerinin Özellikleri ve Modifikasyonu (Değişmesi)

Hava kütellerinin değişiminden önce farklı hava kütlesi tiplerini tanımak, özelliklerini ayırt etmek gerekmektedir. Bu açıdan ele alındığında dünya üzerinde farklı doğuş bölgelerinin özelliklerini taşıyan farklı hava kütleleri bulunmaktadır (Şekil 57).



Şekil 57: Dünya üzerinde hava kütellerinin doğuş bölgeleri ve özellikleri

9.1.Hava Kütlesi Tipleri ve Simgelerle Gösterilişi

Hava kütesinin taşıdığı nem, sıcaklık ve kararlılık özelliği, onların birbirinden farklı özelliklere sahip olmasına neden olmaktadır. Hava kütellerinin ortak özellikleri tanımlanarak çeşitli sınıflandırmalara da tabi tutulmuştur. Aynı zamanda bu hava kütellerinin tanımlanmasında çeşitli harfler de kullanılmaktadır.

Hava kütellerinin tanımlanmasında ve harfler ile gösterilmesinde ilk sırayı hava kütellerinin sıcaklık özellikleri alır. Bu açıdan ele alındığında ekvatoradan kutuplara doğru değişen sıcaklık değerlerine bağlı olarak farklı hava kütlesi tipleri ayırt edilmektedir. Ekvatoradan kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık özelliklerine bağlı olarak hava kütelleri ilk olarak ekvatorial (E) ve tropikal (T) olarak ayırt edilebilir. Kutuplara doğru hava kütelleri sıcaklık olarak polar (P) ve arktik (A) olarak ayırt edilmektedir. Böylece hava kütelleri sıcaklık özelliklerine göre harflerle sembolize edilerek ilk kategorilerine ayrılmaktadır.

Hava kütesini ayıran ikinci özellik ise nem durumudur. Buna göre hava kütelleri ikinci harf olarak nem durumuna göre ayrılmaktadır. Denizel doğuşlu yani nemli kütleler (m) harfi ile, karasal doğuşlu yani kuru/kurak kütleler ise (c) harfi ile gösterilmektedir. Ancak nemlilik durumunu gösteren harfler sıcaklık durumunu gösteren harflerin soluna ya da başına yazılır.

Buna göre örneğin karasal tropikal hava kütlesi cT, denizel tropikal hava kütlesi mT olarak, karasal polar hava kütlesi cP ve denizel polar hava kütlesi de mP harfleri ile gösterilmektedir. Bu açıdan bakıldığında hava kütelleri ile coğrafi enlemler ve hava kütesinin bulunduğu alanlar esas alınmaktadır. Bu temel ayrımın yanında çok kullanılsa da hava kütesinin geldiği yerde yapmış olduğu etkiye göre soğuk (k) veya sıcak (w) olarak da ayırt

edilebilmektedir. Bu simgeler ise sağa yazılır. Örneğin kontinental polar soğuk bir hava kütlesi cPk şeklinde ifade edilmektedir. Ancak son harf pek kullanılmamaktadır.

Bu tanımlamalarda bir diğer özellik ise genel olarak orta enlemleri temsil eden tropikal ve polar kütleler sıcak ve soğuk olarak ayrılabilirken, soğuk ve sıcak enlemleri temsil eden arktik ve ekvatorial kütleler sadece bir özellik ile belirlenmiştir. Yani sıcak arktik kütle olmadığı için sadece soğuk veya soğuk ekvatorial kütle olmadığı için sadece sıcak kütle olarak belirlenmektedir.

Hava kütlelerinin simgelerle gösterilen özelliklerine kararlılık ve kararsızlık durumlarını da eklemek mümkündür. Pratikte pek kullanılsa da bu karakterler kararsız kütleler için (u), kararlı kütleler için (s) harfi ile gösterilmektedir. Burada (u) “unstable”, (s) ise “stable” kelimelerinden gelmektedir.

Buna göre örneğin karasal polar soğuk ve kararlı bir hava kütlesi cPk harfleriyle sembolize edilmektedir.

Böylece hava kütlelerinin karakteristik özellikleri bir tablo hâlinde şekil 58’de verilmektedir.

Hava Kütlelerinin Özellikleri						
	Karasal Arktik	Denizel Arktik	Karasal Polar	Denizel Polar	Denizel Tropikal	Karasal Tropikal
Sıcaklık	Çok Soğuk	Soğuk	Soğuk	Serin	Sıcak	Çok Sıcak
Nemlilik	Kurak	Nemli	Kurak	Nemli	Nemli	Kurak
Kararlılık Kararsızlık	Mutlak Kararlı	Alt Seviyelerde Kararsızlık	Kararlı	Kararsız	Çok Kararsız	Çok Kararsız
Tropopavz Yüksekliği	Çok Aşağıda	Alçak	Alçak	Orta	Yüksek	Çok Yüksek

Şekil 58: Hava kütlelerinin özellikleri.

Şekil 58’de örneğin karasal polar bir hava kütlesi, soğuk, kurak ve kararlı olarak ifade edilmiştir. Bununla birlikte aynı hava kütesinin etkisi altındaki yerlerde tropopavz seviyesi (normalde ekvatorunda 10-12.000 metrelerde, kutuplarda ise 6-7.000 metrelerde) alçakta bulunmaktadır. Bu soğuk ve termik yüksek basınç özelliği gösteren bir hava kütlesi için normal bir durumdur. Yüksek basınç koşullarına bağlı olarak tropopavz seviyesi aşağıya inmiştir.

9.2. Soğuk Hava Kütleleri

Soğuk hava kütleleri yukarı enlemlerde var olan hava kütleleridir. Bunlar polar ve

arktik hava kütleleridir. Bu açıdan kutup çevresi ile kutup noktası civarında doğarlar. Termik anlamda soğuk bölgelerde olduğu için termik yüksek basınç sahalarına karşılık gelmektedirler.

Soğuk hava kütlelerinin doğduğu bölgelerde ısınma az, alttan ısı kaybı fazladır. Bu nedenle bu kütleler düşük sıcaklıklara sahiptirler. Bununla birlikte ısınma ve buharlaşma olmadığı için havanın nem alma özelliği de bulunmamaktadır, bu nedenle özgül nemleri düşüktür. Bununla birlikte alttan soğumaya bağlı olarak bu kütleler kararlı bir yapıya sahiptirler. Dikey hava hareketleri gelişmediği için sıkı yani ince bir tabakaya sahiptirler.

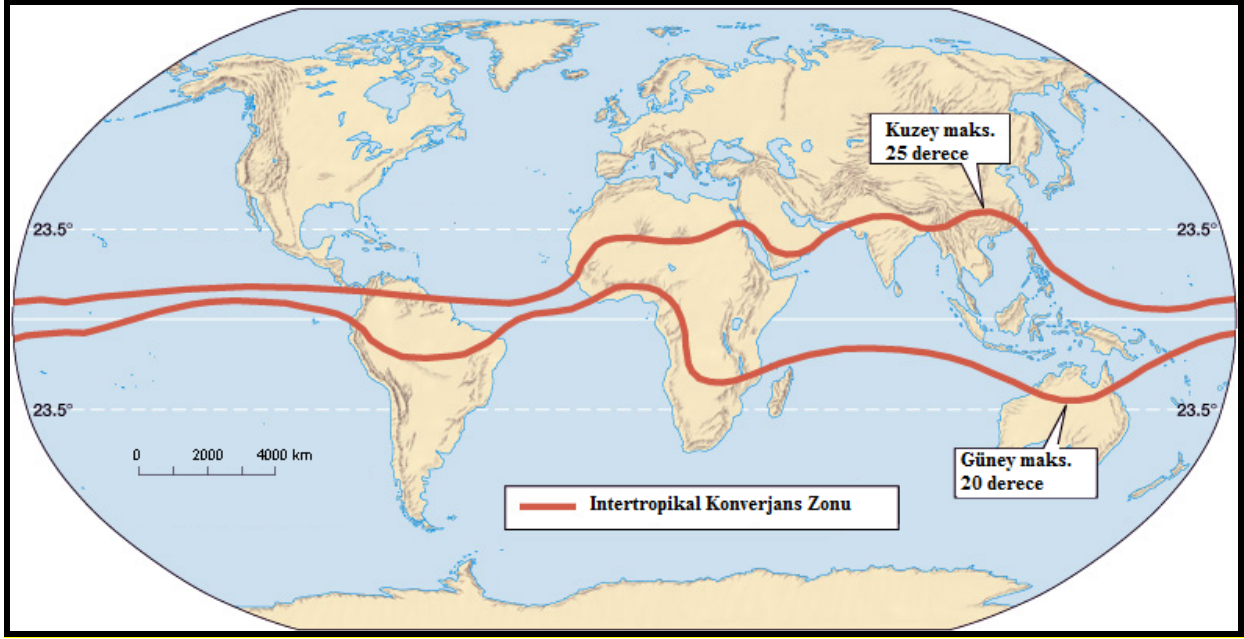
Ancak soğuk hava kütlesi genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak hareket ettiğinde, doğuş bölgesi özelliklerinden farklı sahalara da gidebilmektedir. Eğer soğuk bir hava kütlesi oluşum yerinden daha sıcak bir bölgeye giderse alttan itibaren ısınmaya başlar. Bir de geldiği yer bir su kütlesi ise ayrıca nem kazanmaya da başlar. Bu süreç çerçevesinde soğuk hava kütlesinde değişimler (modifikasyonlar) görülmeye başlar. Öncelikle alttan ısınma kararsızlığı arttıracaktır. Eğer bir de sıcak bir deniz üzerine gidilmişse, alınan nemle birlikte kararsızlık daha da artacaktır. Bu açıdan ele alındığında soğuk hava kütlesi deniz üzerinde ve kara üzerinde farklı değişim koşullarıyla karşı karşıya kalacaktır.

Soğuk bir hava kütlesi deniz üzerine gittiğinde alttan ısınma sonucunda sıcaklık artacağı gibi nem de artacaktır. Kara üzerine gittiğinde ise sıcaklık artmakla birlikte nem kaynağı olmadığı için nem özelliklerinde bir değişim görülmeyecektir. Bu sürecin devamında deniz üzerine hareket eden hava kütlesi içerisine nemin katılmasıyla kararsızlık artar, güçlü yükselim hareketleri ile türbülanslar görülür. Sağanak yağışlarla birlikte fırtınalar gelişmektedir. Kara üzerine hareketiyle ise sıcaklık farkının artmasıyla kararsızlık gelişir. Ancak deniz üzerinde olduğu kadar nem alamamakla birlikte yine de yağış gelişir ve denize göre daha seyrek bulutlanma yaşanır.

Soğuk hava kütleleri şekli 57’de P ve A harfleriyle gösterilmiştir. Bunlar içerisinde Türkiye’yi ilgilendiren kütleler özellikle Sibiryaya civarında konumlanmış cP hava kütleleri ile İzlanda batısında konumlanmış mP kütlelerdir.

9.3.Sıcak Hava Kütleleri

Sıcak hava kütleleri özellikle subtropikal yüksek basınç alanlarında görülen kütlelerdir. Bu kuşağın denizler üzerinde kalan bölümünde denizel, yani maritim tropikal (mT) kütleler gelişirken, kara üzerinde ise karasal (cT) kütleler gelişmektedir. mT kütleler etkisini farklı ölçeklerde de olsa bütün yıl boyunca gösterirler. Ancak mevsimsel olarak hareket hâlinde olup yer değiştirmektedirler. Bu yer değiştirme daha çok meridyonel istikamette olup, soğuk ve sıcak dönemde İntertropikal Konverjans Zonunun (ITCZ) yer değiştirmesine bağlı olarak gelişmektedir (şekil 59).



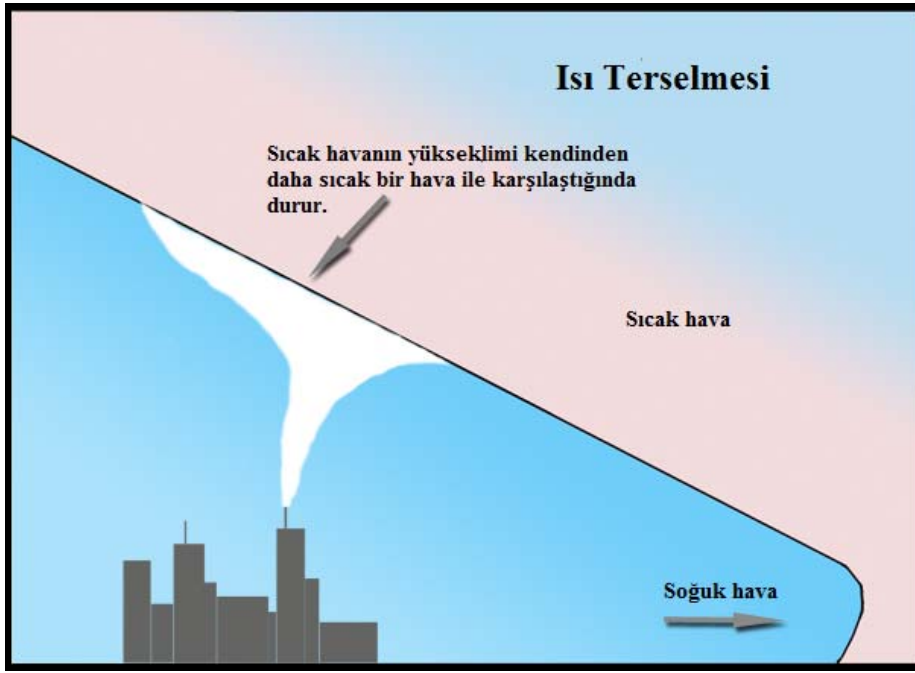
Şekil 59: İntertropikal konverjans zonu (ITCZ).

Sıcak hava kütleleri alttan ısınmaya bağlı olarak sıcak kütlelerdir. Bununla birlikte dinamik yüksek basınç sahalarına karşılık geldikleri için aynı zamanda adyabatik olarak da ısınırlar. Ayrıca okyanus üzerinde oluşan mT kütleler sıcak olmalarının yanında alttaki okyanusun nem kaynağı olması nedeniyle yüksek nem değerleri taşırlar. Sıcak kütleler olması nedeniyle daha fazla nem tutma kabiliyeti olarak oldukça yüklü nemliliğe sahiptirler. Sıcak ve yüksek nem değerleri bu kütleleri potansiyel kararsız hava kütleleri hâline getirir ve bu kuşaktaki dinamik yüksek basınç, yani alçalıcı hava hareketleri nedeniyle kararlı bir yapıya sahiptirler.

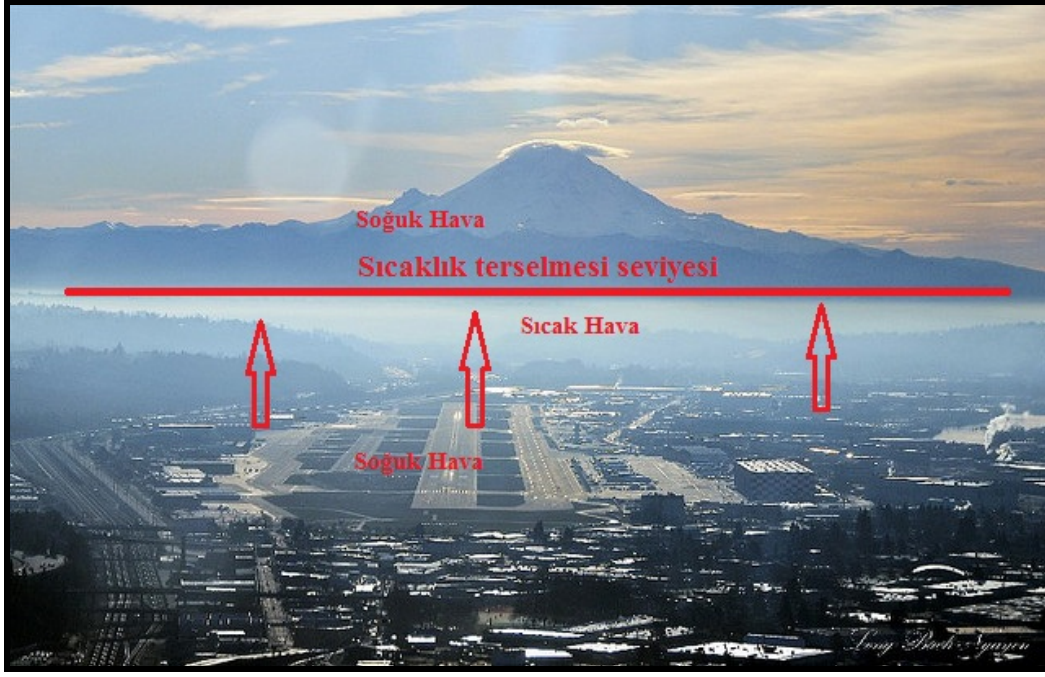
Maritim tropikal kütleler doğuş yeri özellikleri açısından bu şartlara sahip olmakla birlikte genel sirkülasyona bağlı olarak harekete geçtiğinde, yani yüksek enlemlere doğru hareket ettiğinde bazı değişimlere (modifikasyonlara) uğramaktadır. mT kütleler yukarı enlemlere doğru hareket ettiğinde kendisinden daha soğuk denizlere veya karalara ulaşırlar. Bunun neticesinde mT hava kütlesi alttan soğumaya uğrar. Bu soğuma neticesinde mT kütlelerde görülen değişimleri şöyle özetlemek mümkündür:

Altan soğumaya bağlı olarak alt ve üst hava tabakaları arasındaki sıcaklık farkı azalır. Hatta zaman zaman soğumanın şiddetine bağlı olarak ısı terselmesi dahi görülebilmektedir (şekil 60, resim 12). Dikey yükselim hareketi yavaşlar ve daha düzenli rüzgâr oluşumları ortaya çıkar. Bununla birlikte alttan soğumaya bağlı olarak alt tabakalarda var olan yüksek özgül nem miktarına da bağlı olarak yoğunlaşma noktasına ulaşılır. Bunun neticesinde öncelikle zemine yakın hava tabakalarında sis hadisesi görülmeye başlar. Bununla birlikte sakin ancak uzun süreli yağışlar da görülebilmektedir. Bir yandan sis oluşumu, diğer yandan yükselici hava hareketinin zayıflığına bağlı olarak yükselemeyen aerosollere bağlı olarak zemine yakın tabakalarda görüş mesafesi azalır.

mT hava kütlelerinde görülen bu özelliklere ve modifikasyonlara karşın cT hava kütlelerinde süreç daha farklı işlemektedir. Öncelikle cT hava kütlelerinin doğuş bölgeleri de mT hava kütleleri gibi sıcak olmakla birlikte, karasal yapı üzerinde geliştiği için kurak ve sıcak karakterlere sahiptirler. Alt tabakalardaki yüksek sıcaklık değerleri onları kararsız hâle getirmektedir. Ancak nemin az olması nedeniyle yağış görülmez. Ayrıca yüksek basınç koşulları altında gelişen alçalıcı hava hareketleri de yağış oluşumunun önündeki bir diğer engeldir. cT kütleler doğuş bölgelerinden daha yukarı enlemlere doğru hareket ettiğinde geldikleri yerden nem alırlarsa kararsızlık (koşullu kararsızlık) oluşmaya başlar. Soğuk bölgelere gidildiğinde her ne kadar alttan soğumaya bağlı olarak alt tabakalarda kararlılık koşulları ortaya çıksa da nemin varlığı ile koşullu kararsızlık süreci devam eder.



Şekil 60: Soğuk hava girişine bağlı olarak ortaya çıkan cephesel sıcaklık terselmesi.



Resim 12: Sıcaklık terslemesinin şehir üzerinde görünümü.

cT hava kütlelerinin doğuş bölgeleri soğuk dönemde de sıcak özelliklere sahiptir. Dolayısıyla soğuk dönemde yüksek enlemlere, yani daha soğuk bölgelere hareket ettiğinde geldiği yerde sıcaklık etkisi yarattığı gibi kendisi de alttan itibaren soğumaya başlar. Bu dönemde Kuzey Afrika’da, Büyük Sahra civarında oluşan bu tür kütleler Akdeniz ve Türkiye’nin de bulunduğu sahayı zaman zaman etkisi altına alır.

Genel olarak bakıldığında hava kütlesi doğuş bölgelerinde oluşan hava kütleleri genel atmosfer sirkülasyonuna da bağlı olarak daha üst enlemlere doğru hareket ettiğinde, gittiği bölgelere kendi koşullarını da taşırlar. Ancak diğer yandan geçtikleri sahadaki zemin koşullarından etkilenecek alttan soğuma ve/ veya nem almaya başlarlar. Buna bağlı olarak hava kütlelerinin doğuş bölgelerinde oluşturdukları karakterler hareket ettikleri bölgelerdeki etkilere bağlı olarak değişime uğrarlar. Çünkü doğuş bölgeleri dışında da yeryüzünün geniş alanlarında benzer koşullara sahip alanlar bulunmaktadır. Ancak buralarda atmosfer sirkülasyonunun kuvvetli olması, diğer bir ifadeyle havanın sürekli hareket hâlinde olması nedeniyle hava kütlelerinin oluşacağı zaman bulunmamaktadır.

Dünya üzerinde bu şekilde hava kütlelerinin değişimine neden olan alanlar mevcuttur. Bu alanlar asıl doğuş bölgeleri kadar olmasa da hava kütlelerinin karakterlerinin değişiminde önemli rol oynarlar.

Bu şekilde Türkiye’yi de etkileyen bazı hava kütlelerinin kapsamlı değişime uğradığı alanlar bulunmaktadır. Örneğin soğuk dönemde Kanada üzerinde oluşan cP hava kütleleri, genel sirkülasyona bağlı olarak Atlantik Okyanusu üzerine hareket ettiklerinde alttan nem alarak mP kütleler hâline dönüşebilmektedirler. Böylece İzlanda üzerinden mP karakter kazanarak ilerleyen bu kütleler, Avrupa ve Türkiye üzerinde soğuk-nemli bir karakterle etkili olurlar.

Genel olarak değerlendirildiğinde hava kütlelerinde görülen başlıca değişimler;

1. Alttan (zeminden) oluşan ısınma ve soğumalar. Bir hava kütlesi kendinden daha sıcak bir zemin üzerine gittiğinde alttan itibaren ısınmaya başlar. Eğer daha soğuk bir zemine giderse alttan itibaren soğuma oluşur.

2. Alttan (zeminden) nem alma veya kaybetme. Bir hava kütlesi büyük su kütlelerinin olduğu alanlardan geçerse alttan nem kazanır. Buna bağlı olarak yağışlar görülebilir. Ya da zemin şartlarına bağlı olarak yoğunlaşma neticesinde oluşan yağışla nem kaybedebilir.

3. Mekanik olaylar. Hava kütlesinde değişime neden olan bir diğer faktör ise dikey hareketlilik oluşturan mekanik olaylardır. Bunlar orografiye bağlı yükselim ve alçalım olayları ile yine cephe hatları borunca görülen yükselimlerdir. Bu şekilde hava kütlesi içerisinde bazı değişimler görülebilmektedir.

Gerek hava kütlelerinin doğuş bölgelerindeki özellikler ve gerekse ortaya çıkan değişimler neticesinde bir hava kütlesinin karakterini aşığıdaki koşullar belirlemektedir:

1. Hava kütlesinin doğuş bölgesi özellikleri,

2. Doğuş bölgesinden hareket eden hava kütlesinin geçtiği alanlarda kazandığı özellikler, değişimler,

3. Hava kütlesinin içinde bulunduğu değişimin evresi.

Bu koşullar altında belli karakterler kazanan bir hava kütlesi, ulaştığı alanda belli iklim hadiselerinin oluşmasını ya da görülmesini sağlamaktadır. Bu süreçlerin çok farklı ve değişken oluşu da yeryüzünde birçok iklim tipinin oluşmasında temel bir neden olmaktadır.

Uygulamalar

Özellikle yüksek basıncın hâkim olduğu günlerde gökyüzünde beliren ve belli bir seviyenin altında kalan pus tabakasını takip ederek inversiyon koşullarını takip ediniz. Bu konuda Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün web sayfasından da (www.mgm.gov.tr) yararlanabilirsiniz.

Uygulama Soruları

- 1) Hava kütlelerinde görülen değişimlerin temel nedenlerini araştırınız.
- 2) Hava kütlelerinin karakterlerini açıklayan simgeleri, o hava kütesinin özelliklerine göre değerlendiriniz.
- 3) ITCZ nedir ve ülkemiz meteorolojik koşulları üzerindeki etkileri nelerdir, araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Hava kütleleri doğuş bölgelerinin özelliklerine göre karakterize olurlar. Oluşum bölgelerinin sıcaklık ve nem koşulları hava kütlelerinin karakterlerini belirlemektedir. Ancak hava kütleleri genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak hareket ettiklerinde kendinden daha soğuk veya daha sıcak bölgelere ya da daha nemli veya daha kurak bölgelere ulaştıklarında değişimlere (modifikasyonlara) uğrarlar. Netice itibariyle hava kütleleri doğuş bölgelerinin özelliklerini taşıdığı gibi, hareket hâlindeyken geçtikleri zeminin de özelliklerini alarak değişime uğrarlar.

Sonuç olarak hava kütleleri öncelikle doğuş bölgelerinin özelliklerini kazanırlar. Örneğin mT hava kütlesi doğuş bölgesi özelliğine bağlı olarak sıcak ve nemli bir kütledir. Ancak harekete geçen hava kütlesi kendinden daha soğuk veya daha sıcak bir bölgeye gittiğinde zeminden ısınma veya soğumaya uğrar. Ya da daha nemli veya kurak bir bölgeye gittiğinde ise nem kazanır veya kaybederler. Böylece hava kütlelerinin bulundukları yerdeki karakterleri doğuş bölgesi özellikleri ile birlikte geçtikleri bölgelerde kazandıkları özelliklere göre uğradıkları modifikasyonun sonucuna göre belirlenmektedir.

Bölüm Soruları

1) Denizel tropikal hava kütlesi simgesi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) mE
- b) cT
- c) cE
- d) mT
- e) mP

2) Hava kütlesi içindeki nemi ifade etmek için aşağıdaki tanımlardan hangisi kullanılmaktadır?

- a) Bağlı nem
- b) Özgül nem
- c) Nisbi nem
- d) Mutlak nem
- e) Standart nem

3) Aşağıdakilerden hangisi hava kütlelerinin değişimine neden olan olaylardan biri değildir?

- a) Alttan ısınma.
- b) Alttan soğuma
- c) Nem kazanma
- d) Nem kaybetme
- e) Koşullu kararsızlık

4) 1. Alttan soğumaya bağlı olarak alt ve üst hava tabakaları arasındaki sıcaklık farkı azalır.

2. Dikey yükselim hareketi yavaşlar.

3. Zemine yakın hava tabakalarında sis hadisesi görülmeye başlar.

4. Zemine yakın tabakalarda görüş mesafesi azalır.

Kendinden daha soğuk bir bölgeye giden hava kütlelerinde yukarıda verilen değişimler görülmektedir. Bu değişimlerin görüleceği hava kütlesi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) mT
- b) cT
- c) mP

d) cP

e) E

5) Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'yi ilgilendiren hava kütlelerinden biri değildir?

a) mP

b) mT

c) cP

d) E

e) cT

6) Hava kütlelerinde değişime neden olan mekanik olayları açıklayınız.

7) Sıcaklık terselmesini etkileri itibariyle açıklayınız.

8) ITCZ'nin mevsimlik hareketinin sonuçları nelerdir?

9) Soğuk hava kütlelerinde görülen değişimleri açıklayınız.

10) Sıcak hava kütlelerinde görülen değişimleri açıklayınız.

Cevaplar: 1-D, 2-B, 3-E, 4-A, 5-D

10.CEPHE TANIMI VE CEPHELERİN OLUŞUMU

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde sıcaklık ve nem bakımından farklı özelliklere sahip hava kütlelerinin karşılaşmaları sonucunda oluşan cepheleri ve bu cephelerin özelliklerini öğreneceğiz.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Cephe kavramını araştırınız.
- 2) Sıcak ve soğuk cephelerde oluşan meteorolojik koşulları öğreniniz.
- 3) Cephelerin gösterildiği atmosfer haritalarını inceleyiniz.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Cephe tanımı ve cephelerin oluşumu	Cephe kavramını ve oluşum koşullarını öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Cephenin unsurlarını ve görülen meteorolojik özellikleri anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Cephe geçişleri sırasında değişen meteorolojik hadiseleri öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Frontojenez
- Frontoliz
- Polar cephe

Giriş

Sıcaklık ve nem bakımından belirli karakterlere sahip hava kütleleri, alçak basınç alanlarındaki konverjans hareketi neticesinde birbirleriyle karşılaşır. Böyle bir karşılaşmada havanın fiziksel özellikleri nedeniyle farklı karakterlere sahip hava kütleleri birbirleriyle karışmazlar. Sıcak ve hafif olan hava kütlesi, soğuk ve ağır olan hava kütlesi üzerine doğru hareket eder. Bu koşullar altında oluşan süreksizlik yüzeylerine cephe denilmektedir.

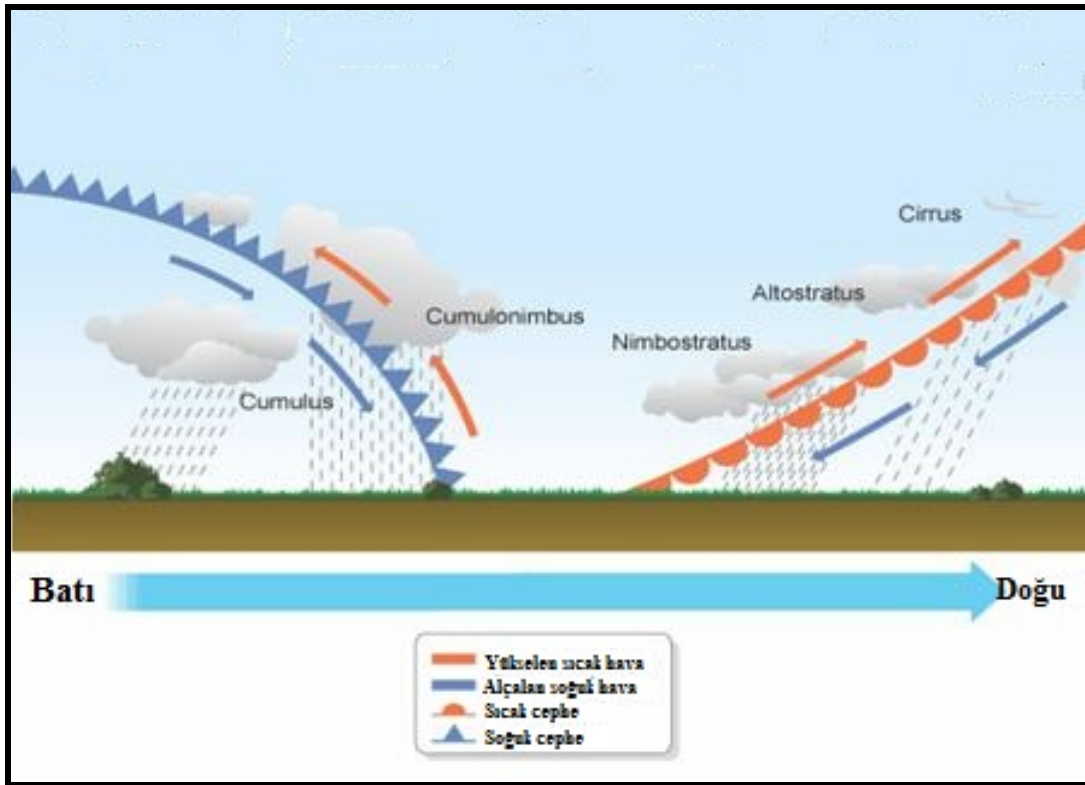
Bu şekilde oluşan cepheler farklı özelliklere sahip hava kütlelerini, gezici sistemler vasıtasıyla özellikle orta enlemlerde bir yerden başka bir yere taşımaktadırlar. Bir cephe sisteminin yaklaşması, geçişi ve geçişinden sonra farklı meteorolojik hadiselerin görülme nedeni de cephe unsurlarının taşıdığı farklı meteorolojik koşullardır.

Bu derste bu kavram ve hadiseler açıklanmıştır.

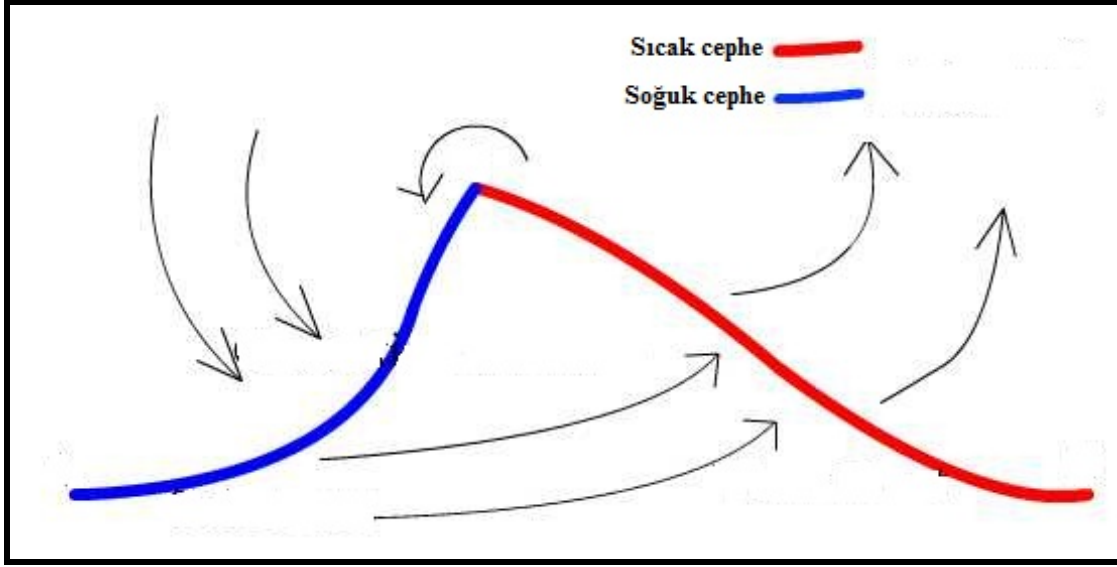
Cephe Tanımı ve Cephelerin Oluşumu

Bir önceki bölümde işlendiği gibi hava kütleleri dünyanın büyük antisiklon alanlarında doğarak genel atmosfer sirkülasyonu doğrultusunda hareket eden, bu hareketleri sırasında değişime uğrayan atmosferik bölümlerdir. Hareket eden bu kütleler yine dünyanın belirli alanlarında, özellikle alçak basınç alanlarında karşılaşmaktadırlar. Bu karşılaşmalar farklı meteorolojik hadiselerin doğmasına ve gelişmesine neden olmaktadır. Çünkü karşılaşan bu hava kütleleri sıcaklık, nem ve kararlılık bakımından farklı özelliklere sahiptirler.

Atmosferin fiziksel koşulları gereği, farklı özelliklere sahip bu kütleler karşılaştıklarında birbirlerine karışmazlar. Tıpkı zeytinyağı ve su gibi farklı karakterlerdeki bu kütleler kendi koşullarını bir sistem dâhilinde devam ettirirler. Ancak aralarında bir karşılaşma yüzeyi oluşur. Oluşan bu yüzeyin iki tarafındaki hava şartları ise birbirinden belirgin farklar içermektedir. Ancak bir taraftaki hava özelliği diğer tarafa geçemez. O nedenle bu yüzeye süreksizlik yüzeyi de denilmektedir. Öte yandan farklı hava kütlelerinin karşılaştığı bu yüzeylere aynı zamanda **cephe** adı verilmektedir (şekil 61, 62).



Şekil 61: Cephe sistemi (Horizontal).

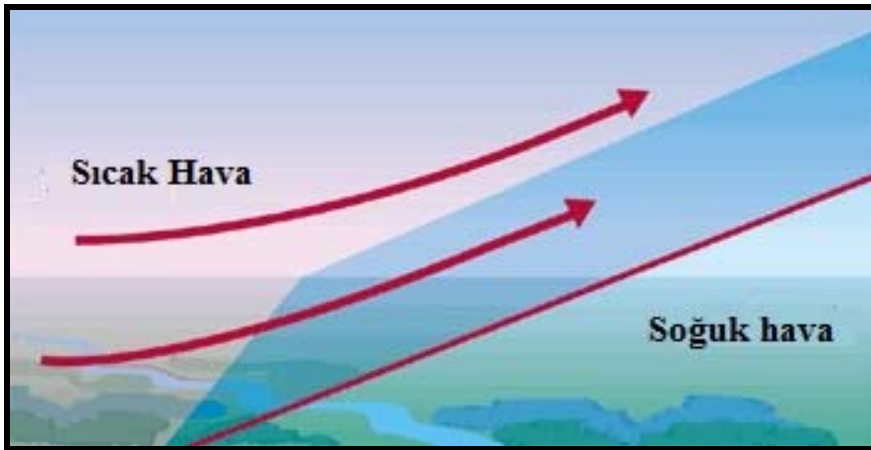


Şekil 62: Cephe sistemi (Vertikal)

Buna göre cephe, sıcaklık ve nem bakımından belirgin karakterlere sahip iki kütle arasında oluşan ve bu özelliklerin diğer tarafa geçişine engel olan yüzeylerdir. Ancak cepheler adeta cetvelle çizilmiş gibi düzenli bir çizgiselliğe sahip değildirler.

Cephe sistemleri farklı hava kütlelerinin karşılaştıkları yerler olması nedeniyle karışık meteorolojik hadiselerin görüldüğü yerlerdir. Fırtınalılık, şiddetli yağışlar, konveksiyonel hareketler cephe sistemlerinin belirgin özelliklerindendir. Cephe sistemleri siklon (alçak basınç) alanlarında oluşmaktadır. Çünkü siklon alanlarında hareket çevreden merkeze olduğu için diğer şartların da uygunluğu ölçüsünde farklı hava kütleleri bu sistem içerisinde karşılaşmaktadırlar.

Cephe sistemi boyunca karşılaşan farklı yapıdaki hava kütlelerinden sıcak olan aynı zamanda daha hafif olduğu için soğuk ve ağır olan hava kütlesi üzerinde yükselime geçer. Bu yükselime hareketi aynı zamanda şiddetli rüzgâr oluşumları ile yağış ve fırtınanın da nedeni olmaktadır (şekil 63).



Şekil 63: Sıcak havanın soğuk hava üzerinde yükselimi.

Bu şekilde yükselen hava içerisinde yoğunlaşma, yağış ve fırtınalar görülmektedir. Bu yükselimin kuvveti ve etkisi iki kütle arasındaki sıcaklık ve nem farkına göre şiddetlenmektedir. Fark ne kadar çok ise hadiseler de o kadar şiddetli olmaktadır.

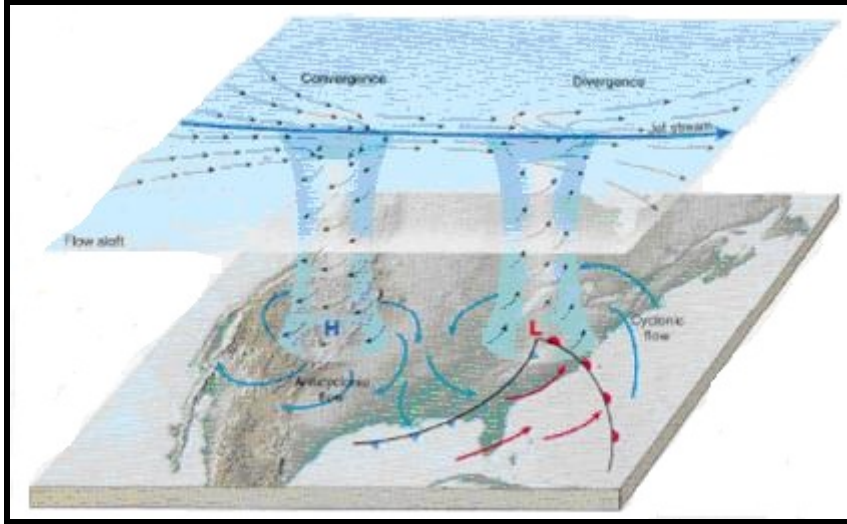
Bu açıdan bakıldığında polar ve tropikal kütlelerin karşılaşması şiddetli cephe hareketlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu kütleler ise orta enlemlerde etkili olduğundan orta enlemler cephesel aktiviteler açısından etkin ve belirgin alanlardır. Orta enlemlerde oluşan cephe sistemleri özellikle soğuk dönemde süreklilik arz ederler. Türkiye'nin de içinde bulunduğu orta enlemler soğuk dönemde peş peşe gelen siklonlar ve bunlara bağlı cephe sistemlerinin etkisi altında meteorolojik şartları yaşarlar. Bu nedenledir ki soğuk dönemde kısa süreler içerisinde birbirinden farklı hava koşulları birbirini takip ederek Türkiye üzerinde etkili olmaktadır (şekil 64).



Şekil 64: Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (www.dmi.gov.tr).

10.1.Cephe oluşumu (Frontojenez)

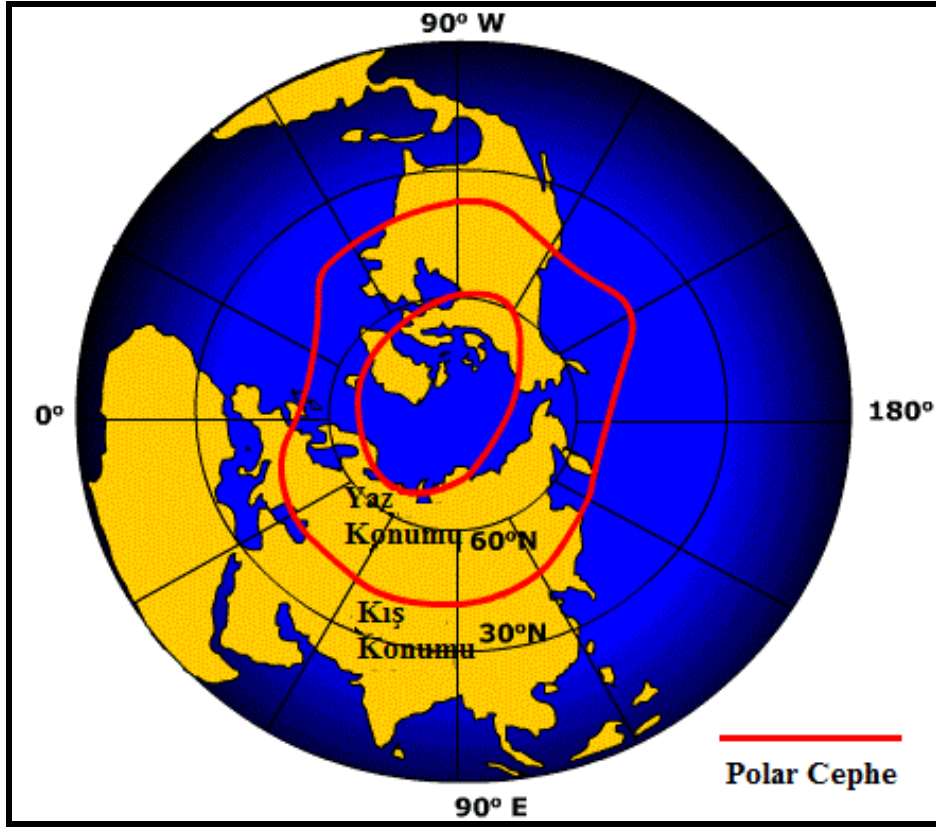
Bir cephenin oluşabilmesi için aralarında sıcaklık farkı bulunan farklı hava kütlelerinin bir hat boyunca birbirlerine yaklaşması gerekir. Bu yaklaşımın bir hat boyunca olması gerekir ki bu hatta cephe hattı denir. Farklı sıcaklık ve nem özelliklerine sahip hava kütlelerinin karşılaşmasına cephe oluşum koşulları ya da **frontojenez** denir (şekil 65).



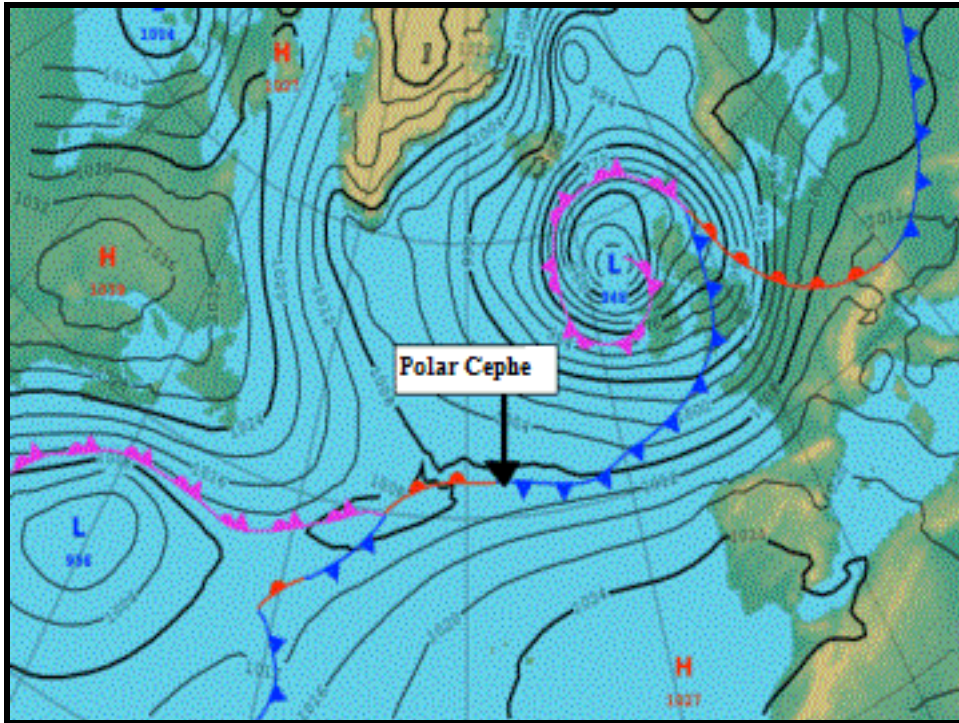
Şekil 65: Alçak basınç merkezinde (L) birbirine yaklaşan (konverjans) farklı karakterdeki hava kütleleri cephe oluşum koşullarının varlığını göstermektedir.

Cephe oluşumu ya da frontojenez koşullarının oluşması için sıcaklık farkı içeren hava kütlelerinin karşılaşması gerekmektedir. Bu durum yerküre üzerinde sıcaklık dağılışı ve mevsimsel hareketler dikkate alındığında daha çok soğuk dönemde ve orta enlemlerde gerçekleşmektedir. Çünkü kutup kuşağı ve ekvatorial kuşakta sıcaklık farkı içeren hava kütlelerinin varlığından ve karşılaşmalarından söz edilemez. Orta enlemler polar ve tropikal hava kütlelerinin karşılaşma alanı olarak frontojenez koşullarının oluştuğu yerlerdir. Bununla birlikte orta enlemlerin özellikle soğuk dönemde günlük hava hareketlerini ve koşullarını denetleyen önemli etmenlerden biri de **polar cephe**dir. Bu kavramı Kuzey Yarım Küre açısından açıklamak gerekirse; orta enlemlerde var olan nispeten sıcak kütleler ile polar kuşağın soğuk kütlelerinin, mevsimsel olarak yer değiştirmekle birlikte yaklaşık $50^{\circ} - 60^{\circ}$ enlemlerinde karşılaşması neticesinde ortaya çıkan süreksizlik yüzeyi olarak ifade etmek gerekir (şekil 66).

Özellikle soğuk dönemde ya da kış mevsiminde etki alanını genişleterek yaklaşık 40° enlemlerine kadar inen polar cephe ve ona bağlı olarak oluşan sistemler, ülkemizin de içinde bulunduğu orta kuşakta etkili bir sistem hâline gelmektedir (şekil 67).



Şekil 66: Polar cephenin yaz ve kış mevsimine göre konumu.



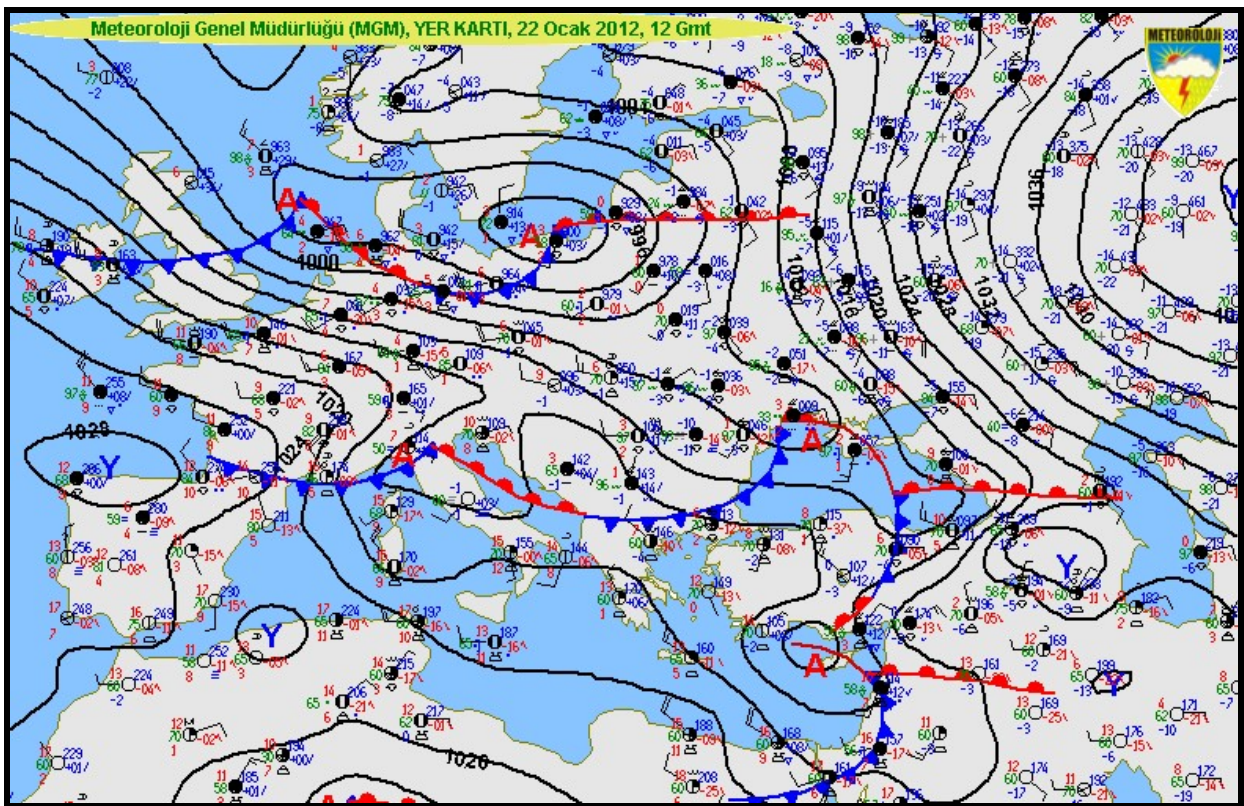
Şekil 67: Soğuk dönemde orta enlemleri etkileyen Polar Cephe.

Şekil 67’de de görüldüğü gibi özellikle soğuk dönemde alt enlemlere kadar etki alanını genişleten polar cephe ve ona bağlı oluşan cepheler orta kuşağın en belirgin meteorolojik

hadisesi durumundadır.

Buna karşılık mevsimsel özelliklere bağlı olarak ortaya çıkan süreçler neticesinde cephe oluşumuna elverişli koşullardan uzaklaştıkça, yani belirgin sıcaklık farkı içeren hava kütlelerinin etkisinin azalmasına bağlı olarak cephe oluşumları kesintiye uğrayabilmektedir. İşte bu şekilde cephe oluşum koşullarından uzaklaşılır ve cephelerde çözülme süreci görülür. Cephe sürecinin değişmesine ya da cephe çözülme olayına **frontoliz** denir. Örneğin ülkemizin de içinde bulunduğu orta kuşak, yaz döneminde bir frontoliz sahası hâline gelir. Çünkü yaz döneminde, kış döneminin aksine sahaya tropikal kütleler hâkim olur ki bunlar arasında sıcaklık farkının olmayışı cephe oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Bazen tek bir siklon sistemine bağlı birden fazla ve birbirini izleyen cephe hatları oluşabilir (şekil 68).



Şekil 68: Birbirini izleyen cephe sistemleri.

Şekil 68'de görülen yer kartı, günlük olarak yapılan meteorolojik ölçümlerden elde edilen verilere göre oluşturulmuş ve yeryüzünde başta basınç olmak üzere sıcaklık, rüzgâr nem gibi meteorolojik hadiselerin ve bunlarla birlikte varsa cephelerin de gösterildiği haritalardır. Yer kartında İngiltere'nin doğusundan itibaren Baltık Denizi'ne kadar uzanan hat içerisinde ve İtalya'nın kuzeyinden Balkanlar ve Karadeniz'in batısına kadar uzanan hat üzerinde gelişen cephe sistemleri temelde aynı siklonun parçaları olarak iki ayrı hat hâlinde cephe sistemi oluşturmuş olduğu görülmektedir.

Orta enlemlerde görülen siklonlar ve bunlara bağlı oluşan cephe sistemleri çok geniş

sahaları ilgilendirebilecek boyutlara ulaşmaktadırlar. Ortalama bir siklonun çapı 400 km'yi geçebilmektedir. Bu açıdan orta enlem siklonları gözle görülememektedir. Buna karşılık tropikal siklonlar her yıl belli alanları etkilemekte, çaplarının daha küçük olmasına bağlı olarak da yıkıcı özellikleri daha fazla etkili olmaktadır.

Uygulamalar

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü web sayfalarından güncel hava haritalarına bakarak cepheleri ve hareketlerini, ayrıca getirdiğı meteorolojik koşulları takip ediniz. Yakınıınızda bulunan meteoroloji istasyonlarını ziyaret ederek bu konu hakkında daha geniş bilgi alınız.

Uygulama Soruları

- 1) Neden orta enlemler cephe oluşumuna elverişli koşullara sahiptir, araştırınız.
- 2) Cephe unsurlarını bir cephe şekli üzerinde göstererek görülen meteorolojik hadiseleri yazınız.
- 3) Frontoliz ve frontojenez koşullarının nasıl geliştiğini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Farklı sıcaklıktaki hava kütlelerinin karşılaştıkları alanlarda, sıcak ve hafif olan hava kütlesi soğuk ve ağır olan hava kütlesi üzerine tırmanma eğilimi göstermektedir. Çünkü fiziksel özelliklere bağlı olarak farklı karakterlere sahip hava kütleleri karşılaştıkları alanlarda karışmayıp belli bir yüzey boyunca özelliklerini korumaktadırlar. Farklı hava kütleleri arasında gelişen bu yüzeye süreksizlik yüzeyi denir. Bu yüzey aynı zamanda savaşılan iki ordu arasındaki cepheye benzetilerek “cephe” ifadesi ile tanınmaktadır.

Böylece farklı sıcaklık özelliklerine sahip hava kütlelerinin belli bir konverjans hattı boyunca oluşturdukları cephelere daha çok orta enlemlerde rastlanmaktadır. Çünkü orta enlemler farklı hava kütlelerinin (polar ve tropikal) karşılaşma sahalarıdır.

Sonuç olarak dünya üzerinde belli doğuş bölgelerinden doğarak hareket eden hava kütleleri, yaklaşım, diğer bir ifade ile konverjans alanlarında karşılaştıklarında birbirleri ile karışmazlar, bir hat boyunca ve onun gerisinde kendi özelliklerini devam ettirmeye çalışırlar. İşte bu hatta cephe denilmektedir.

Bir yerde cephe oluşabilmesi için her şeyden önce bir konverjans sahasının varlığı gereklidir. Konverjans hareketi alçak basınç merkezlerinde veya siklon alanlarında geliştiği için bir cephe sistemi de ancak alçak basınç içerisinde oluşmaktadır. Bu açıdan yüksek basınç alanlarında cephe sistemi aramak doğru değildir. Çünkü yüksek basınç veya antisiklon alanları diverjans yani uzaklaşım alanlarıdır.

Orta enlemler hem polar ve tropikal kütleler için bir karşılaşma sahası, hem de gezici siklonların varlığı nedeniyle frontojenez şartlarına uygun alanlardır. Ancak bu şartlar özellikle soğuk dönemde ya da kış mevsiminde çok daha belirgindir.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi ülkemiz için kış koşullarında etkili olan cephe sistemidir?
- a) Tropikal cephe
 - b) Ekvatorial cephe
 - c) Polar cephe
 - d) Arktik cephe
 - e) Musonal cephe
- 2) Cepheler aşağıdaki sistemlerden hangisinde oluşur?
- a) Antisiklonlarda
 - b) Diverjans alanlarında
 - c) Frontoliz alanlarında
 - d) Siklon alanlarında
 - e) ITCZ’de
- 3) Yer kartlarında aşağıdaki hangi meteorolojik hadise gösterilmez?
- a) Yoğunlaşma seviyesi
 - b) Sıcaklık
 - c) Rüzgâr yön ve hızı
 - d) Basınç
 - e) Nem
- 4) Sıcaklık ve nem bakımından farklı iki hava kütesinin karşılaştığı alana verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- a) Siklon
 - b) Antisiklon
 - c) Diverjans
 - d) Cephe
 - e) ITCZ
- 5) Aşağıdakilerden hangisi cephe oluşumu anlamına gelmektedir?
- a) Diverjans
 - b) Konverjans
 - c) Sübsidans
 - d) Frontoliz

- e) Frontojenez
- 6) Frontolize neden olan süreci anlatınız.
- 7) Türkiye için frontojenez koşulları ne zamandır, neden?
- 8) Sıcak cephe de görülen meteorolojik hadiseler nelerdir?
- 9) Oklüzyon safhası nedir, açıklayınız.
- 10) Polar cepheyi ve etkilerini yazınız.

Cevaplar: 1-C 2-D 3-A 4-D 5-E

11.CEPHENİN UNSURLARI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde cepheyi oluşturan unsurları detaylarıyla öğreneceğiz. Bunlar içerisinde eğim, sıcaklık, nem, bulutluluk, yağış ve rüzgâr gibi unsurları tanıyacağız.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Cephelerde eğim koşulları neye göre değişir, araştırınız.
- 2) Cephelerdeki rüzgâr yönleri nasıl bir değişim gösterir, neden?
- 3) Soğuk cephede orajlı yağışlarla daha fazla karşılaşma ihtimali bulunmaktadır, neden?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Cephenin unsurları	Cephenin unsurlarını öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Cephelerde gelişen meteorolojik hadiseleri kavrar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

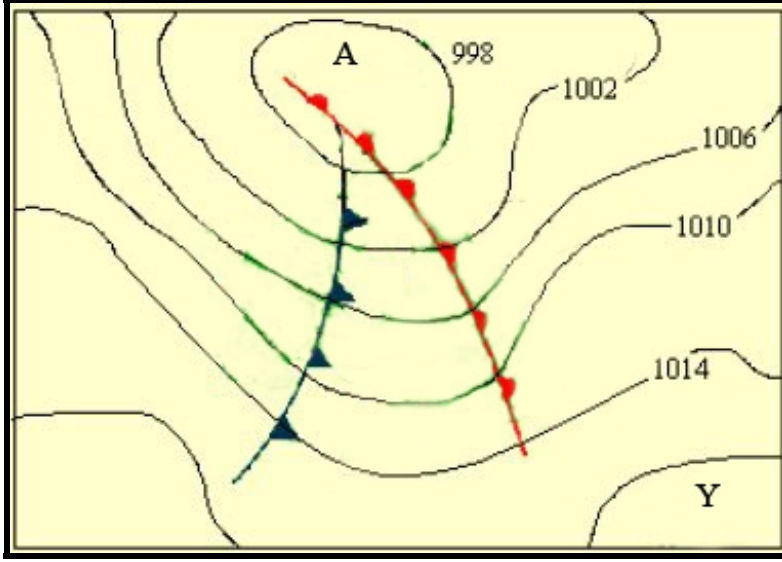
- Cephe eğimi
- Cephe hattı
- İzobarların V şekli görünümü

Giriş

Sıcaklık, nem, bulutluluk, yağış, rüzgâr gibi temel meteorolojik unsurların yanında cepheler eğimleri itibariyle de belli özelliklere sahiptirler. Bu bölümde cephelere ait bu unsurlar incelenmiş ve çeşitli özellikleriyle açıklanmıştır.

Cephenin Unsurları

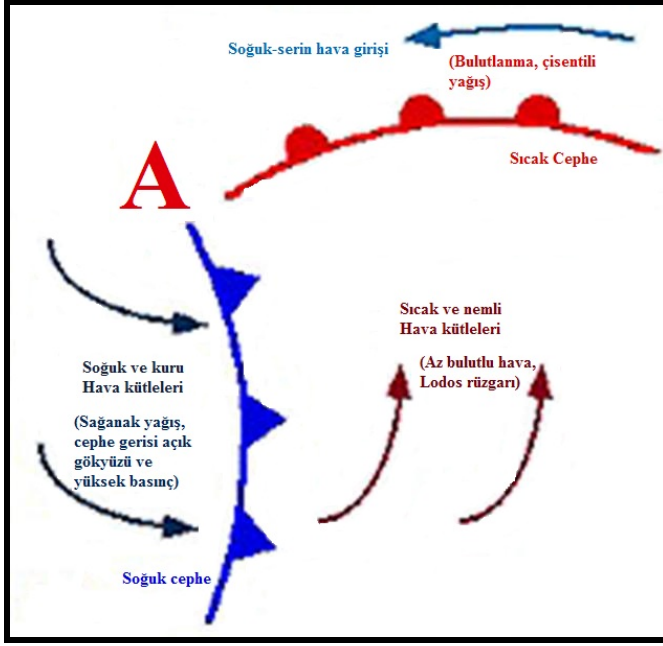
Cepheler özellikle sıcaklık ve nem bakımından farklı özelliklere sahip hava kütlelerinin karşılaştıkları alanlarda oluşan süreksizlik yüzeyleridir. Dolayısıyla cepheler aynı zamanda birer karşılaşma yüzeyleridir. Karşılaşma için ise konverjans, yani çevreden merkeze bir hareketin varlığı gereklidir. Bu ise ancak alçak basınç alanlarında görülen bir harekettir. Böylece cepheleri ancak siklonlar içerisinde gelişebilen unsurlar olarak kabul etmek gerekir (Şekil 69).



Şekil 69: Bir siklon içerisinde gelişen cephe sistemi.

Bu şekilde bir cephe sistemi, içinde bazı yapısal unsurları da barındırmaktadır. Bu unsurlar aynı zamanda cephelerin belirlenmesinde ve tanımlanmasında da kullanılan unsurlardır.

Cepheyi tanımlayan ya da belirleyen önemli koşullardan biri, bir süreksizlik yüzeyi olarak cephenin her iki yanındaki meteorolojik koşulların birbirinden farklı karakterler göstermesidir. Gerçekten bir cephenin her iki yanı meteorolojik hadiseler açısından farklılıklar içerir (şekil 70).



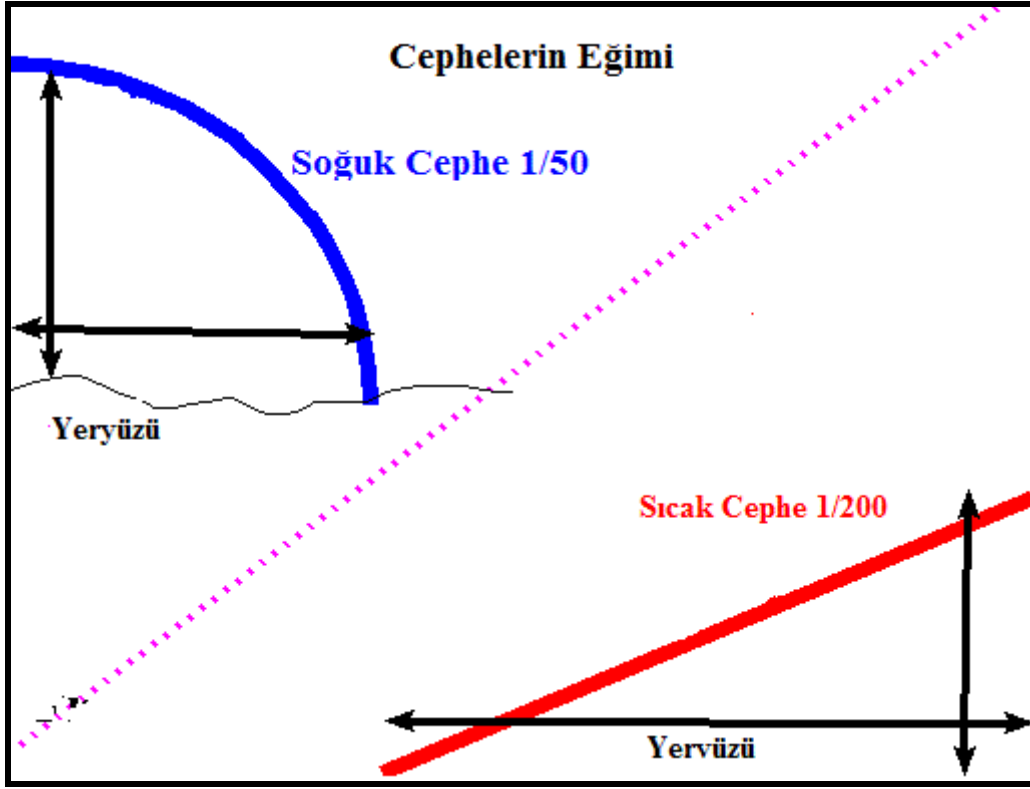
Şekil 70: Cepse sistemi içerisinde oluşan farklı meteorolojik koşullar.

İleriki bölümlerde daha detaylı açıklanacağı üzere cephe sistemini oluşturan sıcak cephe, soğuk cephe, sıcak sektör ve oklüzyon cephe gibi cephenin bölümleri farklı koşulda meteorolojik hadiselerle neden olurken cephenin unsurları olarak tanımlayacağımız kavramlar, daha çok cephelerin yapısal niteliklerini açıklamaktadır.

11.1.Cephenin Eğimi

Daha önce de ifade edildiği gibi cephe yüzeyleri büyük ölçüde sıcaklık farkı içeren hava kütleleri arasındaki yüzeylerdir. Sıcaklık farklılıkları aynı zamanda gazların fiziksel özellikleri nedeniyle ağırlık bakımından da farklılıklar içermektedir. Başka bir ifadeyle cepheler aynı zamanda sıcak ve hafif olan hava ile soğuk ve ağır olan hava arasındaki yüzeylerdir.

Bu açıdan bakıldığında bu iki ayrı karakterdeki hava birbirleriyle karışmamaktadır. Buna göre eğer dünya dönmeseydi sıcak ve soğuk kütlelerin arasındaki süreksizlik yüzeyi, yani cephe yatay olacaktı. Yani tıpkı zeytinyağı ve suyun diziliminde olduğu gibi olacaktı. Ancak dünyanın dönüşü nedeniyle cephe yüzeyleri eğimli olmaktadır. Bu eğim çok yüksek olmamakla birlikte yaklaşık olarak soğuk cephede 1/50, sıcak cephelerde ise 1/200 oranında görülebilmektedir (şekil 71).



Şekil 71: Cephelerin eğimi

Bu eğim değerlerinin anlamı örneğin 1/50 için 50 km yatay doğrultuda ilerlendiğinde 1 km yükselim olur demektir. Ya da 1/200 için 200 km yatay doğrultuda 1 km yükseklik anlamına gelir. Eğimin azlığı veya çokluğu hem bulunulan enlemle ilgili bir durumdur hem de iki kütle arasındaki sıcaklık farkı ile ilgilidir. Başka bir ifade ile cephe eğimi yüksek enlemlerde daha diktir. İki kütle arasındaki sıcaklık farkı ne kadar azalırsa eğimin dikliği de o kadar artar. İki hava kütlelerinin sıcaklığı aynı veya birbirine çok yakınsa cephe dik olur ve aynı zamanda ortadan kalkar.

Bu açıklamalara göre şekil 71’de verilen soğuk cephenin önü ve arkasındaki sıcaklık farkı sıcak cepheye göre daha azdır.

11.2.Cephenin Sıcaklığı

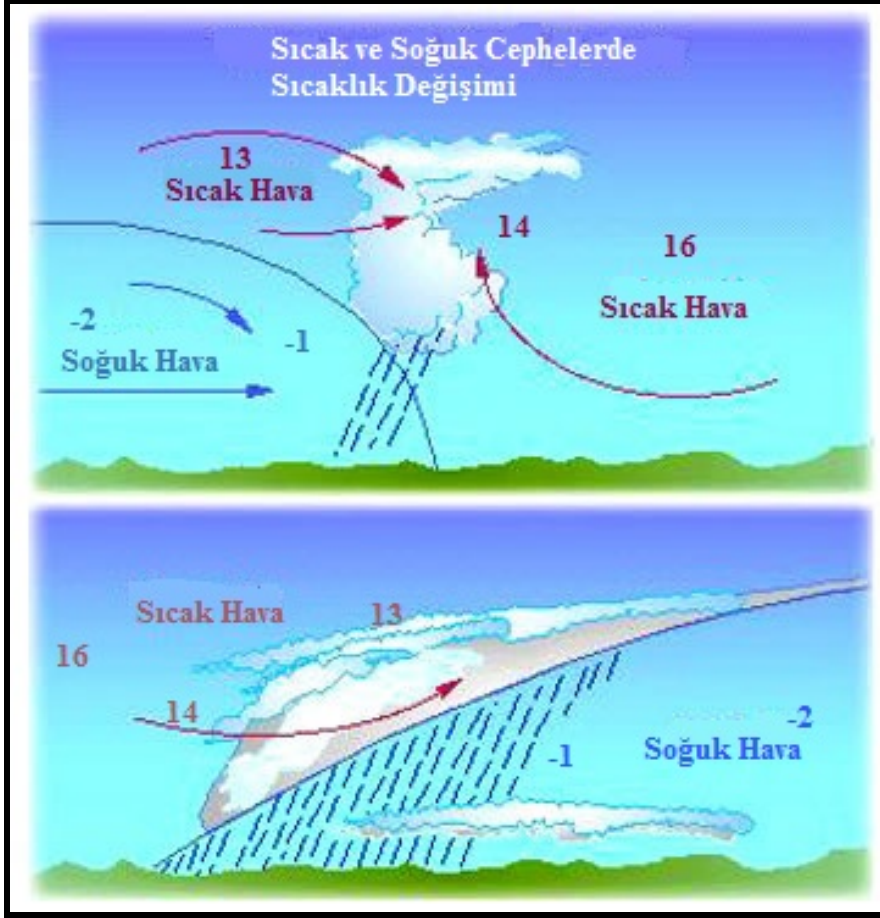
Cephelerin oluşumundaki temel faktör sıcaklıkları birbirinden farklı hava kütlelerinin bir hat boyunca karşılaşmaları olduğu için cepheler önü ve arkası itibarıyla birbirine zıt sıcaklık değerlerine sahip alanlardır. Başka bir ifadeyle sıcaklık değerleri cephelerin iki yanında büyük farklar içerir. Bu nedenle cephe geçişlerinde yeryüzü sıcaklıklarında ani ve kuvvetli değişimler görülmektedir. Özellikle frontojenez dönemi olan soğuk dönemde ülkemizde görülen kısa süreli sıcaklık farklılıklarının cephe geçişleri ile ilgili olduğunu söylemek mümkündür (şekil 72).

Cephe geçişleri sırasında görülen sıcaklık değişimleri birbiri ile karşılaşan hava kütleleri arasındaki sıcaklık farkının da bir işaretidir. Eğer iki kütle arasındaki sıcaklık farkı az ise cephe yüzeyi kalınlaşır, fark kalmadığında da cephe kaybolur.

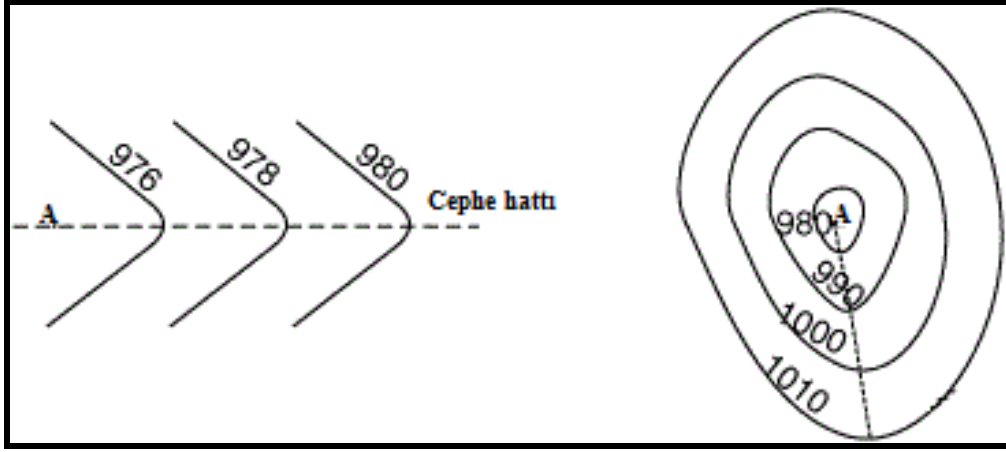
11.3.Cephelerde Basınç

Bir süreksizlik yüzeyi olarak cephe önü ve arkası diğer meteorolojik hadiselerde olduğu gibi basınç değerleri açısından da farklılıklar göstermektedir. Kabaca cephe sisteminin önünde yüksek olan basınç değerleri cephe yaklaştıkça düşmeye başlar, en düşük seviyesine sıcak sektörde ulaşır, soğuk cephe geçişine doğru basınç tekrar yükselir ve soğuk cephe geçişiyle en yüksek seviyesine ulaşır.

Cephelerin geçişi ile oluşan bu basınç değişimi izobarlar üzerinde V şekilli bir görünüm oluşturur (şekil 73).



Şekil 72: Soğuk ve sıcak cephe geçişlerinde sıcaklıkların değişimi

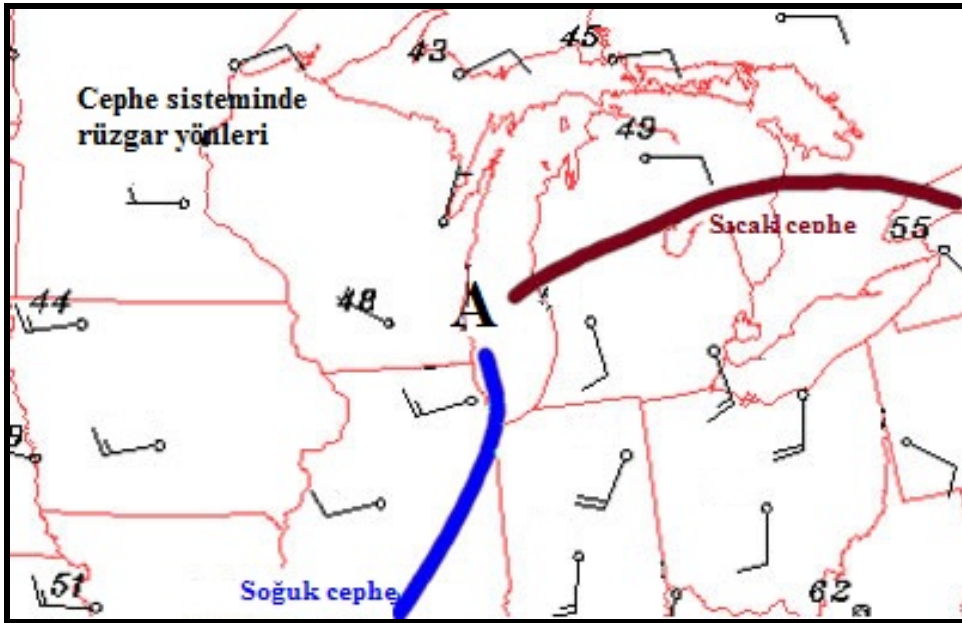


Şekil 73: Cephe hattında V şekilli görünüm. V şeklinin iç tarafı alçak basınç merkezini gösterir.

Cephe ne kadar kuvvetli olursa, diğer bir ifade ile basınç farkı ne kadar kuvvetli ise V'nin ucu o kadar sivri olur.

11.4.Cephelerde Rüzgâr Özellikleri

Diğer meteorolojik hadiselerde olduğu gibi rüzgâr yön ve hatta hızları da cephe sisteminin iki yanında belirgin farklar içermektedir. Bilindiği gibi Kuzey Yarım Küre'de siklon dönüşü saat istikametinin tersinde gelişmektedir. Cephe sistemi de siklonlar içerisinde geliştiği için cephe hatları boyunca rüzgâr hatları bu istikamete göre belirginleşir (şekil 74).



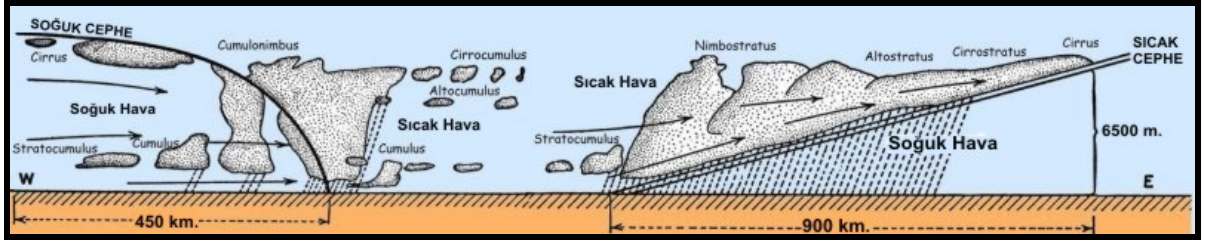
Şekil 74: Cephe hatları boyunca rüzgâr yönlerindeki değişim.

Rüzgârlar cephelerde genellikle izobarlara paralel eserler. Rüzgâr yönlerinde görülen sapmalar siklon merkezine doğrudur. Bunun dışında rüzgâr hızı da basınç gradyanına bağlıdır. Gradyan arttıkça hız artar.

11.5.Cephelerde Nem, Bulutluluk ve Yağış

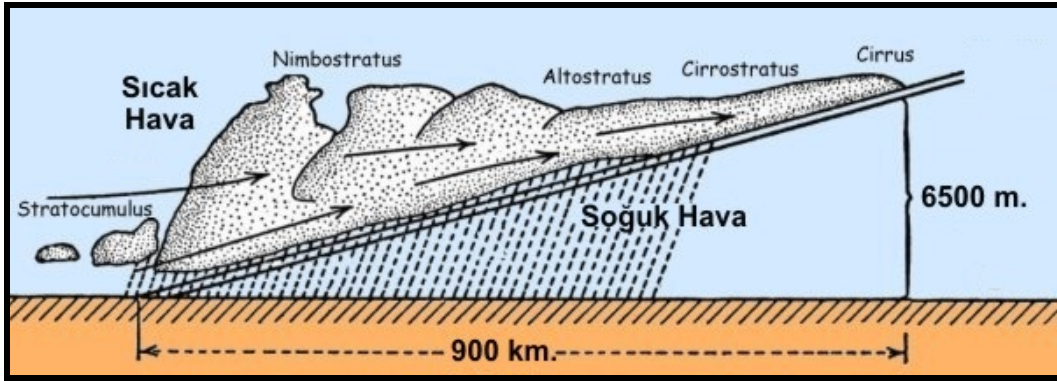
Cephe sistemlerinin bulunduğu yerlerde sıcak hava soğuk havanın üzerine doğru hareket etmektedir. Ya da soğuk hava sıcak havanın altına doğru girerek sıcak havayı yukarıya doğru kaldırmaktadır. Her iki durumda da cephe hattında soğuk hava ile karşılaşan sıcak hava yükselime zorlanmaktadır.

Öte yandan sıcak hava aynı zamanda belli oranda nem yüküne de sahiptir. Soğuk hava ile karşılaşması neticesinde yükselime zorlanan sıcak hava içerisindeki nem, yükselim neticesinde oluşan soğuma nedeniyle yoğunlaşır. Buna bağlı olarak cephe hatları üzerinde bulutlanma ve çevresel şartların da uygunluğu ölçüsünde yağış oluşur (şekil 75).

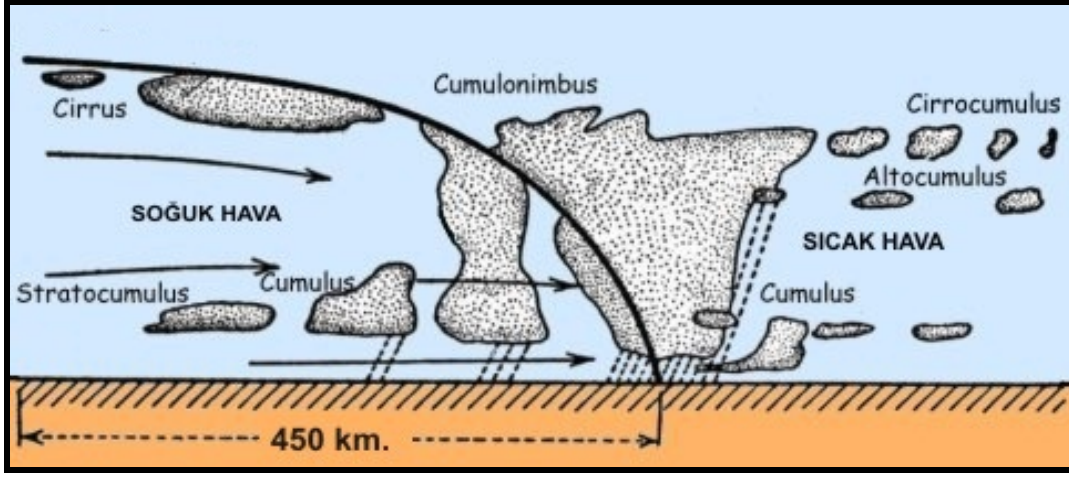


Şekil 75: Cephe sistemi içerisinde bulutlanma ve yağış oluşumu.

Şekil 75'te de görüleceği gibi bir cephe sisteminin içerisinde görülen yağış ve bulutluluk aynı zamanda sıcak ve soğuk cephede de farklılık göstermektedir (şekil 76, 77).



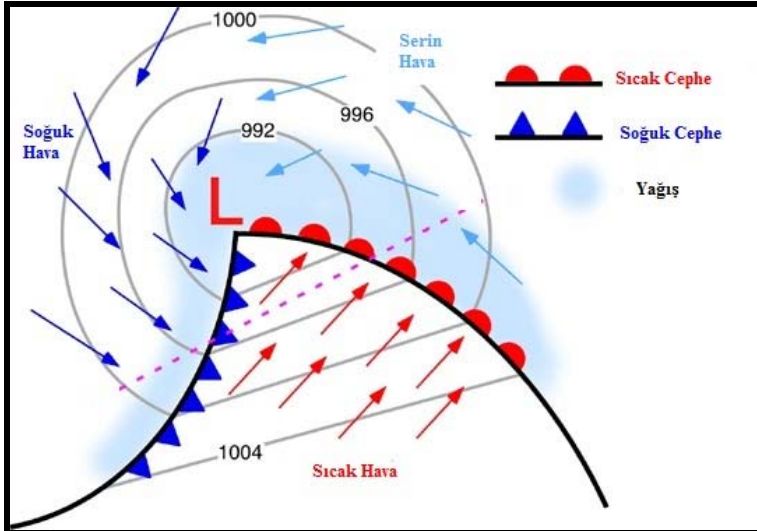
Şekil 76: Sıcak cephede bulutluluk ve yağış



Şekil 77: Soğuk cephede bulutluluk ve yağış.

Şekil 76’da sıcak cephede yani sıcak havanın soğuk hava üzerinde yükseldiği sistemde görülen bulutluluk ve yağış hadisesi verilmektedir. Buna göre orta ve yüksek seviye bulutları (Stratus ve Cirrus) daha belirgin olarak görülmektedir. Zira gökyüzündeki yüksek tül bulutları (Cirrus’lar) aynı zamanda yaklaşan bir cephe sisteminin habercisidirler. Bulutluluk özelliği yanında yağışlar da daha çok çisenti şeklinde görülür. Buna karşılık şekil 77’de görülen soğuk cephede süreç daha hızlı gelişmektedir. Gerideki soğuk hava sıcak havanın altına girerek onu yükselime zorlamakta, buna bağlı olarak cumulus bulutları hatta cumulonimbus bulutları oluşmaktadır. Yağış ise daha çok sağanak ve kuvvetli sağanak şeklinde görülmektedir.

Yatay yönde şekil 75,76 ve 77’de verilen durum dikey olarak şekil 78’de verilmektedir. Şekil 78’de de görüldüğü gibi cephe sisteminde yağışlar daha çok cephe hatları etrafında görülmektedir. Sıcak hava girişinin olduğu sıcak sektörde yağış görülmez.



Şekil 78: Cephe sisteminde görülen yağış özellikleri.

Uygulamalar

Meteoroloji haritaları üzerinden cephe unsurları ile onlara ait meteorolojik hadiseleri ayırt ediniz. Bu konu ile ilgili literatürleri araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1) Cephe eğimi neye göre oluşmaktadır?
- 2) Cephelerde sıcaklık değişimi nasıl olmaktadır?
- 3) Cephelerde yağış koşullarını etkileyen faktörler nelerdir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Cepheler sıcaklık ve nem bakımından farklı hava kütlelerinin karşılaştığı alanlar olarak farklı meteorolojik hadiselerin görüldüğü yerlerdir. Bu farklılıklar cephe hatlarının iki yönünde belirgin olarak görülmektedir. Cephenin eğimi, cephede sıcaklık, basınç, rüzgârlar, nem, bulutluluk ve yağış gibi meteorolojik hadiseler cephe unsurları olarak farklılıklar göstermektedir.

Cephe unsurlarında görülen bu farklılıklar karşılaşan hava kütlelerinin arasında var olan farklılıklara ve cephe eğimi açısından da cephenin bulunduğu enleme göre değişmektedir.

Siklon alanlarında gelişen cephe sistemlerini oluşturan sıcaklık, nem, rüzgâr, basınç, yağış gibi unsurlar, sistemlerin hareketi ve geçişi sırasında ortaya çıkan meteorolojik hadiselerin de belirleyicisidirler. Bu açıdan özellikle orta enlem siklonlarında gelişen cephelerin geçişleri sırasında etkili ve çeşitli meteorolojik hadiseler birbirini izlemektedir. Cephelerin tanımlanmasında ve anlaşılmasında cephe unsurlarının belirlenmesi, özelliklerinin anlaşılması önemli bir ipucudur.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi cephe unsurlarından biri değildir?
 - a) Sıcaklık
 - b) Nem
 - c) Rüzgâr
 - d) Sıcak cephe
 - e) Cephe eğimi
- 2) İki hava kütlesi benzer sıcaklık değerlerine sahipse aralarındaki cephe eğimi nasıl olur?
 - a) Cephe eğimi dik olur.
 - b) Cephe eğimi yatay olur.
 - c) Cephe eğimi yeryüzüne paralel olur.
 - d) Cephe eğimi görülmez.
 - e) Cephe eğimi V şekilli olur.
- 3) Orta enlem cephelerinde rüzgâr yönlerini denetleyen ana etmen aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Basınç gradyanı
 - b) Cephe eğimi
 - c) Siklonik dönüş
 - d) Sıcaklık farkı
 - e) Antisiklonik dönüş
- 4) Bir cephe sisteminin hangi bölümünde yağış görülmez?
 - a) Sıcak sektör
 - b) Soğuk cephe
 - c) Sıcak cephe
 - d) Oklüzyon cephe
 - e) Soğuk sektör
- 5) Bir cepheye eğimini veren temel faktör aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Sıcaklık farkı
 - b) Nem farkı
 - c) Rüzgâr yönü
 - d) Basınç farkı
 - e) Dünyanın dönüşü
- 6) Hangi durumda cephe eğimi dik olur?
- 7) Cephelerde görülen rüzgâr yönlerindeki sapmalar ne yöne doğru olur?
- 8) Cephelerde eğim hangi koşullara göre değişmektedir?
- 9) Cephe önü ve arkası sıcaklık nasıl bir özellik göstermektedir?
- 10) Cephe hattında yağışın oluşumu nasıldır?

Cevaplar: 1-D 2-A 3-C 4-A 5-E

12.ORTA ENLEMLERİN GEZİCİ SİKLONLARI VE CEPHELER

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde orta enlemlerde görülen cephelerin oluşum, gelişim ve kapanış koşulları incelenecektir. Bu çerçevede gençlik, olgunluk ve ihtiyarlık dönemleri, cephenin kapanması (oklüzyon) süreçleri dersimizin konusu olacaktır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Orta enlemde bir cephenin evreleri nasıl gelişir?
- 2) Oklüzyon nedir?
- 3) Orta enlemlerin gezici cephe sistemlerinde meteorolojik hadiseler nasıl gelişir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Orta enlemlerin gezici siklonları ve cepheler	Cephelerin safhalarını öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Cephelerdeki meteorolojik hadiseleri anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Orta enlemlerde gelişen meteorolojik hadiselerin kökenini kavrar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Depresyon
- Oklüzyon
- Sıcak cephe
- Soğuk cephe
- Durağan cephe

Giriş

Orta enlemlerde cephelerin oluşum ve gelişimlerine yön veren genel sirkülasyon özellikleri bulunmaktadır. Bu yapılar bir cephe sisteminin oluşumu, gelişimi ve kapanması evrelerini denetlemektedir. Bu derste bu evreleri ve bu süreçte yaşanan meteorolojik hadiseler değerlendirilmektedir.

Orta Enlemlerin Gezici Siklonları ve Cepheler

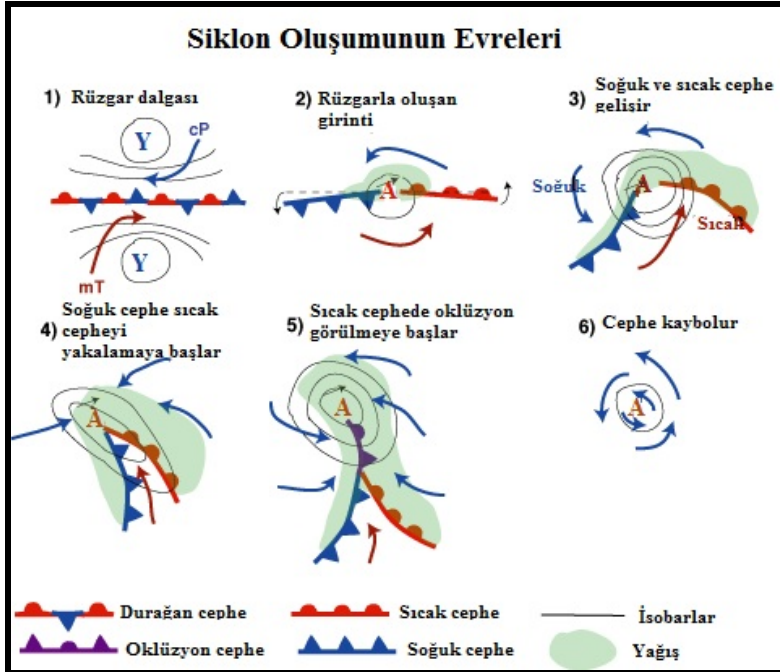
Orta enlemler sıcak ekvatorial kuşak ile soğuk polar kuşak arasında bir geçiş zonunu oluşturmaktadır. Önceki bölümlerde açıklandığı gibi orta kuşak veya orta enlemler genel atmosfer sirkülasyonu içerisinde önemli bir yere sahiptir. Zira orta enlemler, Ekvator'da yaşanan ısınma ile kutuplarda yaşanan soğuma nedeniyle ortaya çıkan genel atmosfer sirkülasyonunun önemli bir bölümünü teşkil eder. Ekvatorun sıcak kütleleri ile kutupların soğuk kütleleri bu kuşakta karşılaşmaktadırlar.

Orta enlemlerde yaşanan bu karşılaşma aynı zamanda siklonik faaliyet ve frontojenez açısından da önemlidir. Bu dinamik yapı orta enlemlerde farklı özelliklere sahip cephe sistemlerinin gelişmesine olanak tanır.

12.1.Siklon Oluşumu ve Gelişimi

Orta enlemlerde siklonların oluşumu ve gelişimi ile sonlanması, bu siklonların içerisinde cephesel süreçlerin oluşması bazı evrelerden geçilerek gerçekleşmektedir. Her siklon içerisinde cephe oluşması beklenmemelidir. Yatay düzlemde konverjans yani çevreden merkeze doğru hava hareketine sahip siklonlar içerisinde cephelerin oluşabilmesi için farklı sıcaklıklara sahip hava kütleleri tarafından doldurulmaları gerekir. Bu açıdan orta enlem siklonları avantaja sahiptirler. Çünkü bir taraftan polar soğuk kütleler, diğer taraftan tropikal/ekvatorial sıcak kütleler bu sistemleri beslemektedir. Siklon ifadesi ile ilk etapta yeryüzünde kuvvetli yıkıcı etkileri olan tropikal siklonlar algılanmaktadır.

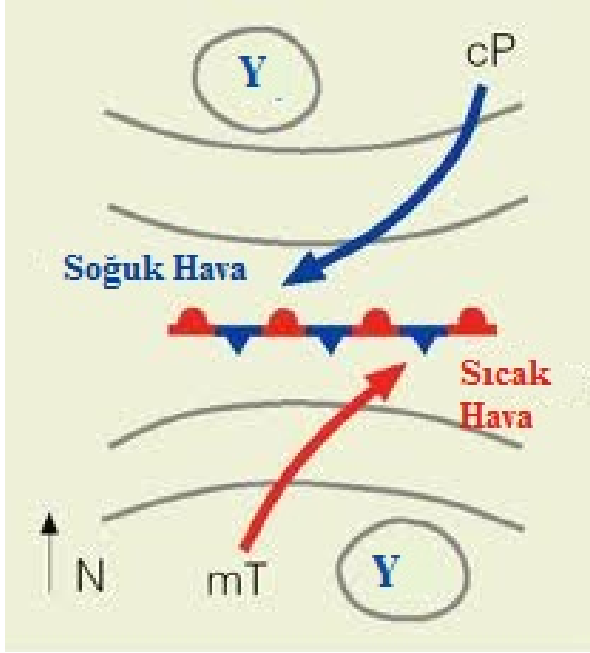
Ancak orta enlemlerin gezici siklonları oluşum ve gelişimleri itibariyle farklı ölçeğe sahiptir. Siklonların oluşumu belli evreleri içermektedir (şekil 79).



Şekil 79: Orta enlemlerde siklon oluşumunun ve gelişiminin evreleri.

1.Evre: Genel atmosfer sirkülasyonu neticesinde orta enlemlerde karşılaşan soğuk polar kütleler ile sıcak tropikal kütleler, birbirlerine karşıt yönde akımlar oluştururlar. Bir hat boyunca birbirine paralel ancak karşıt yönde akan bu rüzgârların arasında düzgün bir cephe hattı vardır (şekil 79/1). Durağan ya da istasyonier cephe de denilen bu hat iki hava kütlesi arasında dinamik bir dengenin gelişimine işaret etmektedir (şekil 80). Durağan cephe

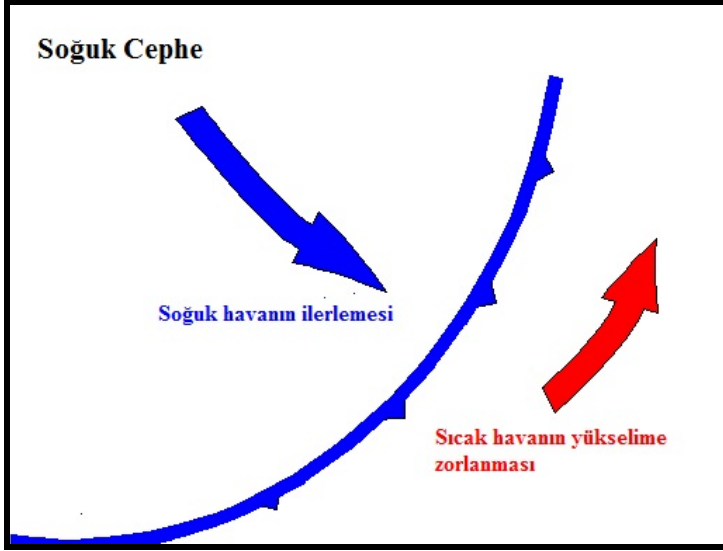
şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 80: Durağan (İstasyoner) cephenin harita üzerinde gösterilmesi

Bir cephe hattı boyunca birbirine paralel ancak zıt yönde akan bu rüzgârlar, aralarında var olan cephe hattı üzerinde dalgalanma yaratırlar.

2.Evre: Birbirine zıt yönde ama paralel hareket eden rüzgârlar arasında fizik kuralları çerçevesinde bir dalgalanma oluşmaya başlar. Bu hareket iki kütle arasındaki hassas dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan olağan bir durumdur. Siklonik faaliyetlerin de etkisi ile büyüyen kararsızlığa bağlı olarak dalgalar da gittikçe büyümeye başlarlar (şekil 79/2). Bu şekilde düzgün cephe hattında bir “kırılma” oluşur. Dalganın merkezi konumundaki cephe bölümünün gerisi, batı-doğu yönlü genel atmosfer sirkülasyonunun etkisi ile doğu-güneydoğu yönünde ilerler. Bu yönlenmiş hareket olağan bir süreci içermektedir. Cephenin bu bölümünün gerisinde soğuk hava bulunmaktadır. Bu evre aynı zamanda cephenin belirmeye başladığı ilk andır, yani gençlik evresidir. Arkasından soğuk hava getiren bu cepheye aynı zamanda **soğuk cephe** denilmektedir. Soğuk cephelerin hava haritaları üzerindeki gösterilişi şekil 81’de verilmiştir.



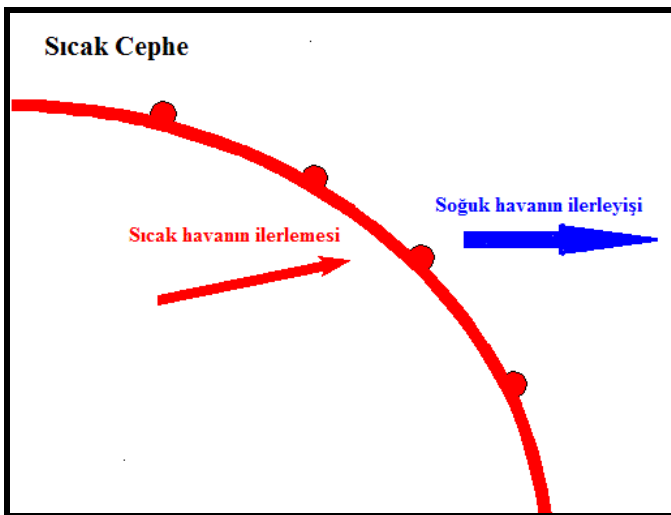
Şekil 81: Soğuk cephe ve ilerlemesi

Soğuk cephenin gösterilişi ucu sivri mavi üçgenler şeklindedir.



Üçgenlerin sivri uçları soğuk cephenin ilerlediği yönü belirlemektedir.

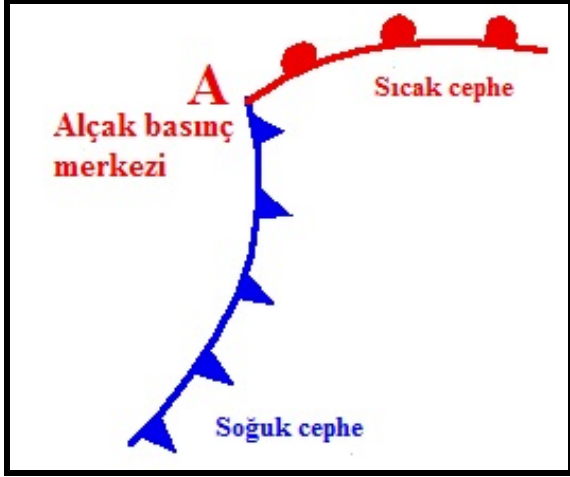
Dalga merkezinin doğusunda kalan cephe hattı ise kuzeydoğuya doğru hareket eder. Bu cephenin gerisinden ise güneyde bulunan sıcak hava gelmektedir. Bu nedenle kuzeydoğuya doğru hareket eden bu cepheye **sıcak cephe** denilmektedir (şekil 82). Sıcak cephelerin gösterilişi  içi dolu kırmızı yarım daireler şeklindedir. Durağan bir cepheden başlayarak gelişen sıcak ve soğuk cepheler, arkasından gelen havanın sıcak veya soğuk oluşuna göre adlandırılmaktadır.



Şekil 82: Sıcak cephe ve ilerlemesi

3.Evre: İstasyoner cephe üzerinde dalga hareketinin ilerlemesine ve gelişimine bağlı

olarak bir siklon alanı belirmiştir (şekil 79/3). Siklon ve içerisinde gelişen cephe sistemi gençlik safhasındadır. Farklı süreler olsa da bir siklonun bu evreye veya safhaya erişmesi 12-24 saat kadar sürebilmektedir. Bu şekilde belirgin olmaya başlayan siklonların çapı ortalama 400 km'yi bulabilir. Ancak polar cepheye bağlı olarak gelişen ve birbirine bağlı sistemler hâlinde ilerleyen siklonların çap uzunlukları 2-3000 km'yi bulabilmektedir (şekil 83).



Şekil 83: Belirginleşmiş bir cephe sistemi

4.Evre: Gelişen ve belirginleşen cephe sistemi genel sirkülasyon doğrultusunda batıdan doğuya doğru hareket ederler. Bu harekette geostrafik rüzgârların da etkisi vardır. Bu hareketin hızı soğuk ve sıcak dönemde farklı olsa da saatte ortalama 40-50 km. kadardır. Soğuk dönemde ve sürtünmenin etkisinin ortadan kalktığı denizler üzerinde bu hız saatte 90 km'yi bulabilmektedir. Buna karşılık sıcak dönemde daha yavaştır. Aslında sıcak dönem orta enlemler için bir frontoliz dönemidir.

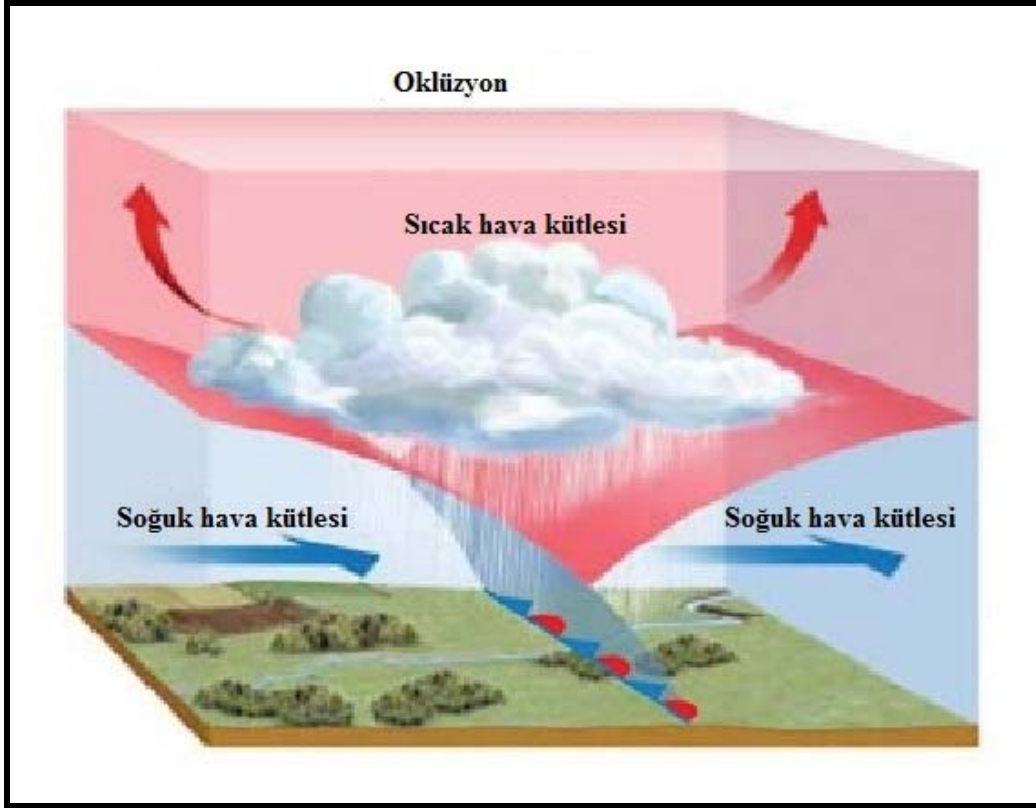
Geostrafik rüzgârların etkisi altında hareket eden cephe sisteminde soğuk rüzgârlar ve onların sürüklediği, arkadan gelen soğuk cephe, önde yer alan sıcak sektör ve sıcak cepheyi yakalamaya başlar. Çünkü cephenin bu bölümlerinin hızı soğuk cepheden yarı yarıya yavaştır. Dolayısıyla arkadan gelen soğuk cephe, hattın merkezinden başlamak üzere sıcak sektör ve sıcak cepheye yetişerek sistemi adeta bir makas gibi kapatmaya başlar (şekil 79/4). Cephede görülen bu kapanma hareketine **oklüzyon** denir (şekil 79/5). Oklüzyonun gösterilişi



şeklindedir. Oklüzyon oluşmaya başlayan bir cephe sisteminde soğuk ve sıcak cephe arasında kalan sıcak sektörde bulunan sıcak hava üst atmosfere doğru kaldırılmaya başlar (şekil 84, 85).



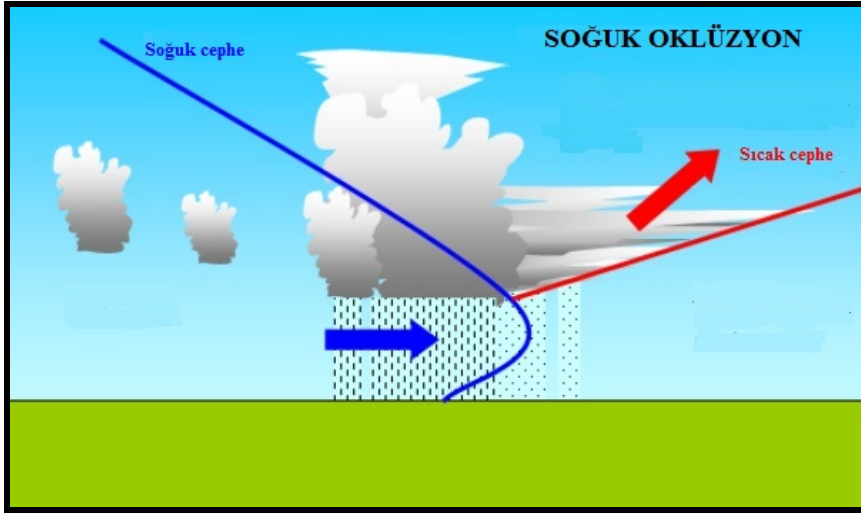
Şekil 84: Oklüzyon (kapanma) oluşmaya başlayan bir cephe sistemi



Şekil 85: Oklüzyonla sıcak hava kütesinin üst atmosfere itilmesi

Kapanma ya da oklüzyon iki tip olarak ele alınmaktadır. Soğuk cephe tipi kapanmalarda geriden gelen soğuk hava öndeki nispeten sıcak olan havayı yakalar ve daha sıcak olduğu için daha hafif olan havanın altına girerek onu yukarıya doğru kaldırır (şekil 86). Sıcak cephe oklüzyonlarında ise geriden gelen soğuk/serin hava öndeki sıcak havanın altına girmekle birlikte onu öndeki soğuk havanın üzerine doğru iter (şekil 87). Böylece sıcak

sektörde bulunan sıcak hava üst atmosfere doğru itilmiş olur.



Şekil 86: Soğuk oklüzyon



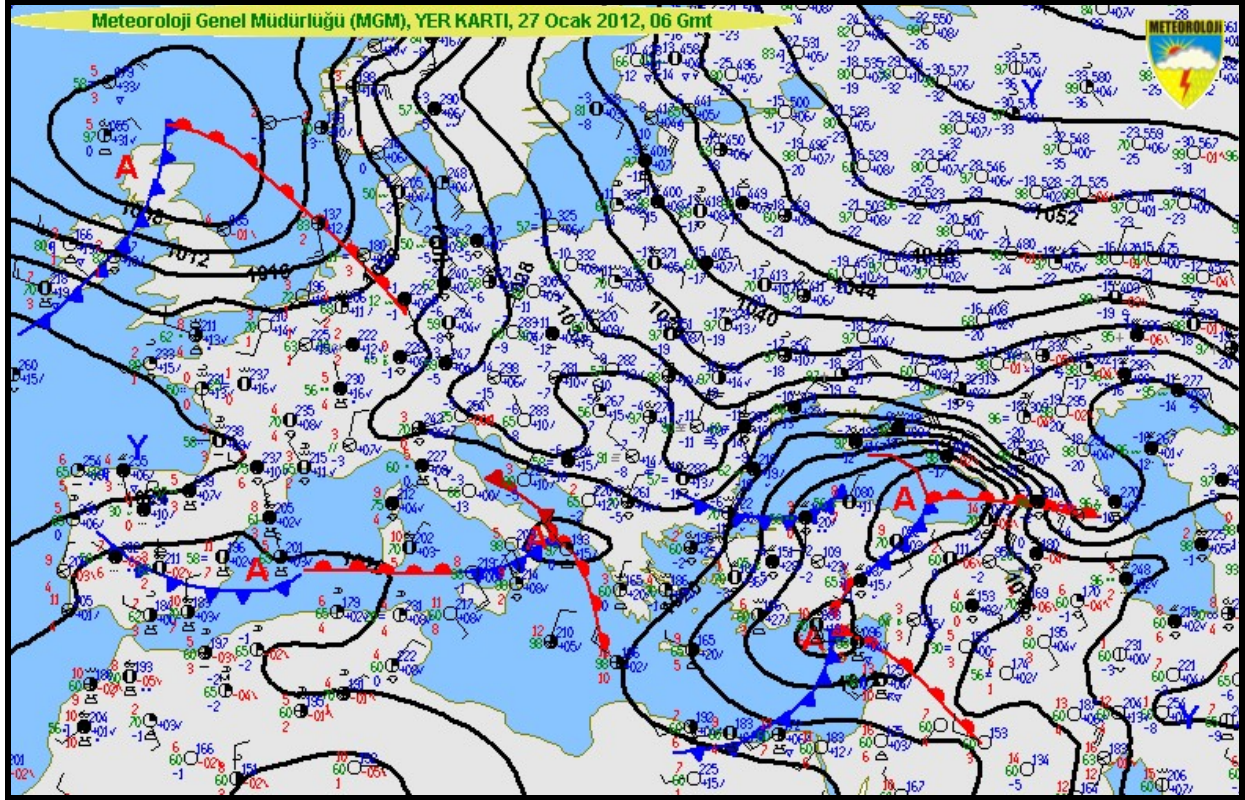
Şekil 87: Sıcak oklüzyon

5.Evre: Oklüzyonun veya kapanmanın tamamlanmasıyla sıcak hava tamamen yukarıya, üst atmosfere kaldırılmış olur (şekil 79/6). Yeryüzünde soğuk hava hâkim olur. Oklüzyon evresi cephe oluşumuna göre daha uzun süre görülmektedir. Bu evre ortalama 2-3 günü bulabilmektedir. Ancak özellikle öndeki sıcak havanın orografik bir engelle karşılaşması durumunda oklüzyon evresi ve sıcak havanın tamamen üst atmosfere kaldırılması daha kısa sürebilir.

Gezici siklonların ömürleri mevsimsel koşullara ve karşılaşan hava kütlelerinin özelliklerine göre değişken olabilmektedir. Depresyonları dolduran unsur rüzgâr olduğu için, hızlı esen rüzgârlar depresyonların daha çabuk dolmasına neden olurlar.

Orta enlemlerde oluşan bu dalga tipi depresyonlar istasyonier bir cephede başlayan bir

sürece sahiptirler. Dalganın gelişmesiyle depresyon içerisinde cephe gelişmeye başlar, karşılaşan hava kütlelerinin özelliklerine ve cephenin olduğu yerin özelliklerine bağlı olarak birkaç gün devam eden bu sistem, kapanma ile birlikte ortadan kalkmaktadır. Ancak orta enlemlerde, özellikle soğuk dönemde bu tip siklonlar ve cephe sistemleri arka arkaya gelişmektedir. Bazen peş peşe gelişen bu sistemler bir dizi şeklinde sıralanırlar. Bunlara **depresyon aileleri** denilmektedir (Erol 2008). Şekil 88’de görüldüğü gibi İngiltere’den başlayan sistem İtalya ve devamla Türkiye üzerinde büyük bir depresyonun parçası olarak sıralanmıştır.



Şekil 88: Yer kartında görülen depresyon aileleri

Uygulamalar

Çeşitli kaynaklardan faydalanarak bir cepse sisteminin başlangıç, gençlik ve ihtiyarlık aşamaları ile oklüzyon hadisesini araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1) Depresyon ailesi nedir?
- 2) Sıcak ve soğuk oklüzyon nedir?
- 3) Durağan cephe nedir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Orta enlemlerin gezici siklonları ve bunlara bağlı gelişen cephe sistemleri, soğuk polar kuşak ile sıcak tropikal kuşağa ait hava kütlelerinin karşılaşması neticesinde oluşmaktadırlar. Orta enlem siklonlarının oluşumunda öncelikle birbirine paralel ama zıt yönde esen polar ve tropikal rüzgârların etkisi vardır. Bu şekilde esen rüzgârlar arasında öncelikle bir cephe yüzeyi belirginleşmektedir. Ancak zaman içinde fiziksel süreçlerin etkisi altında paralel ama zıt yönlü bu rüzgâr hareketinde oluşan dalga hareketi, siklon içerisinde oluşacak cephe sisteminin ilk hareketini oluşturmaktadır. Sonrasında soğuk ve sıcak cephenin gelişimi ve daha hızlı hareket eden soğuk cephenin arkadan gelerek sıcak cepheyi yakalaması ile oklüzyon yani cephenin kapanması olayı gelişmektedir. Bu tarz bir gelişim orta enlemlerde mevsim ve yer koşullarına göre 3-6 gün sürebilmektedir.

Sonuç olarak orta enlemlerin gezici siklonları tropikal kuşağın sıcak havası ile polar kuşağın soğuk havasının karşılaşması neticesinde orta enlemlerde gelişen dinamik yapılardır. Bu yapılar içerisinde gelişen cephe sistemleri ise farklı evrelerden geçerek belli bir dönem meteorolojik hadiseleri belirlemektedir. Bir cephe sisteminin oluşum evresinden kapanmaya kadar geçen tüm süre, bir yandan karşılaşan farklı hava kütlelerinin özelliklerine bağlı iken diğer taraftan mevsime ve yeryüzü şekillerine de bağlıdır.

Bölüm Soruları

- 1) Arkasından sıcak havanın geldiği cephe sistemi aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Oklüzyon cephe
 - b) Durağan cephe
 - c) Soğuk cephe
 - d) Kapanan cephe
 - e) Sıcak cephe
- 2) Durağan cephenin başlıca özelliği aşağıdaki hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?
 - a) Cephe oluşumunun son safhasını simgeler.
 - b) Arkasında sıcak hava vardır.
 - c) Birbirine paralel ama zıt yönlü rüzgârlar bulunmaktadır.
 - d) Dikey hava hareketlerinin sonucunda oluşur.
 - e) Kapanan cephelerden sonra görülmektedir.
- 3) Aşağıdakilerden hangisi bir cephe sistemini oluşturan unsurlardan biri değildir?
 - a) Sıcak cephe
 - b) Durağan cephe
 - c) Soğuk cephe
 - d) Frontoliz
 - e) Oklüzyon
- 4) Hangi siklon oluşum evresinde oklüzyon görülür?
 - a) 1. Evre
 - b) 2. Evre
 - c) 3. Evre
 - d) 4. Evre
 - e) 5. Evre
- 5) Bir hat boyunca birbirine paralel ancak karşıt yönde akan rüzgârların arasında beliren düzgün cephe hattına verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
 - a) Soğuk cephe
 - b) Sıcak cephe
 - c) Durağan cephe
 - d) Oklüzyon cephe
 - e) Sıcak sektör
- 6) Oklüzyon nedir, oklüzyondaki meteorolojik hadiseler nelerdir?
- 7) Sıcak oklüzyon nedir, hangi meteorolojik hadiseler görülür?
- 8) Soğuk oklüzyon nedir, hangi meteorolojik hadiseler görülür?
- 9) Orta enlemlerdeki siklon oluşum evrelerini yazınız.
- 10) Sıcak ve soğuk cephe kavramlarını açıklayınız.

Cevaplar: 1-E 2-C 3-D 4-E 5-C

13.CEPHELERE BAĞLI HAVA TIPLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde cephe sistemine bağlı gelişen hava tiplerini öğreneceğiz. Cephe öncesi, cephe geçisi ve cephe sonrasında görülen hava tipleri daha detaylı olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte cephelerin hareketine etki eden faktörlerden yer şekilleri de bu dersin içeriğini oluşturmaktadır.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Sıcak cephe geçişi sırasında oluşan meteorolojik hadiseleri araştırınız.
- 2) Soğuk cephe geçişi sırasında oluşan meteorolojik hadiseleri araştırınız.
- 3) Oklüzyon cephede oluşan meteorolojik hadiseleri araştırınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Cephelere bağlı hava tipleri	Cepheyi oluşturan farklı unsurları öğrenir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Cephe geçisi sırasında görülen meteorolojik değişimleri anlar.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

Anahtar Kavramlar

- Sıcak cephe
- Soğuk cephe
- Oklüzyon
- Sıcak sektör

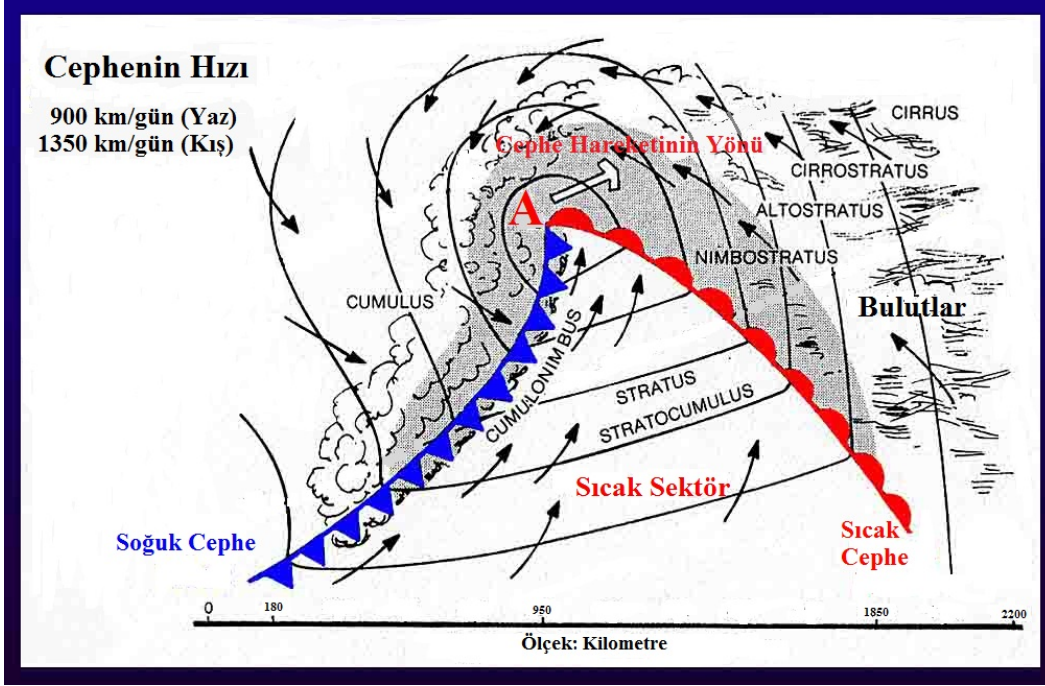
Giriş

Günlük meteorolojik hadiselerin özellikle soğuk mevsimde temel dayanağını oluşturan cepheler ve bunlara bağlı hava olayları, cephelerin yaklaşması, geçişi ve geçisinden sonra farklı özellikler gösterirler.

Ülkemizin de içinde bulunduğu orta enlemler, soğuk dönemde bir frontojenez sahası hâlini aldığından, cepheler ve cephelere bağlı meteorolojik hadiseler bu dönemde önem taşırlar. Bu derste cephelere bağlı meteorolojik hadiseler ele alınmıştır.

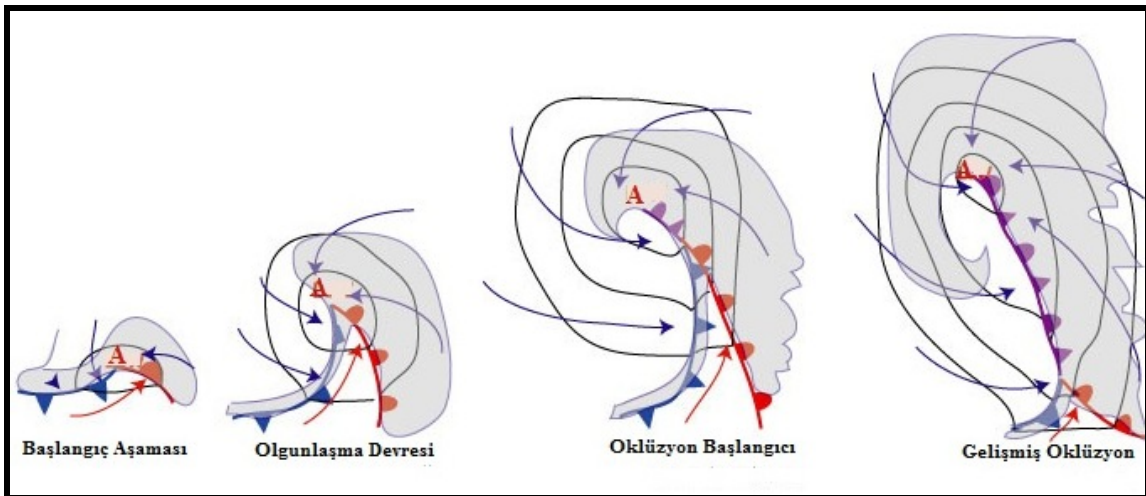
Cephelere Bağlı Hava Tipleri

Önceki bölümlerde orta enlemlerde karşılaşılan farklı sıcaklık ve nem koşullarına sahip hava kütlelerinin cepheleri oluşturduğu ve depresyonlar içerisinde gelişen bu sistemlerin oluşum ve gelişim evreleri açıklanmıştı. Bir cephe sistemi, içerisinde farklı bölümleri içeren bir yapıya sahiptir. Başka bir ifadeyle bir cephe sistemi, içerisinde onu oluşturan farklı bölümlere sahiptir. Bu açıdan bir cephe sistemini sıcak cephe, soğuk cephe, sıcak sektör, oklüzyon cephe olarak bölümlere ayırmak mümkündür (şekil 89, 90).



Şekil 89: Gençlik evresindeki bir cephenin bölümleri

Gerçekte cep sistemleri bu aşamaya gelene kadar belli bir süre içerisinde çeşitli evrelerden geçerler (şekil 90). Bu aşamalar cephe oluşumunun başlangıcından cephenin ortadan kalkana kadarki dönemini açıklamaktadır.



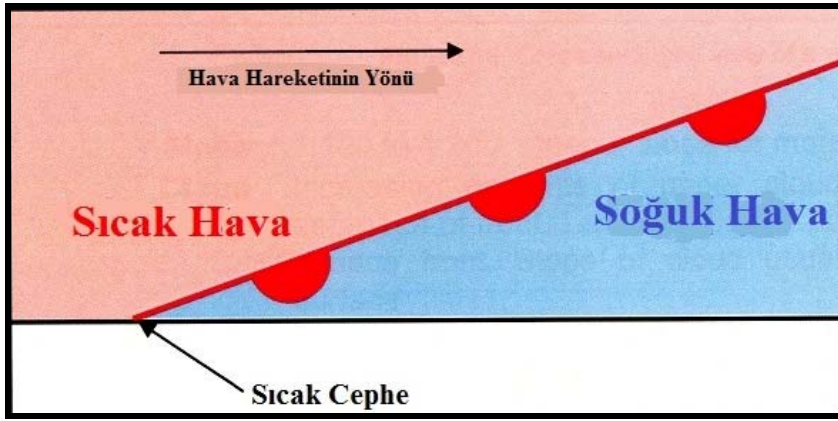
Şekil 90: Orta enlem cephe sisteminin aşamaları

Başlangıç aşamasında birbirine zıt ama paralel esen sıcak tropikal rüzgârlar ile soğuk polar rüzgârlar, artan hıza bağlı olarak devreye giren fiziksel süreçler çerçevesinde dalga hareketini geliştirirler ve cephe oluşumunun ilk adımı atılmış olur. Şekil 89’da da görülen olgunlaşma aşamasını oklüzyon (kapanma) takip eder. Cephenin ömrünü tamamlamasına doğru oklüzyon gelişir zemindeki sıcak hava tamamen üst atmosfere atılarak süreç tamamlanır.

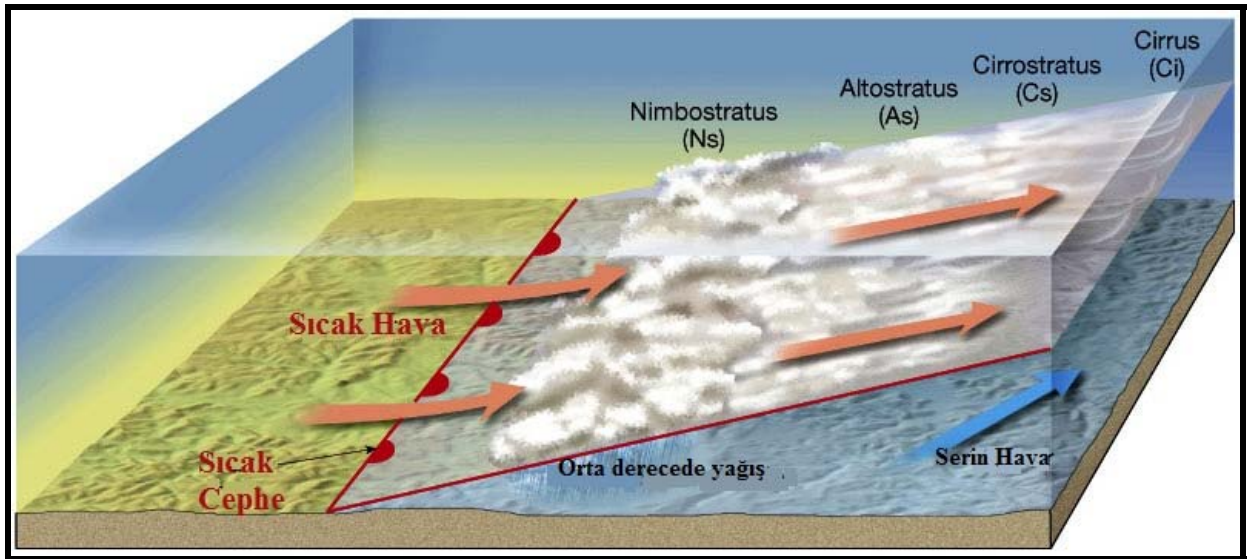
Başlangıçtan bitişe kadar bir cephe sistemi içerisinde var olan bölümler ve bu bölümlerde gerçekleşen meteorolojik hadiseler aşağıda ayrı ayrı ele alınmıştır.

13.1.Sıcak Cephe

Sıcak cephe arkasında sıcak hava bulunan cephedir. Sıcak havanın önündeki soğuk/serin hava üzerine hareketi ile oluşur (şekil 91, 92). Sıcak cephe az eğimli bir yüzey olarak soğuk/serin hava üzerinde yükselir.



Şekil 91: Sıcak cephe



Şekil 92: Sıcak cephe (yatay görünüş)

Sıcak havanın soğuk hava üzerinde yükselimi neticesinde, sıcak havanın içerisindeki

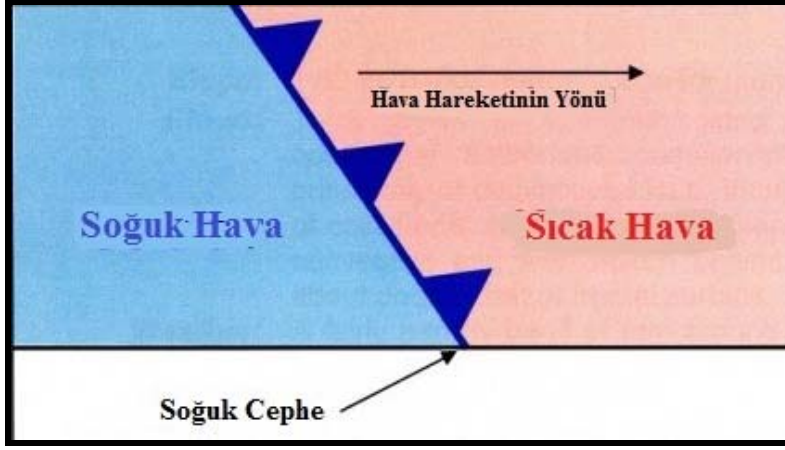
nem yoğunlaşmaya uğrar ve ilk etapta bulut oluşumları görülür (şekil 92). En uzakta cirrüsler olmak üzere stratüs bulutları da bu yapı içerisinde görülen temel bulut tipleridir. Geniş bir alanı kaplayan bu sistem altında hava genellikle durgun ve çisentili olur, uzun süreli yağışlar görülür. Sıcak cephenin hareket hızı daha yavaş olduğundan geçişi sırasında görülen meteorolojik hadiseler de uzun sürelidir. Bu süreçte havanın kararlılık-kararsızlık özelliği de oluşan meteorolojik hadiseler üzerinde etkili olan bir diğer etkidir. Kararlı hava kütleleri daha çok stratüs tipi bulutları ve uzun süreli çisenti yağışları oluştururken, kararsız hava kütleleri kümülüs tipi bulutlar ile zaman zaman sağanak hâlini alan yağışları beraberinde getirir.

Sıcak cephenin yaklaşması, geçişi ve geçtikten sonraki meteorolojik hadiseleri birbirinden farklı özellikler içerir. Bu süreç aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

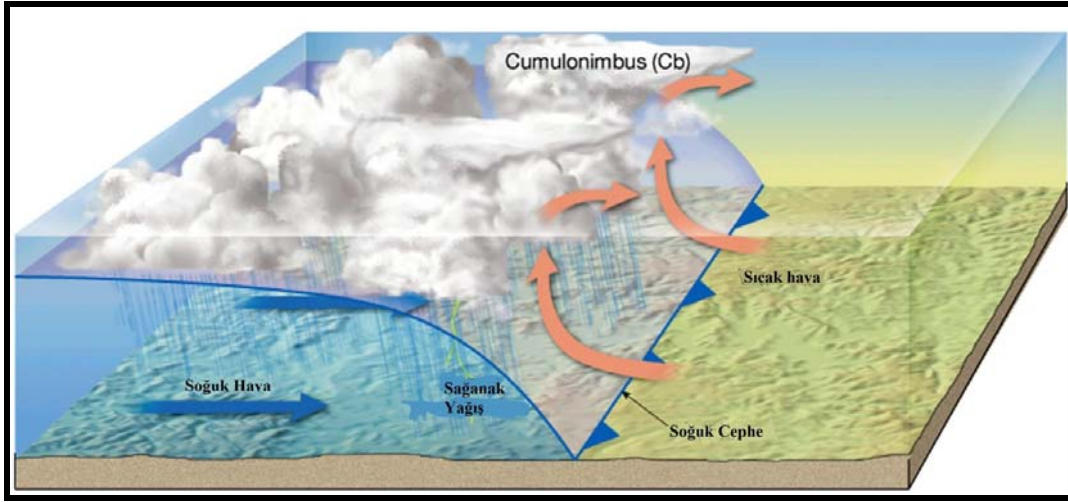
Meteorolojik Hadiseler	Sıcak Cephe Yaklaşırken	Sıcak Cephe Geçerken	Sıcak Cephe Geçtikten Sonra
Sıcaklık	Başlangıçta serin soğuk, yavaşça ısınma	Sıcaklıklarda artış	Yüksek ancak sabit sıcaklık
Basınç	Azalış eğilimi	Değişkenlik yok.	Daha hızlı düşüş
Rüzgâr	Doğu, güneydoğu	Doğu, güneydoğu	Güney, güneybatı
Nemlilik	Belli seviyede yüksek	Bağıl nem artar.	Bağıl nem düşük
Bulutluluk	Giderek artar, Cirrüsler görülmeye başlar	Stratüsler gökyüzünü kaplamıştır.	Bulutlanma azalır, nispeten açık bir hava
Yağış	Hafif yağmur, mevsimsel olarak karla karışık	Çisentili, uzun süreli yağışlar	Yağış durur.
Görüş Mesafesi	Azalan görüş mesafesi	Gittikçe artan görüş mesafesi	Görüş daha açık

13.2. Soğuk Cephe

Soğuk cephe, gerisinde soğuk havanın olduğu ve bu soğuk havanın öndeki sıcak havanın altına sokularak onu yükselttiği cephedir (şekil 93, 94).



Şekil 93: Soğuk cephe



Şekil 94: Soğuk cephe (yatay görünüş)

Soğuk cephe profiline bakıldığında sıcak cepheye göre dış bükey bir görüntüsü vardır. Bunun nedeni gerideki soğuk havanın üst bölümü, üst atmosferdeki rüzgârların etkisi ile ilerlerken, yere değen bölümünün sürtünmenin de etkisiyle yavaşlayıp dış bükey görünüm almasıdır. Cephe eğimi oldukça fazladır. Gerideki soğuk rüzgârların getirdiği soğuk hava daha ağır olarak öndeki sıcak havanın altına sokulur ve sıcak havayı yukarı kaldırır.

Hızlı esen soğuk rüzgârlar öndeki sıcak havayı yukarı hızlı bir şekilde kaldırır. Bu hızlı yükselme kümülüs, hatta kümülünimbüs tipi bulutlara ve kuvvetli sağanak yağışlara neden olur. Soğuk cephenin gerisindeki soğuk hava nedeniyle hava alçalıcı bir hareket göstermektedir. Alçalıcı hareketlere bağlı olarak hava içerisindeki bağıl nem düşer ve soğuk cephe geçişi ile birlikte yağış durur. Soğuk cephenin hareket hızı sıcak cepheye oranla çok daha yüksektir. O nedenle zaman zaman birkaç saat içerisinde geçişler de görülebilir.

Öte yandan sıcak cephede olduğu gibi soğuk cephede de kararlılık koşulları farklı süreçlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Örnek vermek gerekirse soğuk cephenin

önündeki sıcak havada kararsızlık koşulları hâkimse, bir yandan soğuk cephe üzerinde kuvvetli yağışlar olabileceği gibi, diğer yandan da cephe önünde kuvvetli konveksiyonel yağışlar da görülebilir. Gerideki soğuk kütlenin öndeki sıcak kütlenin altına girerek onu yükselime zorlaması, kararsızlık koşullarını şiddetlendireceği gibi konvektif yağışların da artmasına neden olur. Buna karşılık gerideki soğuk havada kararsızlık koşulları gelişmişse yağış bu kesimde de devam edebilir. Bununla birlikte cephenin her iki tarafındaki sıcak ve soğuk havanın her ikisinde de kararsızlık varsa yağışlar sadece cephe boyunca değil, cephe önünde ve gerisinde de kuvvetlidir.

Öte yandan soğuk cephenin oluşturduğu meteorolojik farklılık sadece sıcaklık ve yağışta belirgin değildir. Soğuk cephe önündeki ve gerisindeki rüzgârlar da yön ve hız olarak belirgin farklar içerir. Cephe önündeki sıcak rüzgârlar cephe hattına paralel olarak eserken, cephe gerisindeki soğuk rüzgârlar cephe hattına dik eserler. Buna göre soğuk cephenin geçişiyle rüzgâr yönlerinde 90 derecelik dönüşler görülebilmektedir.

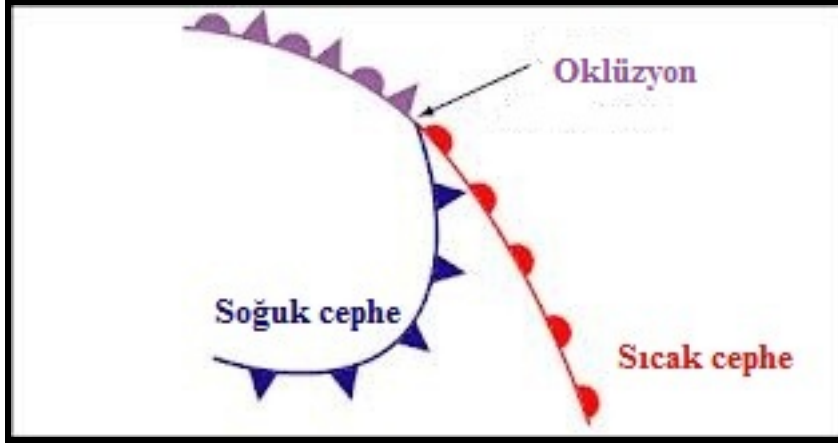
Soğuk cephenin yaklaşması, geçişi ve geçtikten sonraki meteorolojik hadiseleri birbirinden farklı özellikler içerir. Bu süreç aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Meteorolojik Hadiseler	Soğuk Cephe Yaklaşırken	Soğuk Cephe Geçerken	Soğuk Cephe Geçtikten Sonra
Sıcaklık	Sıcak sektör nedeniyle yüksek	Hızlı düşüş	Düşüş bir süre devam eder, sonra az yüksek
Basınç	Düşük	Önce düşüş, sonra hızlı yükselir	Düzenli yükselir devam eder.
Rüzgâr	Güneybatı	Kuzey sektöre kuvvetli dönüş	Kuzey sektörlü
Nemlilik	Bağıl nem düşük	Bağıl nem hızla yükselir.	Önce yüksek, sonra azalır.
Bulutluluk	Artış görülür.	Kümüls bulutları hâkim olur.	Kümüls ve kümülünimbüs
Yağış	Kısa yağışlar	Kuvvetli sağanak yağış	Genellikle yağış durur.
Görüş Mesafesi	Nispeten açık	Zayıf görüş	Yağış dışında açık

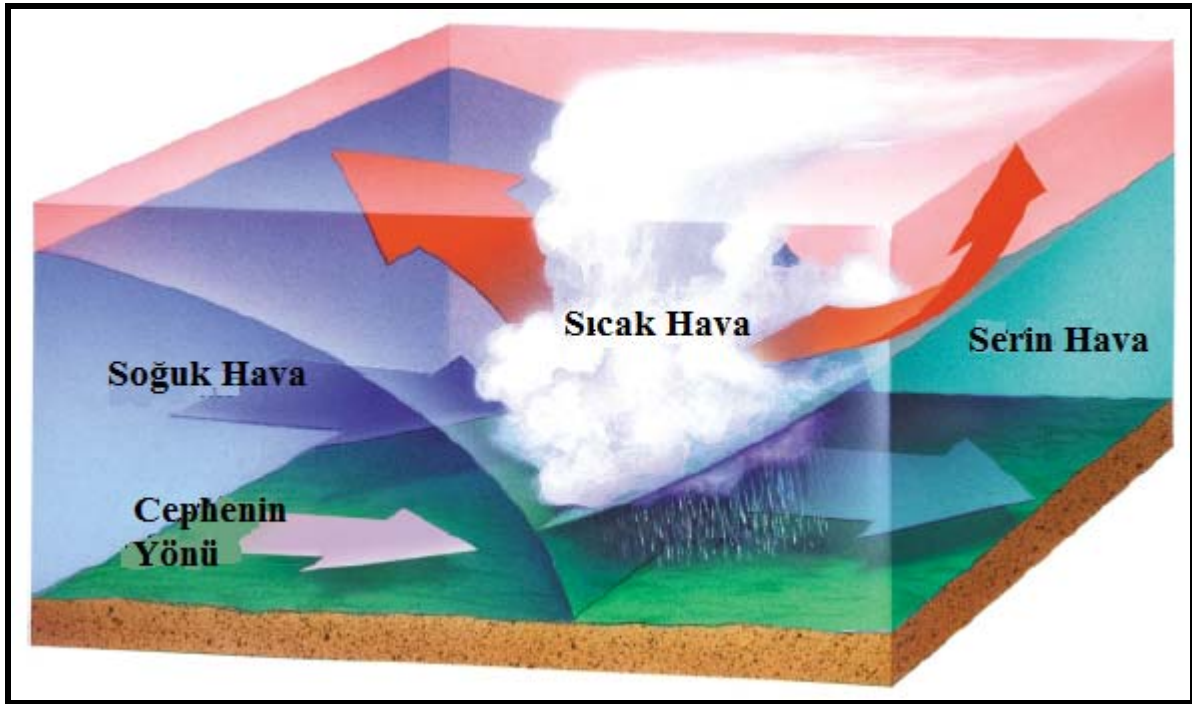
13.3.Oklüzyon (Kapanma) Cephe

Bir cephe sistemi içerisinde oklüzyon, yani cephenin kapanma süreci, o sistemin olgunluk ve ihtiyarlık dönemine karşı gelir. Çünkü kapanmaya başlayan cephe, zaman

içerisinde sıcak sektördeki havanın üst atmosfere atılması ile sürecini tamamlamaktadır (şekil 95, 96).



Şekil 95: Cephelerde kapanma (Oklüzyon)



Şekil 96: Oklüzyon cephe (yatay görünüş)

Oklüzyon cephelerde soğuk ve sıcak cephelerin karakterleri görülür. Yani sıcak cephenin yaklaşması sürecinde olduğu gibi önce çisenti yağışlar görülür, sonrasında ise yağış sağanağa döner. Çünkü aradaki sıcak sektör üst atmosfere itilmiştir. Bu şekilde oklüzyon cephelerinin en belirgin özelliği çisenti ile başlayan yağışların sağanak şeklinde aralıksız devam etmesidir. Bu arada rüzgâr da şiddetlenir, hava büyük ölçüde kapalı ve soğuk olur.

13.4.Sıcak Sektör

Sıcak sektör şekil 89’da da verildiği gibi bir cephe sistemi içerisinde sıcak ile soğuk cephe arasında var olan bölümdür. Sıcak sektörün karakteristik özelliği sıcak ve nemli hava kütlelerine sahip olmasıdır. Cephelerin ilerlemesi sürecinde bu sıcak ve nemli hava (tropikal hava) cephe geçişleri arasında, cephesel süreçleri adeta kesintiye uğratar. Sıcak cephenin koşullarının ardından hava daha sıcak ve açık koşullara döner. Rüzgârlar güney batılı (lodos) olur ve nemli bir hava hüküm sürer.

İlerleyen arkadaki soğuk hava öndeki sıcak sektör havasını yukarı doğru kaldırır ki bu şekilde oklüzyon süreci başlar. Oklüzyonun tamamlanmasıyla sıcak sektördeki hava üst atmosfere atılmış olur.

13.5.Yer şekillerinin Cephelere Etkisi

Orta enlem cephe sistemleri genel atmosfer sirkülasyonu ve jet akımlarına da bağlı olarak batı-doğu yönlü hareket ederken zeminden çeşitli engellerle karşılaşabilmektedir. Karalardaki yükselti farklarının oluşturduğu bu etki sürtünme olarak daha önce ifade edilmişti. Sürtünmenin etkisi özellikle soğuk cephelerde, sıcak havanın ya da sıcak sektörün arkasından gelerek onu yükselime zorlayan cephe sisteminde daha belirgin görülmektedir. Öyle ki soğuk cephenin soğuk cephenin üst bölümü üst atmosferdeki rüzgârlara bağlı olarak, herhangi bir engelle karşılaşmadan hızlı bir şekilde ilerleyebilmektedir. Ancak alt bölüm, yani zemine dokunan bölüm, topografyanın özelliklerine bağlı olarak yavaşlayabilmektedir. Böylece daha önce de ifade edildiği gibi soğuk cepheler dış bükey bir görüntü arz ederler. Bazen bu dış bükey kesim uzayarak öndeki sıcak havanın içerisine adeta “devrilmektedir”.

Böylece yüzey şekilleri cephelerin hareket hızlarını yavaşlatabildiği gibi içerisinde bazı değişimlere de neden olabilmektedir. Bir dağ engeli ile karşılaşan cephe hattı, onu aşmaya çalışırken içerisinde çeşitli modifikasyonlara uğramaktadır. Dağ önü ve dulda yamaçtaki bu değişimler sistemin içinde de farklı koşulların oluşmasına neden olmaktadır.

13.6.Siklon Geçişinde Havanın Genel Durumu

Yukarıda detaylı olarak açıklandığı gibi bir cephe sistemini oluşturan bölümlerin (sıcak cephe, soğuk cephe, oklüzyon, sıcak sektör) meteorolojik hadiseler açısından gösterdiği değişimler, onların geçişi sırasında farklı hava koşullarının oluşmasına neden olmaktadır. Bir cephe sistemi yaklaşmasından geçişine kadar geçen süre içerisinde (ki bu süre orta enlemlerde bir ila birkaç gün sürebilir) görülen değişimleri şu şekilde özetlemek mümkündür:

Cephe sisteminin yaklaşması ile birlikte sahada öndeki sıcak cephe koşulları hâkim olmaya başlar. Öncelikle sirrüs bulutları atmosferin üst kesimlerinde görülmeye başlar. Daha sonra stratüs tipi bulutlarla birlikte gökyüzü büyük ölçüde kapanır. Bulutların kalınlaşması ile birlikte ilk yağışlar çisenti şeklinde başlar.

Sıcak cephe hattının yaklaşması ile birlikte yağış artışı görülmektedir. Sıcak cephenin geçişinden sonra yağış kesilmeye, bulutluluk azalmaya başlar. Sıcak sektörün sahaya hâkim olması ile güneybatı rüzgârı (lodos) da görülmeye başlar. Bununla birlikte basınç değerleri

azalmaya devam etmektedir.

Sıcak sektörün geçişi ile birlikte soğuk cephe yaklaşır. Bu süreçte hava sıcaklığı düşmeye, hava bulutlanmaya başlar. Kuvvetli konvektif hareketlerin tetiklediği oraj ve kuvvetli sağanaklar sahada hâkim olmaya başlar. Soğuk cephenin geçişi, cephe sisteminin en soğuk ve yağışlı bölümüne işaret eder. Soğuk cephenin arkasının soğuk hava olması nedeniyle, soğuk cephenin geçişi ile birlikte hava soğumaya devam eder. Ancak yüksek basıncın etkisi ile ortaya çıkan alçalıcı hava hareketlerine bağlı olarak yağış kesilir, gökyüzü açık, az bulutlu bir görünüme ulaşır.

Bu genel karakterler her yerde bu sıra ile işlemeyebilir. Cephe sistemini bir bütün hâlinde düşündüğümüzde, bu sistemin sahaya ulaştığı andaki durumu meteorolojik hadiseler açısından önemlidir. Çünkü örneğin cephe sistemi kapanma aşamasında sahaya ulaşmışsa, oklüzyon koşullarının geliştirdiği meteorolojik hadiseler sahaya hâkim olur.

Uygulamalar

Bir yer kartı üzerinde cephe geçişini ve bu geçiş sırasında görülen meteorolojik hadiseleri takip ediniz.

Uygulama Soruları

- 1) Sıcak cephenin bulut hadisesi nasıl gelişmektedir?
- 2) Oklüzyon cephede yağış durumunu açıklayınız.
- 3) Sıcak sektörün hâkim rüzgâr yönü nedir, neden?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Orta enlem cephelerinin bu kuşakta geliştirdiği meteorolojik hadiseler genel iklim özellikleri içerisinde önemli yer tutar. Cephe sistemini oluşturan soğuk cephe, sıcak cephe, oklüzyon cephe ve sıcak sektör bu sistemin geçişi sırasında farklı hadiselerle neden olmaktadır.

Orta enlemlerin gezici siklonlarına bağlı oluşan meteorolojik koşullar, sistemin geçişi sırasında farklı özellikler göstermektedir. Bu nedenle orta enlemlerin iklim özelliklerinin anlaşılmasında gezici siklonlar ve bunlara bağlı cephe sistemlerinin özelliklerinin bilinmesi önemlidir.

Bölüm Soruları

- 1) Aşağıdakilerden hangisi orta enlem siklonunun bölümlerinden biri değildir?
 - a) Sıcak cephe
 - b) Soğuk cephe
 - c) Oklüzyon cephe
 - d) Soğuk sektör
 - e) Sıcak sektör
- 2) Aşağıdakilerden hangisi sıcak sektörün meteorolojik hadiselerinden biri değildir?
 - a) Sağanak yağış
 - b) Güneybatı rüzgârı
 - c) Açık, az bulutlu gökyüzü
 - d) Sıcak hava koşulları
 - e) Düşük basınç
- 3) Oklüzyonla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
 - a) Cephe sisteminin kapanmasını ifade eder.
 - b) Soğuk ve sıcak oklüzyon olmak üzere iki şekilde oluşabilir.
 - c) Oklüzyonda hava açıktır, yağış görülmez.
 - d) Oklüzyon bir cephe sisteminin son dönemine karşılık gelir.
 - e) Oklüzyonda hava koşulları sıcak ve soğuk cephenin özelliklerini yansıtır.
- 4) Sıcak sektörün karakteristik rüzgârı aşağıdakilerden hangisidir?
 - a) Poyraz
 - b) Yıldız
 - c) Lodos
 - d) Karayel
 - e) Kible
- 5) Soğuk cephenin geçişi ile birlikte rüzgâr hangi yöne döner?
 - a) Kuzey sektörlü
 - b) Güney sektörlü
 - c) Batı sektörlü
 - d) Doğu sektörlü
 - e) Durağan
- 6) Soğuk cephede yağışın gelişimi nasıldır?
- 7) Sıcak sektörün en belirgin meteorolojik hadisesi nedir?
- 8) Sıcak cephede sıcak ve soğuk hava kütlesi hareketi nasıldır?
- 9) Yer şekilleri cepheleri nasıl etkiler?
- 10) Siklon geçişinde havanın genel durumu nasıldır?

Cevaplar: 1-D 2-A 3-C 4-C 5-A

14.GENEL DEĞERLENDİRME

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

Bu bölümde bu derse ait daha önceki bölümlerde ele alınan konular geniş bir özet hâlinde verilmiştir.

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1) Yüksek ve alçak basınç merkezlerini açıklayınız, özelliklerini yazınız.
- 2) Yatay ve dikey yönlü hava hareketlerini açıklayınız.
- 3) Klasik ve modern görüşe göre genel atmosfer sirkülasyonu ile ilgili süreçleri açıklayınız.

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Genel değerlendirme	Dinamik klimatoloji dersi ile ilgili genel kavramları pekiştirir.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Hava kütleleri ve cephe sistemleri ile ilgili kazanımlarını artırır.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.
	Derse ait genel kazanımlarını artırır.	Konu anlatımı, görsel materyal ve ilgili kaynak araştırması ile.

.

Anahtar Kavramlar

- Basınç
- Sirkülasyon
- Sübsidand
- Diverjans
- Konverjans
- Delk
- Hava kütleri
- Cephe

Giriş

Bu bölümde geride kalan 13 bölümde ele alınan konular geniş bir özetle tekrar ele alınmıştır. Basınç nedir, basıncın ölçülmesi, alçak ve yüksek basınçlar, havanın yatay ve dikey hareketleri, rüzgârlar ve onu etkileyen etmenler, genel atmosfer sirkülasyonu, hava kütleleri ve cepheler ele alınan temel konulardır.

Genel Değerlendirme

Bu bölüme kadar dinamik klimatoloji temel konuları ele alınmıştır. Bu bölümde bu konu ile ilgili genel bir değerlendirme yapılacaktır.

Basınç, en yalın anlatımla havanın ağırlığıdır. Atmosferi oluşturan gazlar belirli bir ağırlığa sahip olarak zemin üzerinde bir basınç şeklinde kendini göstermektedir. Havanın yeryüzü üzerinde oluşturduğu bu etkiye “hava basıncı” ya da “basınç” denir. Hava basıncı 45° enleminde, deniz seviyesinde ve 0°C sıcaklıkta gösterdiği değer normal basınç olarak kabul edilir. Bu değer normal hava basıncı olarak adlandırılmaktadır 1013 mb’a eşittir. Buna göre havanın 1 cm²’lik alana yaptığı ağırlık veya basınç gram cinsi olarak da 1033 gr’dır.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi normal basınçta 1 cm²’lik yüzeye etki eden basınç 760 mm, yani 1013 mb’dır. Milimetre cinsinden ifade edilen basıncı milibara çevirmek için 4/3 ile, milibarı milimetreye çevirmek için ise 3/4 ile çarpmak gerekir. Buna göre;

$$mb = mm \times 4/3 \text{ veya,}$$

$$mm = mb \times 3/4 \text{ ile çarpılmalıdır.}$$

$$\text{Normal basınç } 760 \text{ mm} \times 4/3 = 1013.3 \text{ mb. veya } 1013.3 \text{ mb} \times 3/4 = 760 \text{ mm. olur.}$$

Termik ve dinamik kökenli olarak oluşan bu basınç kuşaklarından termik alçak basınç Ekvator çevresinde, dinamik alçak basınç ise yaklaşık 60° enlemleri civarındadır. Buna karşılık termik yüksek basınç alanı kutuplar üzerinde, dinamik yüksek basınç alanı ise yaklaşık 30° enlemleri civarında yer almaktadır. Genel atmosfer sirkülasyonu açısından da önemli olan bu dağılışı, ileriki konularda daha detaylı olarak ele alınacaktır. Bu genel basınç dağılışı yaz ve kış mevsiminde veya soğuk ve sıcak dönemde dünyanın hareketlerine ve güneşten alınan enerjideki değişimlere göre kuzey-güney yönünde yer değiştirmektedir.

Yeryüzünde veya üst atmosferde iki nokta arasındaki basınç farkına “basınç gradyanı” veya “barometrik eğim” denir. Aradaki basınç farkının kuvvetli olduğu noktalar arasında izobarlar sık, az olduğu noktalar arasında ise seyrek geçer. İzobarların sıklaştığı yerlerde rüzgârlar daha kuvvetli eser.

14.1.Yüksek ve Alçak Basınç Merkezleri, Hava Hareketlerinin Doğuşu

Yüksek ve alçak basınç merkezlerinin oluşumunda önemli faktörlerden biri termik koşullardır. Hava ısındığı zaman hafifler, genişler ve yükselir. Yeryüzü üzerinde alçak basınç alanı yaratır. Aksine hava soğuduğunda yoğunlaşır, ağırlaşır ve yer çekiminin de etkisiyle aşağıya, yeryüzüne doğru çöker.

Buna göre bir yerde hava ısınıp yükselir ve basınç azalırsa ya da soğuyup alçalır ve basınç artarsa çevresi ile bir dengesizlik yaratmış olur. Diğer bir ifade ile o yerle çevresi arasında bir basınç farkı ya da gradyanı doğmuş olur. Ortaya çıkan bu dengesizlik ya da farkın giderilmesi hava hareketleri ile mümkün olmaktadır. Diğer bir ifadeyle iki nokta arasında

ortaya çıkan basınç farkının giderilmesi için oluşan yatay harekete rüzgâr denilmektedir. Bu hareket yüksek basınçtan alçak basınca doğru olmaktadır. Tıpkı akarsuların dağlardan ova ve kıyılara akması gibi hava da yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket etmektedir.

Klimatolojide alçak basınçlara barometrik depresyon veya siklon, yüksek basınçlara ise barometrik sırt ya da antisiklon denir.

14.2.Hava Hareketleri

Sıcaklık ve yoğunluk nedeniyle oluşan basınç farklarından doğan hava hareketleri özellikleri bakımında farklı adlarla tanımlanmıştır. Genel olarak yeryüzüne paralel olan tüm yatay hava hareketlerine adveksiyon denir. Adveksiyonun, yani yatay hava hareketinin yönü belli ise buna rüzgâr adı verilir. Rüzgârlar siklon alanlarında olduğu gibi çevreden merkeze doğru estiğinde buna yaklaşım, yani konverjans, antisiklon alanlarında olduğu gibi merkezden çevreye doğru eserse buna da uzaklaşım yani diverjans denir.

Diğer yandan tüm dikey hava hareketlerine, yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya, konveksiyon denir. Ancak kullanımda genel olarak zeminden yukarıya doğru olan hava hareketleri konveksiyon olarak tanımlanmaktadır. Buna karşılık yukarıdan aşağıya doğru olan hava hareketlerine ise sübsidans denir.

Atmosfer içinde yatay ve dikey yönlü hareketler çoğu zaman düzgün bir akım hattı oluşturmaktan uzaktırlar. Farklı etkenlerin etkisi altında dalgalanmalar, girdap vb. hareketler göstermektedirler. Yatay ve dikey hava hareketlerinin bu karmaşık durumu türbülans olarak adlandırılmaktadır.

14.3.Alçak Basınçlar

Normal ya da ortalama basınç değeri olan 1013 mb'dan daha az değere sahip basınçlara alçak basın (siklon), alçak basıncın oluşturduğu alanlara da alçak basınç merkezi denilmektedir. Siklonlarda hava hareketi yükselici yani konveksiyonel bir özellik gösterir. Yeryüzünde ise hareket çevreden merkeze doğrudur.

14.4.Yüksek Basınçlar

Yüksek basınçlarda hava hareketi alçalıcı yani sübsidans şeklindedir. Yüksek basınç (antisiklon) alanlarında yeryüzünde hareket merkezden çevreye doğru uzaklaşım (diverjans) şeklindedir. Antisiklonlarda da izobarlar siklonlarda olduğu gibi yeryüzünde oval bir görünüm almaktadırlar. Antisiklon alanlarında hava alçalıcı bir özellik gösterdiği için, alçalan hava adyabatik olarak ısınmakta, dolayısıyla yoğunlaşma, bulut oluşumu ve yağış hadiseleri görülmemektedir. Buna karşılık hava açık, güneşli ve rüzgâr şiddeti az ya da hemen hemen yok gibidir. Eğer antisiklon termik doğuşlu değilse çevresine göre her mevsim sıcak bir etki bırakır.

Basınç dağılışımda görülen yıllık ve mevsimlik bu değişimler, basınç merkezlerinin varlığına bağlı olarak gelişen rüzgârların oluşumunu da etkilemektedir. Basınç süreçleri ile birlikte rüzgârların oluşumu da bu süreçlere bağlı olarak gelişir. Rüzgâr, havanın yönlü hareketidir. Başka bir ifade ile rüzgâr yatay yönde yer değiştiren hava kütlelerinin hareketi

olarak da ifade edilebilir.

Havanın yönlü hareketi olan rüzgârı kontrol eden etmenler bulunmaktadır. Bu etmenler rüzgârın yönü kadar hız ve frekansı üzerinde de etkilidirler. Bu etmenlerin başında basınç alanları gelmektedir.

Havanın ya da rüzgârın hareketini kontrol eden veya yönlendiren bazı etmenler bulunmaktadır. Bu etmenlerin hepsi bir arada süreç üzerinde etkili olurlar. Bu etmenleri sıralayacak olursak:

- ✓ Barometrik gradyan (Basınç farkı)
- ✓ Dünyanın dönmesi
- ✓ Merkezkaç gücü
- ✓ Sürtünme (Delk)

14.5.Yüksek Batı Rüzgârları ve Genel Atmosfer Sirkülasyonu

Genel atmosfer sirkülasyonunu ortaya çıkaran temel etmen, Ekvator’da aşırı ısınan hava ile kutuplarda aşırı soğuyan hava nedeniyle yerküre üzerinde ortaya çıkan sıcaklık dağılışındaki dengesizliği ortadan kaldırmaktır. Daha yalın bir anlatımla genel atmosfer sirkülasyonu kutuplar ile Ekvator arasındaki sıcaklık farkını gidermek üzere ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla genel atmosfer sirkülasyonunu termik nedenli bir oluşumdur. Ancak, dönmeyen ve yüzeyi pürüzsüz bir dünyada meridyonal hâlde olabilecek bu sirkülasyon, dünyanın dönmesi ve kara-deniz dağılışı ile karalardaki büyük yükselti farklılıkları nedeniyle birçok farklı dinamik etkenin de sürece dahil olmasına, dolayısıyla genel sirkülasyonun daha da karmaşık bir hal almasına neden olmuştur. Bu karmaşık sürecin açıklanması konusunda ilk açıklamalardan günümüze farklı ifadeler kullanılsa da temel özellikler varlığını korumaktadır.

Buna göre genel atmosfer sirkülasyonu paralel kuşaklar arasında, özellikle kutupların soğuk havasının orta enlemlere ve oradan da Ekvator’a, Ekvator ve tropikal sıcak havanın da orta kuşak üzerinde kutuplara yaklaştığı yatay hava akımları ile oluştuğu ifade edilmektedir. Bu süreç “yatay değişim kuramı” olarak da açıklanmaktadır. Bu yaklaşıma göre de genel atmosfer sirkülasyonunun motoru kutuplar ile Ekvator arasındaki ısınma farkı olmakla birlikte dolaşımı harekete geçiren süreç, yani hava akımlarının başlangıç yeri soğuk hava ile sıcak havanın karşılaştığı orta enlemlerdir. Orta enlemlerde oluşan sıcaklık farkı, sirkülasyonu başlatan güç olarak değerlendirilmektedir. Ve hareket orta enlemlerden kutba ve Ekvator’a doğru gelişmektedir. Bu görüşün eski görüşlerden temel farkı hareketin başlangıç yeri ile ilgilidir. Eski görüşlerde hareketin başlangıç yeri için aşırı ısınan ekvatorial ve tropikal bölgeler işaret edilmişken, sonradan şekillenen görüşler süreci orta enlemlerden başlatmaktadırlar. Bu genel açıklamaları daha detaylı ele alarak eski ve yeni görüşler arasındaki farkları da ortaya koymak genel atmosfer sirkülasyonunu daha anlaşılır hâle getirebilecektir.

14.6.Genel Atmosfer Sirkülasyonu

Dünyanın şekli nedeniyle Ekvator ve çevresi diğer alanlara göre daha fazla ısınmaktadır. Eksen eğikliği bu kuralı bir ölçüde etkilemiş olsa da bu süreç devam etmekte,

Ekvator ve çevresi yıl içerisinde daha çok güneş enerjisine maruz kalmaktadır. Buna karşılık daha az enerji alan kutuplar ve çevresinde ise belirgin bir soğuma dikkat çekmektedir. Kutuplar ile Ekvator arasında ortaya çıkan bu ısınma farkı, bu alanlarda farklı hâkim basınç yapılarının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ekvator ve çevresi daha çok ısındığı için termik bir alçak basınç sahası hâlini alırken, kutuplar ve çevresi ise aşırı soğuma nedeni ile termik bir yüksek basınç sahası hâlini almaktadır. Böylece kutuplar ile Ekvator arasında hem yüzeyde ve hem de üst atmosferde bir basınç farkı ortaya çıkmaktadır.

Dönmeyen ve dağlık alanların olmadığı bir dünyada, kutuplar ile Ekvator arasında bir engelin ortadan kalkmış olduğu bir durumda kutuplardaki yüksek basınçlar ile Ekvator'daki alçak basınç arasında zeminde meridyonel uzanıslı hava akımlarının olması beklenebilir. Bu basit teorik sistem genel atmosfer sirkülasyonunun mantıksal temelini oluşturmaktadır. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi bu basit ve temel mantığın yanında dünyanın dönüyor olmasının getirdiği farklı kuvvetler ve engebeli yüzey şekilleri bu ideal döngüyü değiştirmeye yetmektedir.

14.7.Dünyanın Hareketleri ve Basınç Kuşakları

Dünyanın dönüş hareketi nedeniyle daha önce açıklandığı üzere rüzgârlar sapmaya uğrarlar. Böylece kutuplar ile Ekvator arasındaki dönmeyen bir dünya yüzeyinde oluşması beklenen ideal meridyonel döngü sapmaya uğrar. Ekvator ve çevresinde ısınarak yükselen hava üst atmosferde koriolis kuvvetinin de etkisiyle sapmaya uğrar. Bu sapma Kuzey Yarım Küre'de sağa doğru olmaktadır. Üst atmosferde sağa sapan bu akımlar yaklaşık 30° enlemi civarında artık batı-doğu yönlü hava akımlarına dönüşmektedir. Sağa saparak gittikçe yön değiştiren hava akımları 30° enlemi civarında artık kuzeye doğru ilerleyemediği için yığılmaya uğrar ve üst atmosferde dinamik oluşumlu bir yüksek basınç alanı belirmeye başlar. Ayrıca atmosferin kalınlığının Ekvator'dan kutuplara doğru giderek azalmasının bir sonucu olarak da dönenceler civarında görülen bu yığılmanın oluşmasında başka bir etkidir. Daha fazla yükselmemeyen ve kuzeye doğru hareket edemeyen hava akımlarının yığılmasıyla oluşan dinamik yüksek basınç alanından yeryüzüne doğru bir alçalım oluşur. Bu alçalım neticesinde ise yeryüzünde 30° enlemleri civarında dinamik bir yüksek basınç alanı doğar. Yeryüzünde oluşan bu basınç yapısı bir kuşak gibi 30° enlemlerini sarmaktadır ki bu kuşağa subtropikal yüksek basınç kuşağı denilmektedir. Yeryüzünde oluşan subtropikal yüksek basınç alanlarından hem kuzeye kutba doğru ve hem de güneye Ekvator'a doğru hava hareketi oluşur. Ancak bu hareket de sapmaya uğradığından yeryüzünde kuzeydoğu rüzgârlarını oluşturur ki bunlara alize veya ticaret rüzgârı denilmektedir. Aynı hareket Güney Yarım Küre'de güneydoğuludur. Böylece Ekvator ile 30° enlemleri arasında termik alçak basınç sahası ile dinamik yüksek basınç sahası arasında bir çember oluşturacak şekilde sirkülasyon gelişir. Zeminde alize adını alan bu rüzgârların üst atmosferdeki karşılığı ise üst alizelerdir. Bu sistem yıl boyunca devamlı görülmektedir. Ayrıca ortaya çıkan bu çevrim hücrelerine Hedley Hücresi de denilmektedir.

Yeryüzünde, 30° enlemlerindeki yüksek basınç kuşağından kutuplara doğru hareket eden hava kütleleri, her iki yarım kürede de devam eden sapma etkisi ile batı-doğu istikametini alarak batı rüzgârları olarak anılmaya başlarlar. Batı – doğu yönlü bu hareket

kutuplardan gelen kutupsal doğu rüzgârlarıyla 60° enlemlerinde karşılaşılır. Bu karşılaşma neticesinde orta enlemlerden gelen, nispeten sıcak ve hafif olan hava, kutuplardan gelen, soğuk ve ağır olan havanın üzerine doğru hareket ederek yükselmeye başlar. Farklı sıcaklık ve nem karakterlerine sahip bu iki hava kütesinin karşılaşma alanında devamlı bir süreksizlik yüzeyi yani cepheler oluşur. Bu alanlar aynı zamanda dinamik bir alçak basınç kuşağını oluşturur ki bu yapıya polar cephe adı verilmektedir.

Sonuç olarak, yerküre üzerinde Ekvator ve çevresinde termik alçak basınç kuşağı, 30° enlemleri üzerinde dinamik yüksek basınç kuşağı, 60° enlemleri civarında dinamik alçak basınç kuşağı ve kutuplar çevresinde termik yüksek basınç kuşağı oluşmaktadır. Bunlar arasında da hücreler şeklinde belirmiş sirkülasyonlar oluşmuştur.

Genel atmosfer sirkülasyonunu açıklamak için ortaya konan bu ilk görüşlere karşın, gelişen meteorolojik ölçüm ağı ve üst atmosfer gözlemleri ile ortaya çıkan bulgular çerçevesinde yeni görüşler de belirmiştir. Ortaya çıkan yeni görüşler de genel atmosfer sirkülasyonunun nedenini ekvatorial bölgedeki fazla ısınma ile kutuplardaki aşırı soğuma arasındaki dengesizlik olarak değerlendirmektedir. Ancak ekvatorial bölge ile kutuplar arasındaki bu farkı giderecek sirkülasyon, orta enlemlerde doğan kuvvetli yatay hareketlerin Ekvator ve kutuplara doğru gelişmektedir. Diğer bir değişle yeni görüşlere göre genel atmosfer sirkülasyonu kutuplar ile ekvatorial bölge arasındaki kuvvetli sıcaklık gradyanının doğurduğu hava hareketidir. Orta enlemlerde bu gradyan neticesinde ortaya çıkan yatay hava hareketi Ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık dengesini sağlayacak hareketleri geliştirmektedir. Bu hareketler gezici siklonlarla sıcak ekvatorial bölgenin sıcak havasını kutuplara, kutupsal bölgenin soğuk havasını ekvatorial bölgelere taşımaktadır.

14.8.Yüksek Batı Rüzgârları

Yüksek batı rüzgârlarının yeryüzüne yakın bölümlerde sürtünme etkisiyle hızı azalırken, atmosferin üst kesiminde, troposfer sınırında yaklaşık 10-12 km'de çok hızlı rüzgârlar hâlini almaktadır. Bu şekilde üst atmosferde hızları saatte 300 km ve üstüne kadar çıkabilen rüzgârlara jet akımları veya jet rüzgârları denmektedir.

Orta enlemlerin bu kuvvetli üst atmosfer rüzgârlarının kuzey ve güney bölümleri arasında sıcaklık gradyanı da kuvvetlidir. Jet akımları aynı zamanda yüksek batı rüzgârlarının bir parçası olarak yeryüzünde gelişen cephelerin ve özellikle de polar cephenin gelişimini belirleyen süreçtir. Bu çerçevede jet akımları, yüksek batı rüzgârlarının oluşum ve yıllık seyrine göre yer değiştirmektedir. Örneğin yaz aylarında, kuzey yarım kürede daralıp kuzeye çekilen yüksek batı rüzgârları ile birlikte jet akımları da kuzeye çekilmektedir. Kışın ise yine örneğin Kuzey Yarım Küre'de batı rüzgârlarının alanlarının güneye doğru genişlemesiyle birbirine paralel jet akımları dahi gelişebilmektedir. Polar cephe üzerinde gelişen jet akımları dışında 30° enlemleri üzerinde de subtropikal jet akımları gelişmektedir.

14.9.Hava Kütleleri Tanımı ve Oluşumu

Bir sahanın iklim özelliklerinden bahsederken artık sadece meteorolojik parametreler değil, o sahayı etkileyen hava kütleleri ve cephe sistemlerinden de bahsedilmesi

gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında ideal yöntem öncelikle o sahanın coğrafi konumu nedeniyle ortaya çıkan durumudur. Bu açıdan sahayı etkileyen basınç merkezleri ve onların dönemsel durumu, basınç merkezleri ile birlikte oluşan hava tipleri ve cepheleer, sürecin başlangıcında açıklanması gereken özelliklerdir. Bundan sonra sahanın fiziki coğrafya özellikleri ile ortaya çıkan değişimler ve en sonunda meteorolojik parametrelerin açıklanması ve iklim tasnifinin ortaya konması ideal yöntemdir. İşte bu açıdan hava kütlesi kavramı dinamik klimatoloji açısından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

Hava kütlesi sıcaklık ve nem bakımında belirli fiziksel özelliklere sahip ve bu özelliklerini atmosferde yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösterebilen havanın bir parçasıdır. Bu şekilde belli karakterlere sahip kütleler çevresinde var olan diğer kütlelere göre belirgin farklar içermektedir. Hava kütlesi, tanımında ifade edilen belirli fiziksel özellikleri bulunduğu zemin üzerinden kazanır. Bu açıdan bakıldığında hava, efektif arz radyasyonu ve zemin tabiatına bağlı olarak bulunduğu zemin üzerinden sıcaklık ve nem özelliği kazanır. Bunun için hava kütesinin belli fiziksek karakterlere sahip zemin üzerinde belli sürede kalması gerekir. Bu sayede kondüksiyonla zeminin fiziki özellikleri hava kütleleri içerisine geçerek üst katlara kadar ulaşabilir. Bu şekilde hava kütesinin bulunduğu zemin üzerinden belli fiziksel karakter kazanması, farklı etkenlere bağlı olmakla birlikte birkaç günlük sürede gerçekleşebilir. Bu açıdan sıcak hava kütlesi, soğuk hava kütesine oranla daha hızlı oluşum özelliğine sahiptir demek mümkündür. Çünkü sıcak bir zemin üzerinde oluşan hava kütlesi, sıcaklığın zeminden üst katlara taşınmasının nispeten hızlı olması nedeniyle daha kısa sürede bu özellikleri kazanabilmektedir. Buna karşılık zeminden soğuyan hava kütlesi bu işlemin üst katlara taşınımı fiziksel kurallar çerçevesinde daha fazla zaman aldığından, bu özellikleri üst katlara taşınması için daha fazla o yüzey üzerinde kalması gerekir. Böylece hava kütlesi dikey yönde görece farklı özelliklere sahip olmakla birlikte yatay yönde çevresine oranla belirgin farklar içeren bir birim hâline gelmiştir.

Bu açıdan ele alındığında hava kütesinin oluşması için iki temel koşul bulunmaktadır. Bunlar:

- 1.Zemin özellikleri bakımından aynı yapıya sahip geniş bir yüzeyin varlığı
- 2.Hava kütesinin zeminin bu özelliklerini alacak kadar bu zemin üzerine kalabilmesi.

İlk bakışta bu koşulların görülebileceği alanlar antisiklonal bölgeler olarak düşünülmektedir. Çünkü bu alanlar nispeten durgun alanlar olup belirli zemin özelliklerine sahiptir. Dolayısıyla antisiklon alanları, hava kütlesi oluşumu açısından yeterli zaman ve geniş bir zemine sahiptir. Bu şekilde hava kütlelerinin belirli karakterleri kazandığı bu bölgelere doğuş bölgesi adı verilmektedir. Ancak antisiklon ile hava kütlesi kavramını birbirinden ayırt etmek gerekmektedir. Çünkü antisiklon atmosfer içerisindeki bir hareketi ifade ederken hava kütlesi o hareketin görüldüğü havadır. Diğer bir ifadeyle hava kütlesi belli fiziksek özelliklerin görüldüğü atmosfer parçası iken, antisiklon ise o kütleinin hareketidir.

14.10.Hava Kütlelerinin Özellikleri ve Değişmesi

Hava kütesinin taşıdığı nem, sıcaklık ve kararlılık özelliği, onların birbirinden farklı

özelliklere sahip olmasına neden olmaktadır. Hava kütlelerinin ortak özellikleri tanımlanarak çeşitli sınıflandırmalara tabi tutulmuştur. Aynı zamanda bu hava kütlelerinin tanımlanmasında çeşitli harfler de kullanılmaktadır.

Hava kütlelerinin tanımlanmasında ve harfler ile gösterilmesinde ilk sırayı hava kütlelerinin sıcaklık özellikleri alır. Bu açıdan ele alındığında Ekvator'dan kutuplara doğru değişen sıcaklık değerlerine bağlı olarak farklı hava kütlesi tipleri ayırt edilmektedir. Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık özelliklerine bağlı olarak hava kütleleri ilk olarak ekvatorial (E) ve tropikal (T) olarak ayırt edilebilir. Kutuplara doğru hava kütleleri sıcaklık olarak polar (P) ve arktik (A) olarak ayırt edilmektedir. Böylece hava kütleleri sıcaklık özelliklerine göre harflerle sembolize edilerek ilk kategorilerine ayrılmaktadır.

Hava kütlelerini ayıran ikinci özellik ise nem durumudur. Buna göre hava kütleleri ikinci harf olarak nem durumuna göre ayrılmaktadır. Denizel doğuşlu yani nemli kütleler (m) harfi ile, karasal doğuşlu yani kuru/kurak kütleler ise (c) harfi ile gösterilmektedir. Ancak nemlilik durumunu gösteren harfler sıcaklık durumunu gösteren harflerin soluna ya da başına yazılır.

14.11. Soğuk Hava Kütleleri

Soğuk hava kütleleri yukarı enlemlerde var olan hava kütleleridir. Bunlar polar ve arktik hava kütleleridir. Bu açıdan kutup çevresi ile kutup noktası civarında doğarlar. Termik anlamda soğuk bölgelerde olduğu için termik yüksek basınç sahalarına karşılık gelmektedirler. Soğuk hava kütlelerinin doğduğu bölgelerde ısınma az, alttan ısı kaybı fazladır. Bu nedenle bu kütleler düşük sıcaklıklara sahiptirler. Bununla birlikte ısınma ve buharlaşma olmadığı için havanın nem alma özelliği de bulunmamaktadır, bu nedenle özgül nemleri düşüktür. Bununla birlikte alttan soğumaya bağlı olarak bu kütleler kararlı bir yapıya sahiptirler. Dikey hava hareketleri gelişmediği için sıkı yani ince bir tabakaya sahiptirler.

Ancak soğuk hava kütlesi genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak hareket ettiğinde, doğuş bölgesi özelliklerinden farklı sahalara da gidebilmektedir. Eğer soğuk bir hava kütlesi oluşum yerinden daha sıcak bir bölgeye giderse alttan itibaren ısınmaya başlar. Bir de geldiği yer bir su kütlesi ise ayrıca nem kazanmaya da başlar. Bu süreç çerçevesinde soğuk hava kütlelerinde değişimler (modifikasyonlar) görülmeye başlar. Öncelikle alttan ısınma kararsızlığı arttıracaktır. Eğer bir de sıcak bir deniz üzerine gidilmişse, alınan nemle birlikte kararsızlık daha da artacaktır. Bu açıdan ele alındığında soğuk hava kütlesi deniz üzerinde ve kara üzerinde farklı değişim koşullarıyla karşı karşıya kalacaktır.

Soğuk bir hava kütlesi deniz üzerine gittiğinde alttan ısınma sonucunda sıcaklık artacağı gibi nem de artacaktır. Kara üzerine gittiğinde ise sıcaklık artmakla birlikte nem kaynağı olmadığı için nem özelliklerinde bir değişim görülmeyecektir. Bu sürecin devamında deniz üzerine hareket eden hava kütlesi içerisine nemin katılmasıyla kararsızlık artar, güçlü yükselme hareketleri ile türbülanslar görülür ve sağanak yağışlarla birlikte fırtınalar gelişir. Kara üzerine hareketiyle ise sıcaklık farkının artmasıyla kararsızlık gelişir. Ancak deniz üzerinde olduğu kadar nem alamamakla birlikte yine de yağış gelişir ve denize göre daha seyrek bulutlanma yaşanır.

14.12.Sıcak Hava Kütleleri

Sıcak hava kütleleri özellikle subtropikal yüksek basınç alanlarında görülen kütlelerdir. Bu kuşağın denizler üzerinde kalan bölümünde denizel, yani maritim tropikal (mT) kütleler gelişirken, kara üzerinde ise karasal (cT) kütleler gelişmektedir. mT kütleler etkisini farklı ölçeklerde de olsa bütün yıl boyunca gösterirler. Ancak mevsimsel olarak hareket hâlinde olup yer değiştirmektedirler. Bu yer değiştirme daha çok meridyonel istikamette olup soğuk ve sıcak dönemde İntertropikal Konverjans Zonunun (ITCZ) yer değiştirmesine bağlı olarak gelişmektedir.

Sıcak hava kütleleri alttan ısınmaya bağlı olarak sıcak kütlelerdir. Bununla birlikte dinamik yüksek basınç sahalarına karşılık geldikleri için aynı zamanda adyabatik olarak da ısınırlar. Ayrıca okyanus üzerinde oluşan mT kütleler sıcak olmalarının yanında alttaki okyanusun nem kaynağı olması nedeniyle yüksek nem değerleri taşırlar. Öte yandan sıcak kütleler olması nedeniyle daha fazla nem tutma kabiliyetine sahip olarak oldukça yüklü nemliliğe sahiptirler. Sıcak ve yüksek nem değerleri bu kütleleri potansiyel kararsız hava kütleleri hâline getirse bile bu kuşaktaki dinamik yüksek basınç, yani alçalıcı hava hareketleri nedeniyle kararlı bir yapıya sahiptirler. Maritim tropikal kütleler doğuş yeri özellikleri açısından bu şartlara sahip olmakla birlikte genel sirkülasyona bağlı olarak harekete geçtiğinde, yani yüksek enlemlere doğru hareket ettiğinde bazı değişimlere (modifikasyonlara) uğramaktadır. mT kütleler yukarı enlemlere doğru hareket ettiğinde kendisinden daha soğuk denizlere veya karalara ulaşırlar. Bunun neticesinde mT hava kütlesi alttan soğumaya uğrar.

Genel olarak değerlendirildiğinde hava kütlelerinde görülen başlıca değişimler;

1.Alttan (zeminden) oluşan ısınma ve soğumalar. Bir hava kütlesi kendinden daha sıcak bir zemin üzerine gittiğinde alttan itibaren ısınmaya başlar. Eğer daha soğuk bir zemine giderse alttan itibaren soğuma oluşur.

2.Alttan (zeminden) nem alma veya kaybetme. Bir hava kütlesi büyük su kütlelerinin olduğu alanlardan geçerse alttan nem kazanır. Buna bağlı olarak yağışlar görülebilir. Ya da zemin şartlarına bağlı olarak yoğunlaşma neticesinde oluşan yağışla nem kaybedebilir.

3.Mekanik olaylar. Hava kütlesinde değişime neden olan bir diğer faktör ise dikey hareketlilik oluşturan mekanik olaylardır. Bunlar orografiye bağlı yükselim ve alçalım olayları ile yine cephe hatları boyunca görülen yükselimlerdir. Bu şekilde hava kütlesi içerisinde bazı değişimler görülebilmektedir.

Gerek hava kütlelerinin doğuş bölgelerindeki özellikler ve gerekse ortaya çıkan değişimler neticesinde bir hava kütlesinin karakterini aşağıdaki koşullar belirlemektedir:

1.Hava kütlesinin doğuş bölgesi özellikleri

2.Doğuş bölgesinden hareket eden hava kütlesinin geçtiği alanlarda kazandığı özellikler, değişimler

3.Hava kütlesinin içinde bulunduğu değişimin evresi.

14.13.Cephe Tanımı ve Cephelerin Oluşumu

Atmosferin fiziksel koşulları gereği, farklı özelliklere sahip bu kütleler karşılaştıklarında birbirlerine karışmazlar. Tıpkı zeytinyağı ve su gibi farklı karakterlerdeki bu kütleler kendi koşullarını bir sistem dâhilinde devam ettirirler. Ancak aralarında bir karşılaşma yüzeyi oluşur. Oluşan bu yüzeyin iki tarafındaki hava şartları ise birbirinden belirgin farklar içermektedir. Ancak bir taraftaki hava özelliği diğer tarafa geçemez. O nedenle bu yüzeye süreksizlik yüzeyi de denilmektedir. Öte yandan farklı hava kütlelerinin karşılaştığı bu yüzeylere aynı zamanda cephe adı verilmektedir.

Buna göre cephe, sıcaklık ve nem bakımından belirgin karakterlere sahip iki kütle arasında oluşan ve bu özelliklerin diğer tarafa geçişine engel olan yüzeylerdir. Ancak cepheler adeta cetvelle çizilmiş gibi düzenli bir çizgiselliğe sahip değildir.

14.14.Cephe Oluşumu (Frontojenez)

Bir cephenin oluşabilmesi için aralarında sıcaklık farkı bulunan farklı hava kütlelerinin bir hat boyunca birbirlerine yaklaşması gerekir. Bu yaklaşımın bir hat boyunca olması gerekir, bu hatta cephe hattı denir. Farklı sıcaklık ve nem özelliklerine sahip hava kütlelerinin karşılaşmasına cephe oluşum koşulları ya da frontojenez denir.

Cephe oluşumu ya da frontojenez koşullarının oluşması için sıcaklık farkı içeren hava kütlelerinin karşılaşması gerekmektedir. Bu durum yerküre üzerinde sıcaklık dağılışı ve mevsimsel hareketler dikkate alındığında daha çok soğuk dönemde ve orta enlemlerde gerçekleşmektedir. Çünkü kutup kuşağı ve ekvatorial kuşakta sıcaklık farkı içeren hava kütlelerinin varlığından ve karşılaşmalarından söz edilemez. Orta enlemler polar ve tropikal hava kütlelerinin karşılaşma alanı olarak frontojenez koşullarının olduğu yerlerdir. Bununla birlikte orta enlemlerin özellikle soğuk dönemde günlük hava hareketlerini ve koşullarını denetleyen önemli etmenlerden biri de polar cephe'dir. Bu kavramı Kuzey Yarım Küre açısından açıklamak gerekirse; orta enlemlerde var olan nispeten sıcak kütleler ile polar kuşağın soğuk kütlelerinin, mevsimsel olarak yer değiştirmekle birlikte yaklaşık 50° – 60° enlemlerinde karşılaşması neticesinde ortaya çıkan süreksizlik yüzeyi olarak ifade etmek gerekir.

14.15.Orta Enlemlerin Gezici Siklonları ve Cepheler

Orta enlemlerde siklonların oluşumu ve gelişimi ile sonlanması, bu siklonların içerisinde cephesel süreçlerin oluşması bazı evrelerden geçilerek gerçekleşmektedir. Her siklon içerisinde cephe oluşması beklenmemelidir. Yatay düzlemde konverjans yani çevreden merkeze doğru hava hareketine sahip siklonlar içerisinde cephelerin oluşabilmesi için farklı sıcaklıklara sahip hava kütleleri tarafından doldurulmaları gerekir. Bu açıdan orta enlem siklonları avantaja sahiptirler. Çünkü bir taraftan polar soğuk kütleler, diğer taraftan tropikal/ekvatorial sıcak kütleler bu sistemleri beslemektedir.

1.Evre: Genel atmosfer sirkülasyonu neticesinde orta enlemlerde karşılaşan soğuk

polar kütleler ile sıcak tropikal kütleler, birbirlerine karşıt yönde akımlar oluştururlar. Bir hat boyunca birbirine paralel ancak karşıt yönde akan bu rüzgârların arasında düzgün bir cephe hattı vardır. Durağan ya da istasyonier cephe de denilen bu hat iki hava kütlesi arasında dinamik bir dengenin gelişimine işaret etmektedir. Durağan cepheler şeklinde gösterilmektedir.

Bir cephe hattı boyunca birbirine paralel ancak zıt yönde akan bu rüzgârlar, aralarında var olan cephe hattı üzerinde dalgalanma yaratırlar.

2.Evre: Birbirine zıt yönde ama paralel hareket eden rüzgârlar arasında fizik kuralları çerçevesinde bir dalgalanma oluşmaya başlar. Bu hareket iki kütle arasındaki hassas dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan olağan bir durumdur. Siklonik faaliyetlerin de etkisi ile büyüyen kararsızlığa bağlı olarak dalgalar da gittikçe büyümeye başlarlar. Bu şekilde düzgün cephe hattında bir “kırılma” oluşur. Dalganın merkezi konumundaki cephe bölümünün gerisi, batı-doğu yönlü genel atmosfer sirkülasyonunun etkisi ile doğu-güneydoğu yönünde ilerler. Bu yönelmiş hareket olağan bir süreci içermektedir. Cephenin bu bölümünün gerisinde soğuk hava bulunmaktadır. Bu evre aynı zamanda cephenin belirmeye başladığı ilk andır, yani gençlik evresidir. Arkasından soğuk hava getiren bu cepheye aynı zamanda soğuk cephe denilmektedir. Soğuk cephenin gösterilişi ucu sivri mavi üçgenler şeklindedir. Üçgenlerin sivri uçları soğuk cephenin ilerlediği yönü belirlemektedir.

Dalga merkezinin doğusunda kalan cephe hattı ise kuzeydoğuya doğru hareket eder. Bu cephenin gerisinden ise güneyde bulunan sıcak hava gelmektedir. Bu nedenle kuzeydoğuya doğru hareket eden bu cepheye sıcak cephe denilmektedir. Sıcak cephelerin gösterilişi içi dolu kırmızı yarım daireler şeklindedir.

3.Evre: İstasyoner cephe üzerinde dalga hareketinin ilerlemesine ve gelişimine bağlı olarak bir siklon alanı belirmiştir. Siklon ve içerisinde gelişen cephe sistemi gençlik safhasındadır. Farklı süreler olsa da bir siklonun bu evreye veya safhaya erişmesi 12-24 saat kadar sürebilmektedir. Bu şekilde belirgin olmaya başlayan siklonların çapı ortalama 400 km’yi bulabilir. Ancak polar cepheye bağlı olarak gelişen ve birbirine bağlı sistemler hâlinde ilerleyen siklonların çap uzunlukları 2-3000 km’yi bulabilmektedir.

4.Evre: Gelişen ve belirginleşen cephe sistemi genel sirkülasyon doğrultusunda batıdan doğuya doğru hareket ederler. Bu harekette geostrafik rüzgârların da etkisi vardır. Bu hareketin hızı soğuk ve sıcak dönemde farklı olsa da saatte ortalama 40-50 km. kadardır. Soğuk dönemde ve sürtünmenin etkisinin ortadan kalktığı denizler üzerinde bu hız saatte 90 km’yi bulabilmektedir. Buna karşılık sıcak dönemde daha yavaştır. Aslında sıcak dönem orta enlemler için bir frontoliz dönemidir.

Geostrafik rüzgârların etkisi altında hareket eden cephe sisteminde soğuk rüzgârlar ve onların sürüklediği, arkadan gelen soğuk cephe önde yer alan sıcak sektör ve sıcak cepheyi yakalamaya başlar. Çünkü cephenin bu bölümlerinin hızı soğuk cepheden yarı yarıya yavaştır. Dolayısıyla arkadan gelen soğuk cephe, hattın merkezinden başlamak üzere sıcak sektör ve sıcak cepheye yetişerek sistemi adeta bir makas gibi kapatmaya başlar. Cephede görülen bu

kapanma hareketine oklüzyon denir. .

5.Evre: Oklüzyonun veya kapanmanın tamamlanmasıyla sıcak hava tamamen yukarıya, üst atmosfere kaldırılmış olur. Yeryüzünde soğuk hava hâkim olur. Oklüzyon evresi cephe oluşumuna göre daha uzun süre görülmektedir. Bu evre ortalama 2-3 günü bulabilmektedir. Ancak özellikle öndeki sıcak havanın orografik bir engelle karşılaşması durumunda oklüzyon evresi ve sıcak havanın tamamen üst atmosfere kaldırılması daha kısa sürebilir.

Uygulamalar

Dinamik klimatoloji ile ilgili farklı kaynaklardan bu konuları araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1)** Basınç nedir, basınca etki eden faktörler nelerdir?
- 2)** Alçak ve yüksek basınçların oluşumlarını açıklayınız.
- 3)** Genel atmosfer sirkülasyonunun temel nedenini araştırınız.

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Atmosfer dinamik bir yapıdır. İçerisinde bulunan gazların sıralanışından, basınç merkezlerinin oluşumuna, genel atmosfer sirkülasyonundan günlük meteorolojik hadiselerin gerçekleştiği orta enlemlerin gezici basınç yapılarına kadar atmosferik süreçler devamlı bir devinim hâlinindedir.

Atmosferin temel dolaşım mekanizması Ekvator ile kutuplar arasında oluşan kuvvetli sıcaklık gradyanıdır. Atmosferik sirkülasyon bu farkı gidermek üzere dolaşım mekanizması geliştirmiştir. Buna göre Ekvator'da fazla ısınan hava, kutuplarda aşırı soğuyan hava ile yer değiştirme eğilimindedir. Başka bir ifade ile Ekvator'da aşırı ısınan hava genel atmosfer sirkülasyonu vasıtasıyla kutuplara doğru taşınmakta, kutupların aşırı soğuk hava ise yine aynı sistem vasıtasıyla Ekvator'a doğru yer değiştirmektedir.

Bu sürece bağlı olarak gelişen cepheler ve cephe sistemleri vasıtasıyla özellikle orta enlemlerin iklim özelliklerini şekillendirmektedir.

Atmosferik süreçlerin açıklanmasında atmosferin fiziki özellikleri kadar, atmosfer içerisinde gelişen dinamik süreçlerin de anlaşılması gerekir. Bu açıdan bakıldığında yeryüzünün temel enerji kaynağı olan güneşten gelen enerji, yerküre üzerine dengeli olarak dağılmamaktadır. Bu dengesiz dağılışı genel atmosfer sirkülasyonu ile giderilmeye çalışılmaktadır ki bu karmaşık süreç bugün iklimlerin temel niteliklerini ve farklı iklim bölgelerinin oluşmasını açıklamaktadır.

Bölüm Soruları

1) Basınç gradyanı, koriolis kuvveti ve merkezkaç gücünün etkisiyle ortaya çıkan rüzgâr aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Ageostrofik rüzgâr
- b) Tropikal siklon
- c) Gradyan rüzgârı
- d) Barostrofik rüzgâr
- e) Geostrofik rüzgâr

2) Aşağıdakilerden hangisi hava kütesinin ortak özelliklerinden değildir?

- a) Yağış
- b) Nem
- c) Sıcaklık
- d) Kararlılık
- e) Kararsızlık

3) Cepheler aşağıdaki sistemlerden hangisinde oluşur?

- a) Antisiklonlarda
- b) Diverjans alanlarında
- c) Frontoliz alanlarında
- d) Siklon alanlarında
- e) ITCZ’de

4) Hava kütesi sıcaklık ve nem bakımından belirli fiziksel özelliklere sahip ve bu özelliklerini atmosferde yatay ve dikey yönde geniş alanlarda gösterebilen havanın bir parçasına verilen isim aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

- a) Cephe
- b) Hava kütesi
- c) Siklon

- d) Antisiklon
- e) ITCZ
- 5) Cephe sistemlerinin oluşması dünyanın hangi alanlarında görülür?
 - a) Ekvatorial bölgeler
 - b) Arktik bölgeler
 - c) Subtropikal bölgeler
 - d) Orta enlemler
 - e) Kutuplar
- 6) Rüzgârı etkileyen etmenleri açıklayınız.
- 7) Klasik görüşe göre genel atmosfer sirkülasyonunu anlatınız.
- 8) Hava kütlelerinde değişim hangi koşullarda görülmektedir?
- 9) Cephe nedir, cephe oluşum safhaları nelerdir?
- 10) Orta enlemlerin gezici alçak basınçları ve buna bağlı cephe sistemlerinin geçişinde meteorolojik koşullar nasıl gelişir?

Cevaplar: 1-C 2-A 3-D 4-B 5-D

KAYNAKÇA

Ardel A., Kurter A., Dönmez Y., 1969, Klimatoloji Tatbikatı, İ.Ü. Yayınları, İstanbul.

Ardel A. 1973, Umumi Coğrafya Dersleri, Cilt 1, Klimatoloji. İ.Ü. Yayını, İstanbul.

Erinç S. 1984, Klimatoloji ve Metodları, İ.Ü. Yayını, İstanbul.

Erol O. 2008, Genel Klimatoloji (7. Baskı). Çantay Yayınları, İstanbul.

Dönmez Y. 1984, Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları. İ.Ü. Yayını, İstanbul.

Türkeş M. 2010, Klimatoloji ve Meteoroloji, Kriter Yayınları, İstanbul.