

METEOROLOJİ

Doç. Dr. Alper Serdar ANLI

RÜZGAR

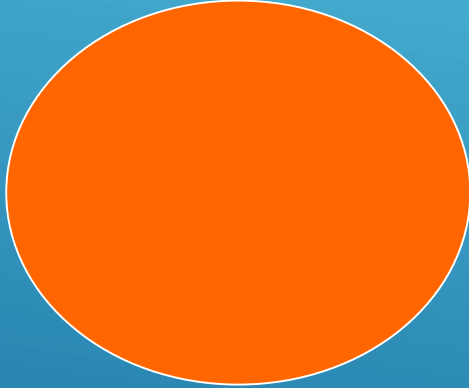
A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom right towards the top right, set against a blue gradient background.

RÜZGAR

Hava, bütün akıcı gazlar gibi genişleme özelliğine sahiptir. Yani hareketlidir. Yatay yönde yer değiştiren bir hava kütesinin bu hareketine **rüzgar** denir. Rüzgarın meydana gelişinde **hava sıcaklığı** ve **nispi nem** birinci derecede etkilidir.

Yeryüzünde yan yana bulunan iki bölgeden birisinde hava sıcaklığının arttığı düşünülürse, böylece hava kütlesi genişler ve yükselir. Bu durumda bir alçak basınç alanı oluşur. Sıcaklığın daha az olduğu bölgede ise hava kütlesi soğuyarak sıkışır ve yoğunlaşarak aşağı doğru çöker. Bu durumda ise bir yüksek basınç alanı oluşur. Sıkışan bu hava komşu bölgeye doğru akmaya başlar ve rüzgar meydana gelir.

A



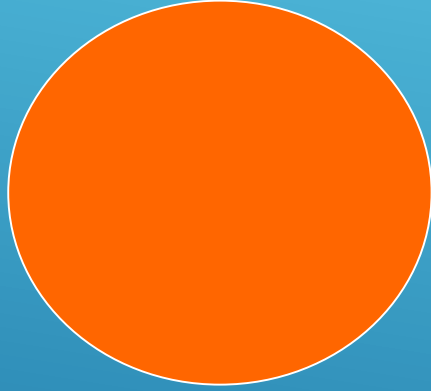
**A hava kütlesi ısınır,
Genleşir ve yükselir.
Alçak basınç oluşur.**

B



**B hava kütlesi soğur,
Sıkışır, aşağı çöker.
Yüksek basınç oluşur.**

A



B

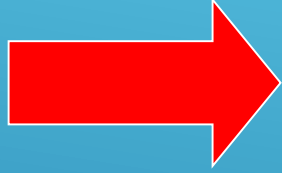


**A hava kütlesi ısınır,
Genleşir ve yükselir.
Alçak basınç merkezi**

**B hava kütlesi soğur,
Sıkışır, aşağı çöker.
Yüksek basınç oluşur.**

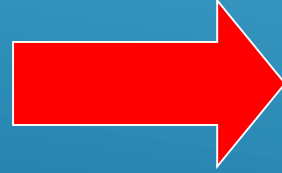
Hava kütelleri soğuk alanlardan sıcak alanlara ve yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket ederler.

Soğuk



Sıcak

**Yüksek
Basınç**



**Alçak
Basınç**



Rüzgar, çevreye yaptığı etkilerle gözlenebilir. Rüzgarın etkileri bakımından üç belirgin özelliği vardır. Bu özellikler;

- a. Rüzgar yönü
- b. Rüzgar hızı
- c. Rüzgar frekansı (Esiş sıklığı)'dır.

Rüzgar yönü: Rüzgarın bulunduğu yere doğru geldiği yöne rüzgar yönü denir. Rüzgar yönü **jirüet** (= **anemoskop**) ve **windjak** (= **windsock**)(= **rüzgar torbası**)(= **rüzgar tulumu**) ile belirlenir.

Meteorolojide rüzgar esiş yönleri coğrafik yönlerle açıklanır. Rüzgar yönü “E” denildiği zaman, doğudan batıya doğru hareket eden hava akımı anlaşılır. Rüzgar yönü gözlemleri 8 yön dikkate alınarak yapılır. Bunlar;

Kuzey (N) = **Yıldız**

Doğu (E) = **Gündoğusu**

Güney (S) = **Kible**

Batı (W) = **Günbatısı**

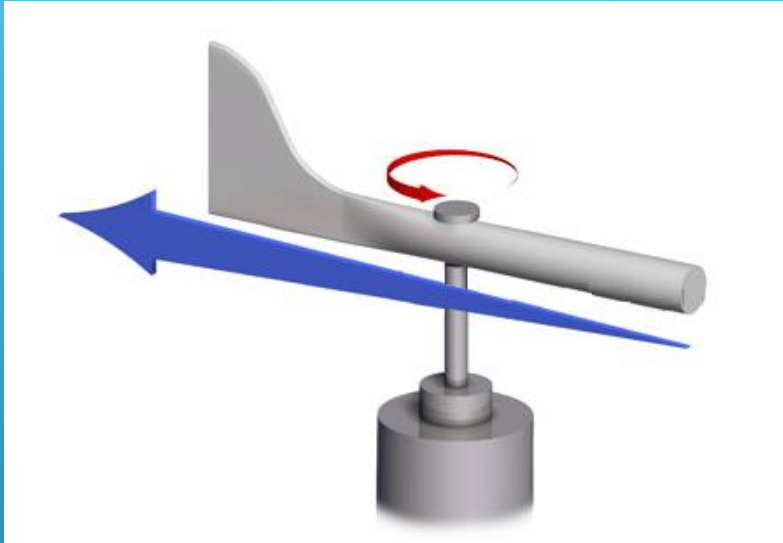
Kuzeydoğu (NE) = **Poyraz**

Güneydoğu (SE) = **Keşişleme**

Güneybatı (SW) = **Lodos**

Kuzeybatı (NW) = **Karayel**'dir.

Jirüet (Anemoskop) Rüzgar oku



Windjak



Rüzgar Yönleri

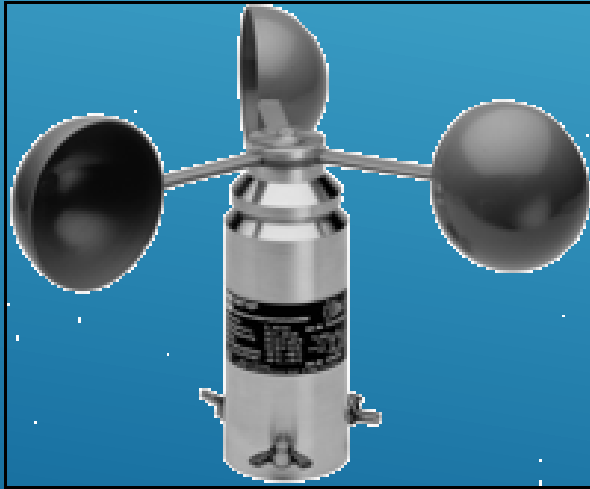


Rüzgar hızı: Hava hareketlerinin hızıdır. Rüzgar hızı **anemometre** ile ölçülür. Yazıcı tipte olanına ise **anemograf** adı verilir. Rüzgar hızı, **m/s**, **km/h** ve **knot** (deniz mili/saat) birimleri ile ifade edilir.

1 kara mili = 1609 m,

1 deniz mili = 1852 m

1 knot = 1 deniz mili/saat = 0.5148 m/s = 1.8532 km/h



anemometre

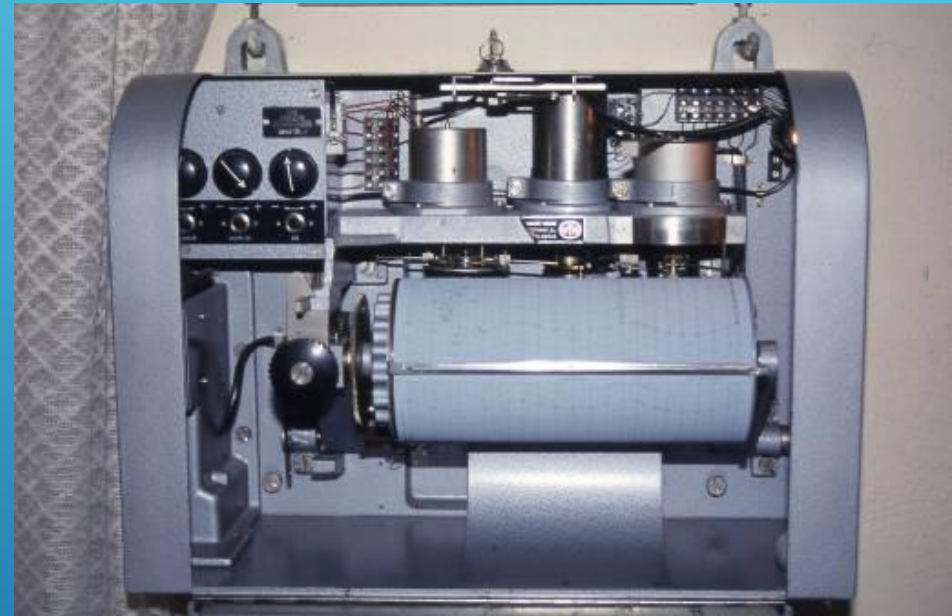


anemograf

Anemometre



Anemograf

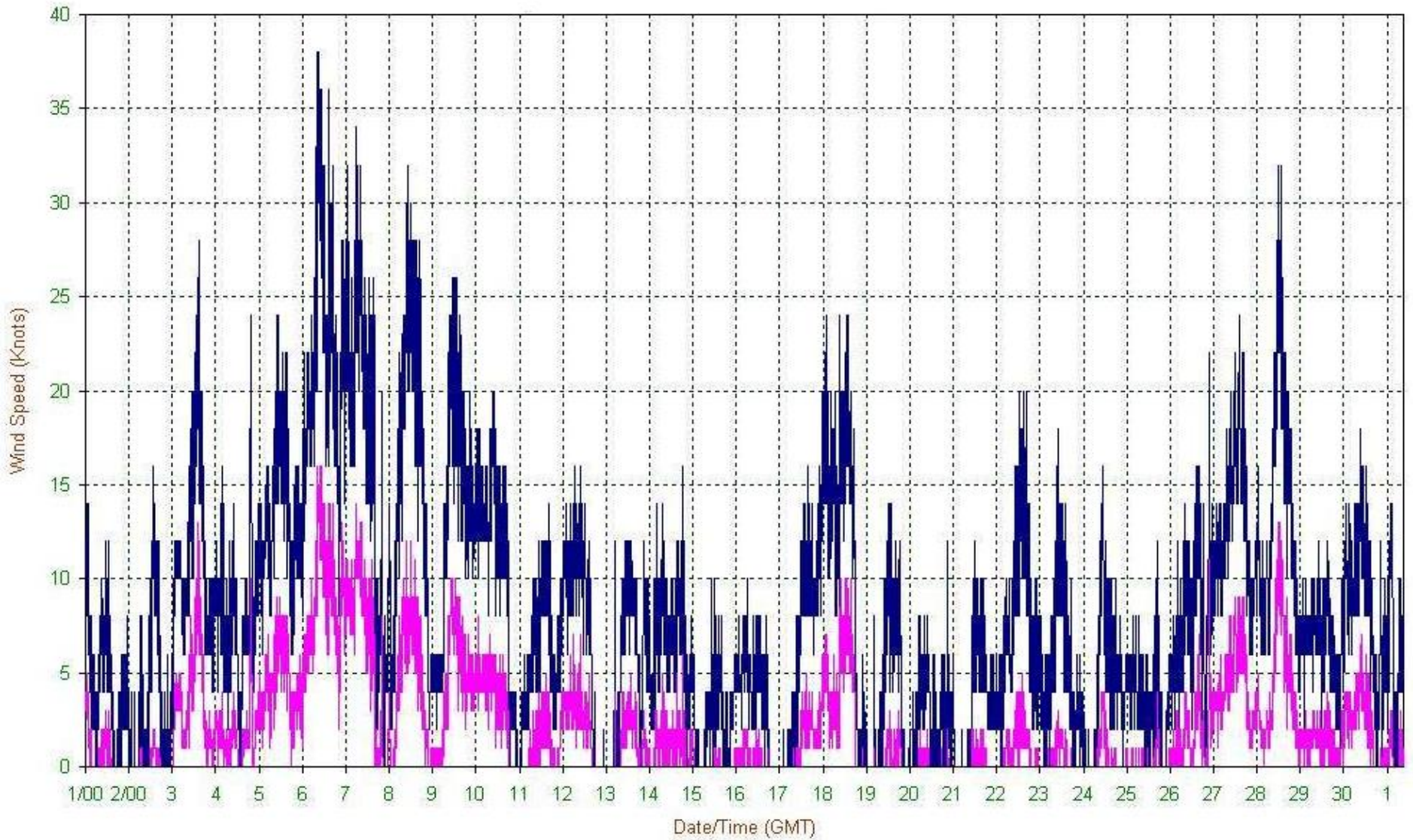


Bir rüzgar hızı, onu meydana getiren iki nokta arasındaki basınç farkına ve bu iki nokta arasındaki uzaklığa bağlıdır. Basınç farkı ne kadar fazla ve iki nokta arasındaki uzaklık ne kadar az ise rüzgar hızı o ölçüde fazla olacaktır.

Rüzgar hızını ölçen aletlerin bulunmadığı yerlerde rüzgar hızını belirlemek için **Bofor Ölçeği** kullanılır. Bu ölçeğin esası, rüzgarın yeryüzündeki cisimler üzerinde yaptığı etkiyi göz önünde tutarak rüzgar hızını tahmin etmektir. Kısaca, gözlemlere dayalı rüzgar hızı tahminidir.

| Bofor No | Adı | Etkileri | Rüzgar hızı (10 m'deki) (m/s) |
|-----------------|---------------------|---|--------------------------------------|
| 0 | Durgun hava | Duman dik olarak yükselir. | 0.0 - 0.5 |
| 1 | Hafif hava | Dumanın sürüklendiği yönle rüzgar yönü belirlenebilir. Anemometre çalışmaz. | 0.6 - 1.7 |
| 2 | Hafif rüzgar | Rüzgar yüze dokunur, yapraklar sallanır. Rüzgar anemometreleri döndürür. | 1.8 - 3.3 |
| 3 | İnce rüzgar | Yaprak ve ince dallar durmadan sallanır. | 3.4 - 5.2 |
| 4 | Orta dereceli r. | Rüzgar, tozu ve sokaktaki kağıtları havalandırır. Küçük dallar havalanır. | 5.3 - 7.4 |
| 5 | Sert rüzgar | Küçük ağaçlar sallanır. Göllerde köpüklü küçük dalgalar belirir. | 7.5 - 9.8 |
| 6 | Kuvvetli rüzgar | Büyük dallar sallanır. Şemsiyeler güçlkle kullanılır. | 9.9 - 12.4 |
| 7 | Orta dereceli fırt. | Bütün ağaçlar sallanır. Rüzgara karşı yürümekte güçlük çekilir. | 12.5 - 15.2 |
| 8 | Sert fırtına | Ağaçların ince dalları kırılır. | 15.3 - 18.2 |
| 9 | Kuvvetli fırtına | Bazı hafif bina zararı olabilir.(Örneğin; Bacalar yıkılabilir.) | 18.3 - 21.5 |
| 10 | Tam fırtına | Karalarda az rastlanır. Ağaçları köklerinden söker. Binalarda büyük hasarlar yapar. | 21.6 - 25.1 |
| 11 | Bora | Karalarda ender görülür. Geniş çapta zarar yapar. | 25.2 - 29.0 |
| 12 | Kasırga | Hiçbir yelkenli denize açılmaz. | 29.0'dan büyük |

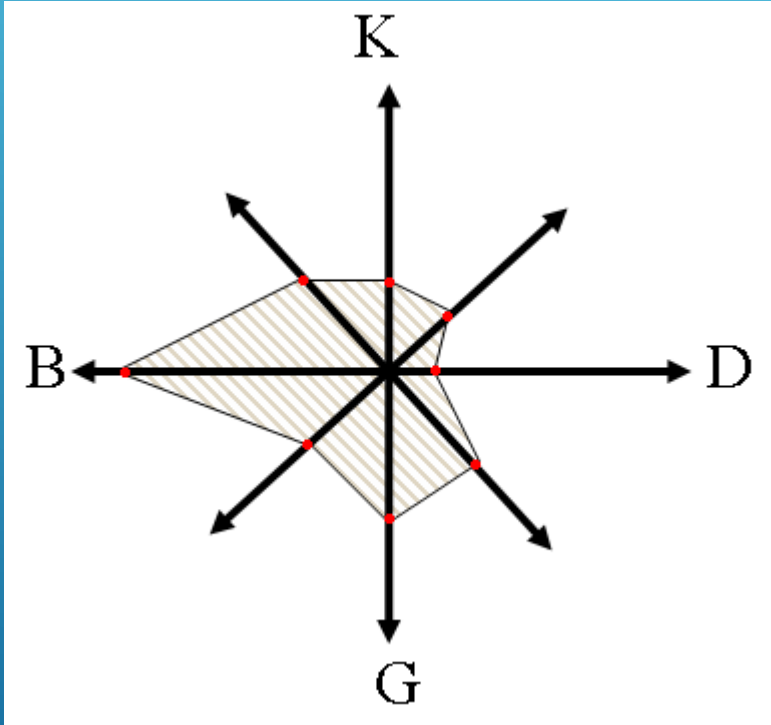
Rüzgar Hızı



Rüzgar frekansı (Esiş sıklığı): Rüzgar yönleri zaman zaman değişir ve bu değişimler hava koşulları üzerinde önemli etkiler yaratır. Bu nedenle rüzgarın hangi yönden, ne kadar süre ile ve ne kadar sık estiğinin bilinmesi gerekir. İşte belirli bir rüzgarın esiş sıklığına o rüzgarın frekansı denir. Rüzgar frekansları aylık, mevsimlik veya yıllık olarak hesaplanır. Belirli yönlü rüzgarların bütün rüzgarlara (her yönden esen) olan oranları %, diyagramlar veya rüzgar frekans gülleri şeklinde belirtilmektedir.

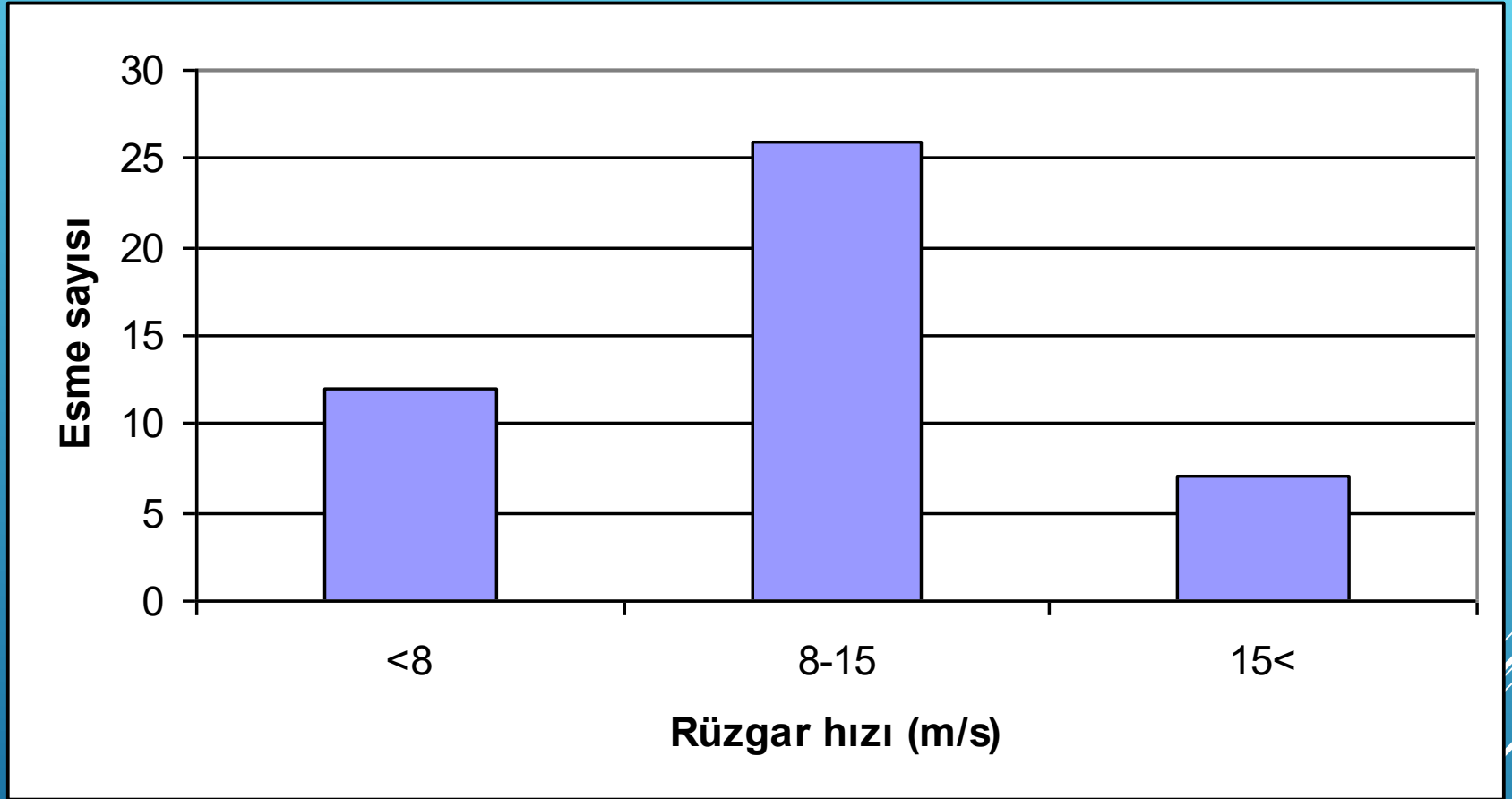
Rüzgar frekans gülü çizilirken önce yön eksenleri üzerinde o yönde esen rüzgarların sayısı uzunluk olarak işaretlenir. İşaretlenen noktaların birleştirilmesiyle elde edilen poligonun içi taranarak **rüzgar frekans gülü** oluşturulur.

Rüzgar frekans gülü



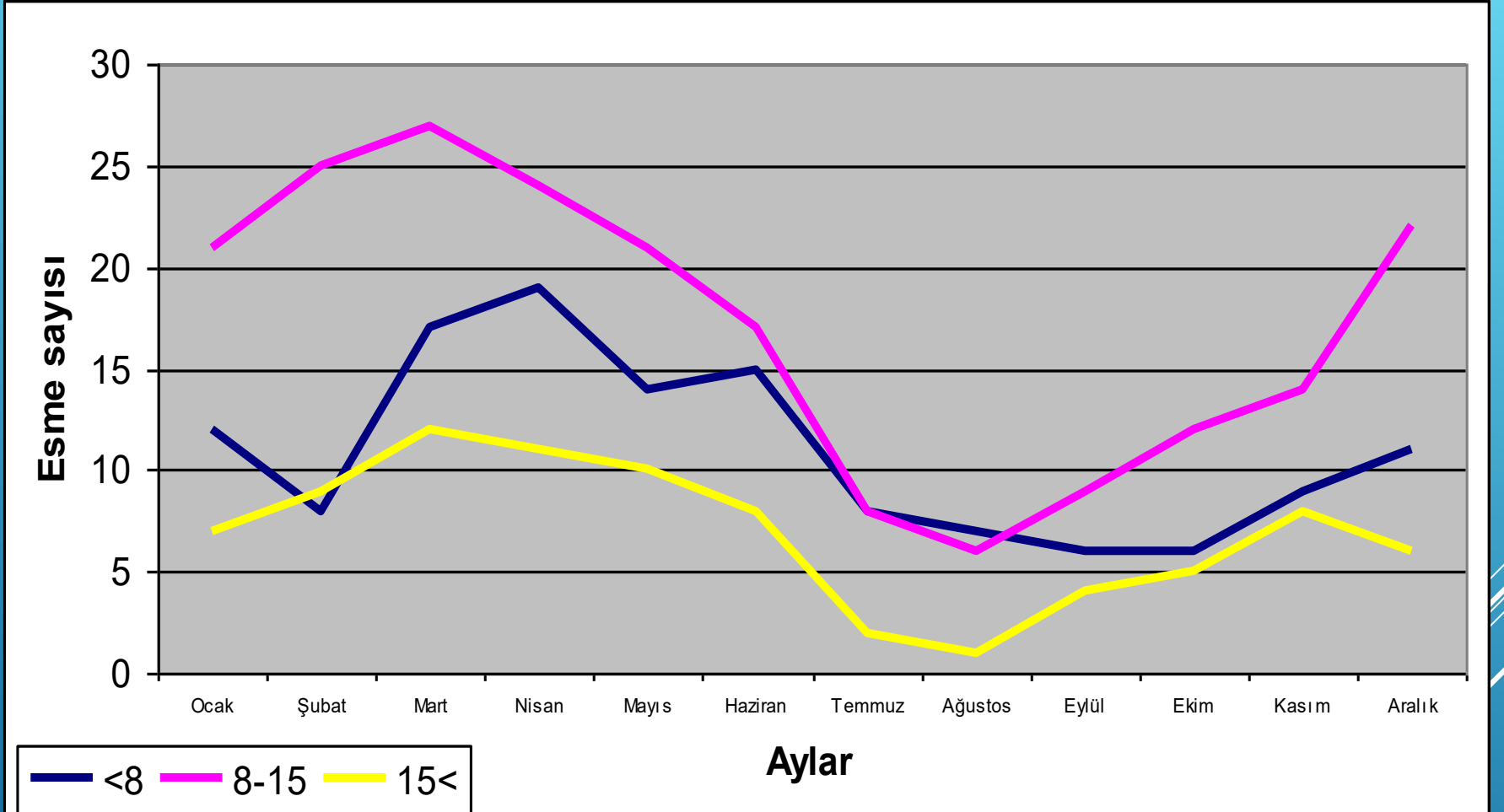
Hakim Rüzgar yönünü gösterir.

Rüzgar esme sayısı diyagramı



(Rüzgar hız ve sayısını gösterir)

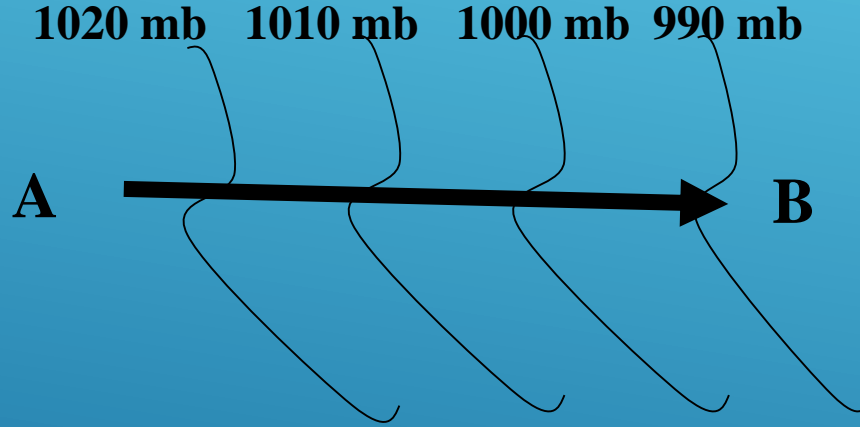
Rüzgar rejim diyagramı



(Yıl içindeki rüzgar rejimini gösterir)

Rüzgarı Etkileyen faktörler

a. Basınç gradyan kuvveti: Rüzgarlar yüksek basınçlardan alçak basınçlara doğru esmektedir. Bu rüzgarı harekete geçiren gücün yönü izobar eğrilerine diktir. İşte bu güce **basınç gradyan kuvveti** denir.



Basınç gradyan kuvvetinin yüksek olması rüzgarın hızlı esmesine neden olur. Diğer faktörlerin etkisi rüzgarların çoğunun basınç gradyanına uygun yönde esmelerine engel olur. Sadece basınç gradyan kuvvetinin etkisiyle hareket eden rüzgarlara **barostrofik** veya **ageostrofik rüzgarlar** denir.

b. Dünyanın dönmesi: Dünya dönen bir küre olduğu için onun üzerine hareket eden bir cisim, bunun yanı sıra rüzgarlar, kuzey yarımkürede sağa, güney yarımkürede sola saparlar. Rüzgar saptıran bu güce **Koriyolis kuvveti** denir.

Ekvatorдан kutuplara çıkıldıkça koriyolis kuvveti artar. Öte yandan rüzgarın hızı arttıkça da koriyolis kuvveti artmaktadır. Basınç gradyan kuvveti ve koriyolis kuvvetinin etkisi altında esen rüzgarlara **geostrofik rüzgarlar** denir.

c. Sürtünme etkisi: Rüzgarların yeryüzüne sürtünmesi rüzgar hızını azaltan bir etkidir. Sürtünme etkisi yeryüzü koşullarına bağlı olarak değişir. Örneğin; denizler üzerinde sürtünme etkisi daha azdır. Yerden itibaren yükseldikçe rüzgar üzerindeki sürtünme etkisi azalır ve 500-600 metreden sonra sürtünme etkisi hiç kalmaz.

d. Merkezkaç etkisi: Özellikle dönüş hareketi gösteren hava kütlelerinde, rüzgarın yönü ve hızı üzerinde merkezkaç (santrifüj) kuvvetinin etkisi olmaktadır. Aksiyon merkezlerindeki izobarlar ne kadar yuvarlak ise merkezkaç etkisi de o derece fazla olmaktadır.

Basınç gradyan kuvveti, koriyolis kuvveti ve merkezkaç kuvvetinin etkisi altında izobarlara uygun esen rüzgarlara **gradyan rüzgarlar** denir.

Rüzgarların Sınıflandırılması

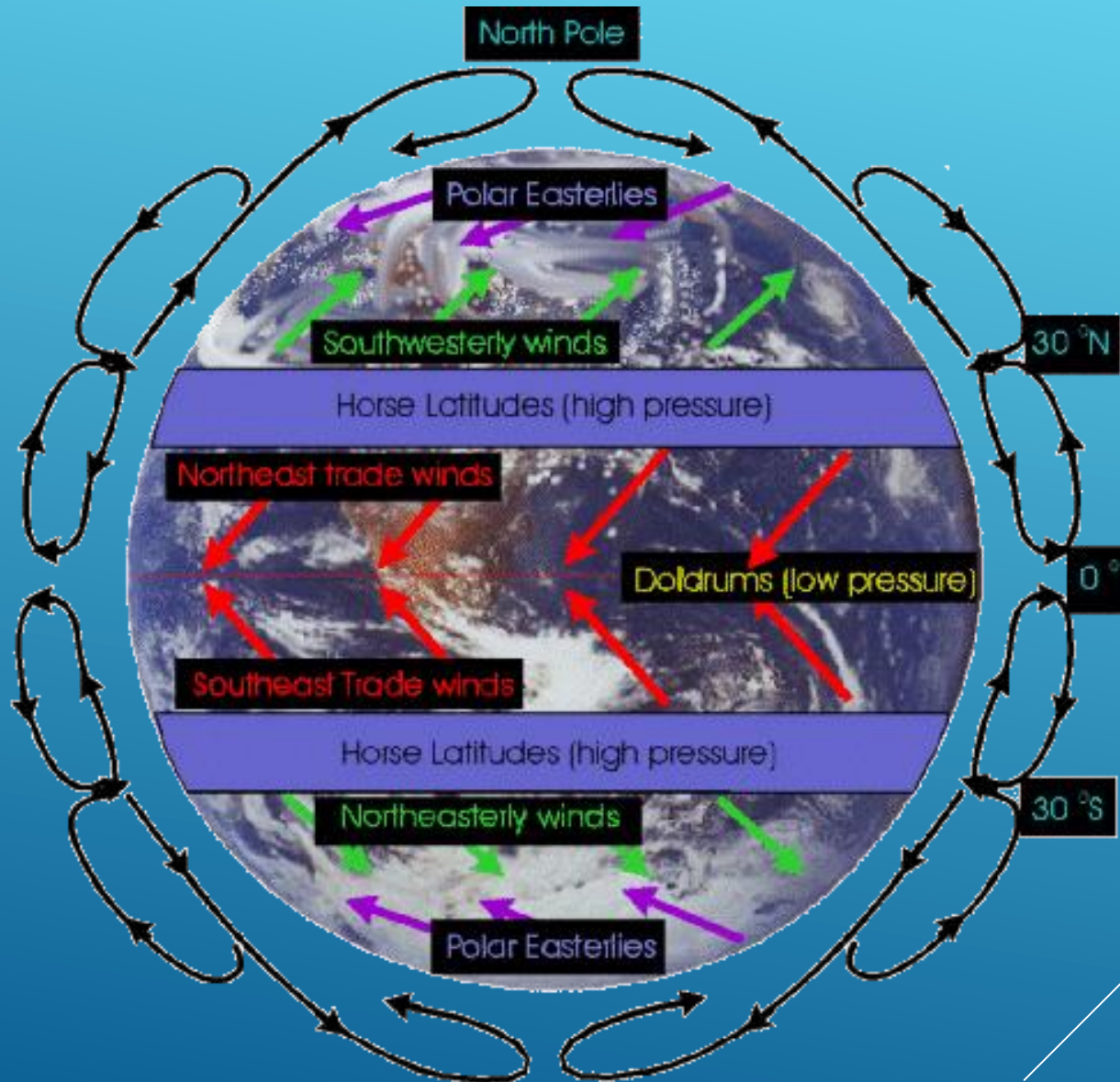
a. Düzgün devamlı rüzgarlar

b. Düzgün olmayan ve devamsız rüzgarlar: Tayfun, Tornado, Girdap gibi büyük boyutlu rüzgarlardır.

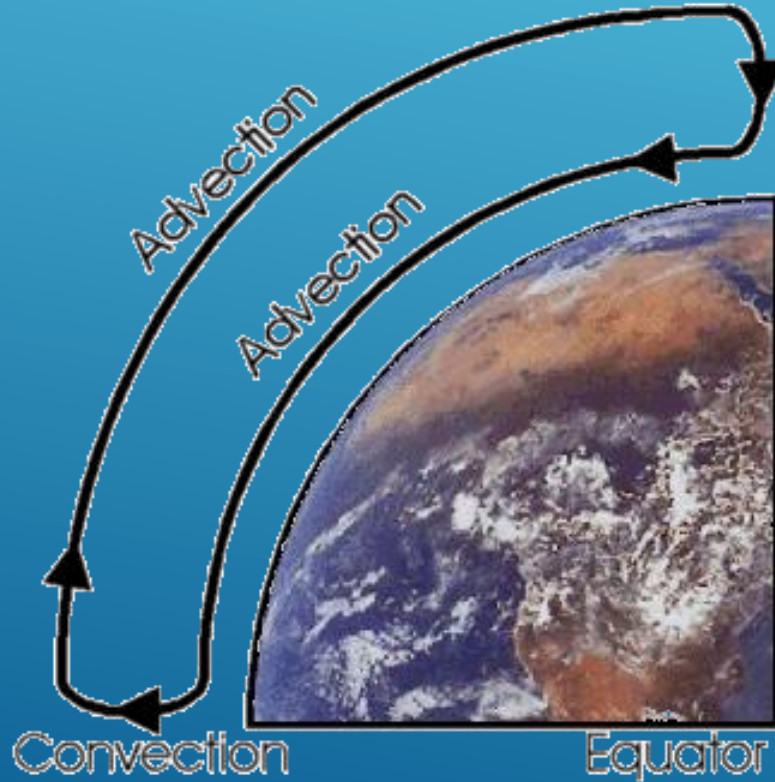
Düzgün devamlı rüzgarlar

1. Alize rüzgarları (Ticaret rüzgarları): Bu rüzgarlar, her mevsimde gerek kuzey yarımkürede, gerek güney yarımkürede 30° enlemi üzerinde bulunan yüksek basınç kuşağından ekvator üzerindeki alçak basınç kuşağına doğru hareket ederler. Kristof Kolomb'un gemisiyle Amerika'yı keşfetmesinde bu rüzgarlar önemli rol oynamışlardır.

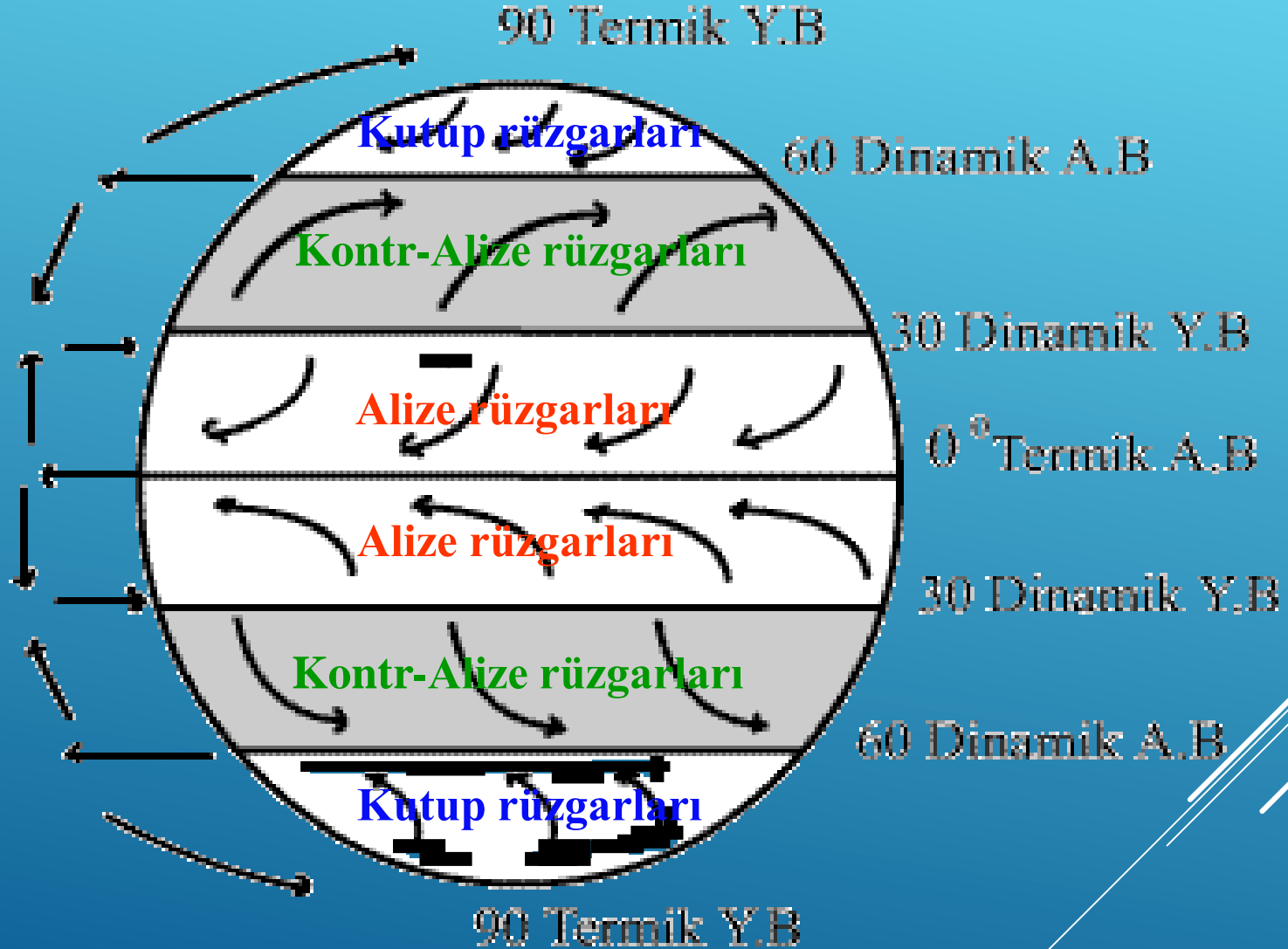
Alize rüzgarları



2. Kontr-Alize rüzgarları (Batı rüzgarları): Alize rüzgarlarının oluşmasına neden olan hava ısınır ve oluşan alçak basınç merkezlerinde yukarı doğru yükselir. Yükselen hava kütleleri bir süre sonra alize rüzgarlarının aksi yönünde olmak üzere harekete başlar ve **Kontr-Alize rüzgarlarını** oluşturur. Kontr-Alize rüzgarlarının Alize rüzgarlarından farkı, Alize rüzgarlarının aksi yönünde ekvatorдан kutuplara doğru hareket etmeleridir.



Alize ve Kontr-Alize rüzgarları



3. Muson rüzgarları: Bu rüzgarlar bütünüyle mevsimleri ilgilendiren rüzgarlardır. Genel olarak yazın karaların denizlerden, kışında denizlerin karalardan daha sıcak olduğu bilinmektedir. Böylece karalar üzerinde denizlere göre daha düşük bir basınç alanı oluşacaktır. Bu şekilde oluşan alanlarda yüksek basınçtan alçak basınca doğru hava hareketi başlar. Yazın denizlerden karalara, kışında karalardan denizlere doğru bu rüzgarlar eserler. En çok görüldüğü bölgeler Tropikal ve Subtropikal bölgelerdir. Asya'nın güney sahilleri Muson rüzgarlarına çok uygundur. Bu bölgelerde esen muson rüzgarları, alize rüzgarlarının aksi yönünde estikleri zaman alize rüzgarlarının etkilerini ortadan kaldırır ve yalnız kendilerini hissettirir. Alize rüzgarları ile aynı yönde estikleri zaman rüzgarı daha da kuvvetlendirirler.

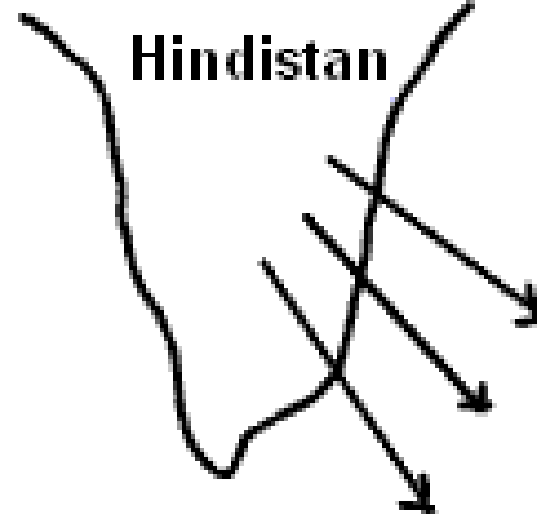


Muson rüzgarları



Hint Okyanusu

Yaz Musonu



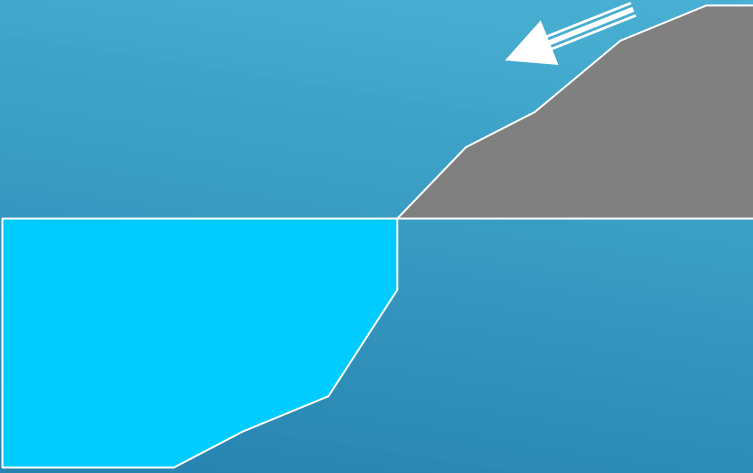
Hint Okyanusu

Kış Musonu

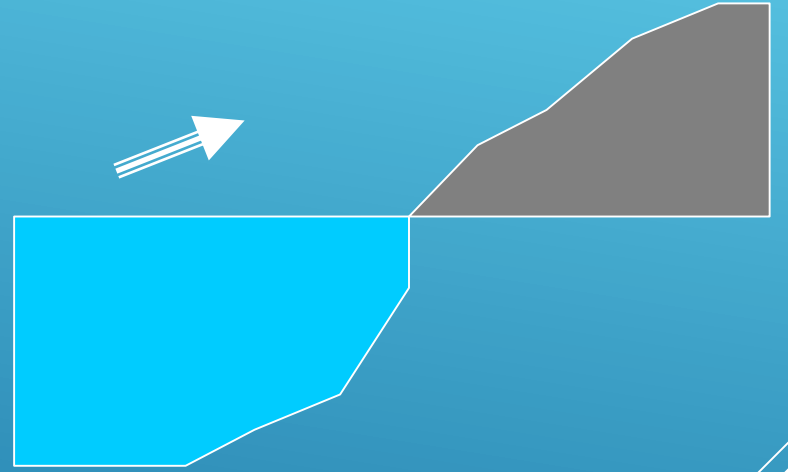
4. Meltem rüzgarları: Gece ve gündüz, karalar ve denizler arasında görülen sıcaklık farklarından doğan ve oluşu itibariyle musonlara benzeyen bir rüzgardır. Bu rüzgarlar atmosferin alt tabakalarında 150-200 m yüksekliğe kadar kendilerini hissettirebilirler. Bunlara **Meltem Rüzgarları** denir.

Karalarla denizler arasında olan **Kara ve Deniz Meltemi** adını alan bu rüzgarlar, dağ ve vadi arasındaki sıcaklık farkından dolayı buralarda eserek **Dağ ve Vadi Meltemleri** adını alırlar. İzmir ve çevresinde esen deniz meltemine **İmbat** adı verilir.

Kara ve Deniz Meltemleri

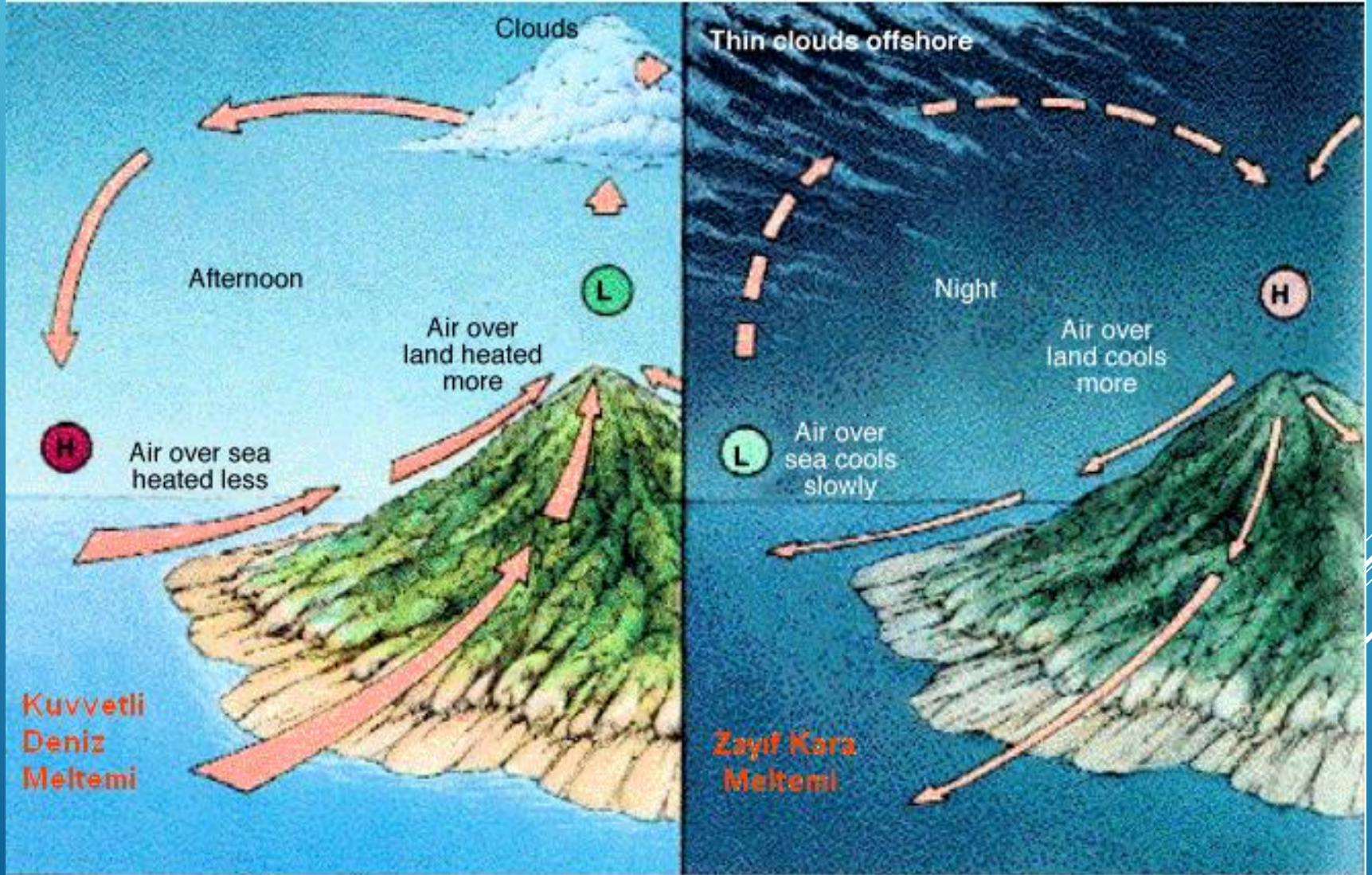


Gece
Kara Meltemi

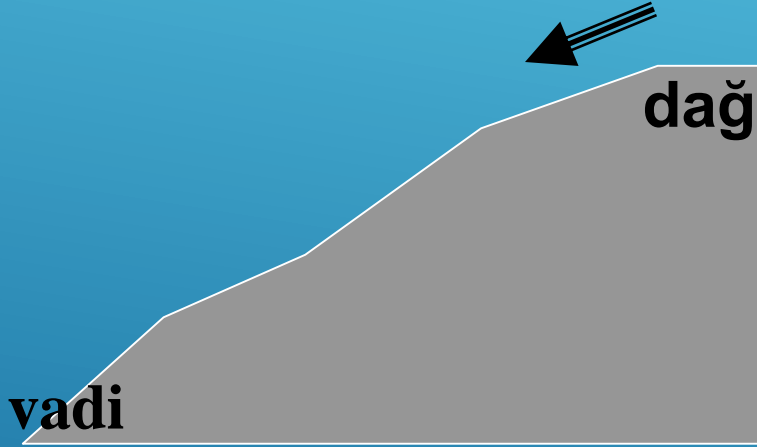


Gündüz
Deniz Meltemi

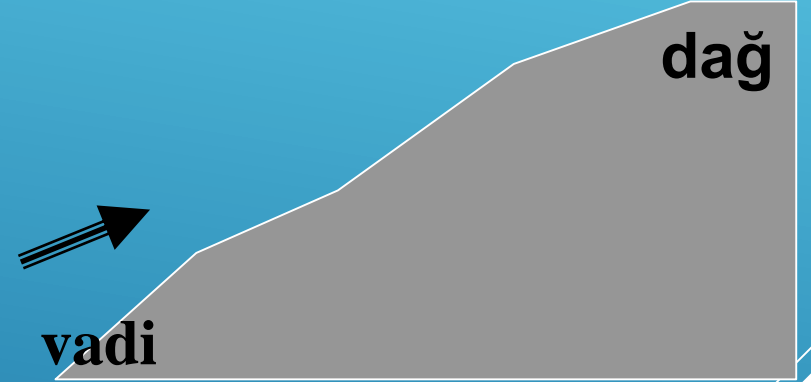
Kara ve Deniz Meltemleri



Dağ ve Vadi Meltemleri

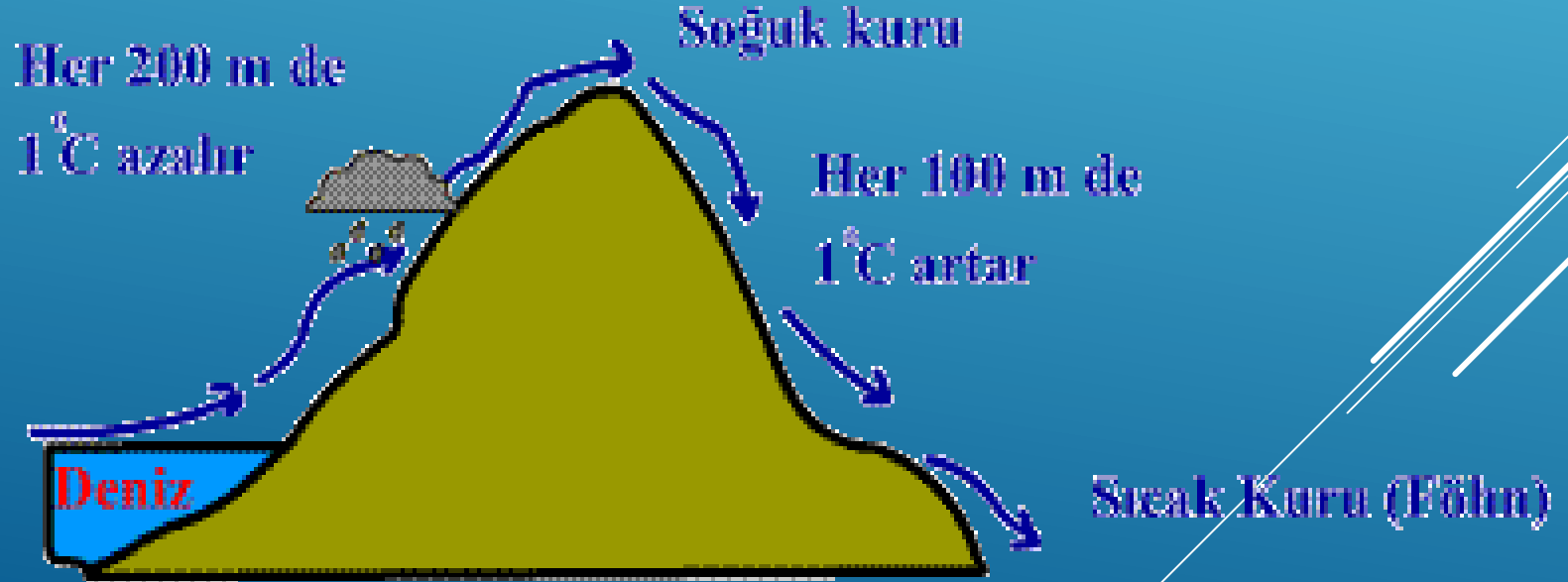


Gece
Dağ Meltemi



Gündüz
Vadi Meltemi

5. Fön rüzgarları: Bu rüzgarlar genellikle dağlık alanlarda görülmektedir. Bu rüzgarların meydana gelmesi için iki koşulun bulunması gerekir. Bunlardan birincisi hava kütlelerinin bir yerden diğer bir yere hareket etmeleri, ikincisi de hareket yönlerinde yüksek bir engelin yani dağın bulunmasıdır. Bu şekilde hareket eden hava kütleleri dağın bir yamacına çarptıkları zaman yükselmek zorunda kalırlar. Yükseliş anında nemini kaybeden hava kütleleri dağın diğer yamacından aşağıya doğru inerken ısınmaya başlar ve aşağı indiğinde kuru ve sıcak bir karakter kazanır. Bu rüzgarlara **Fön Rüzgarları** adı verilir.



Diğer düzgün ve devamlı rüzgarlar ise **Sirokko, Hamsin, Bora, Mistral** ve **Krivetz** rüzgarlarıdır.

Sirokko rüzgarları, Cezayir, Tunus ve İtalya'da görülür. Bu rüzgarlar Kuzey Afrika'nın çöl alanlarında yüksek basınç alanının, Batı Akdeniz'de alçak basınç alanının bulunması sonucu oluşurlar. Kuru ve tozlu olan bu rüzgarların estiği bölgelerde sıcaklığın zaman zaman gölgede 50 °C'nin üzerine çıktığı görülmektedir.

Hamsin rüzgarları, karakter olarak Sirokko ile aynı olup Mısır'da görülmektedir.

Bora rüzgarları, Kuzey İtalya, Adriyatik denizi ve Dalmaçya kıyılarında esen kuvvetli, kuru ve soğuk karakterli rüzgarlardır. Kış mevsiminde sıcak alanlar üzerinde alçak basınç merkezine, soğuk alanlardaki yüksek basınç merkezinden gelen soğuk hava kütesinin oluşturduğu rüzgarlardır. Bu rüzgarlar estikleri yerlerin sıcaklığını çok düşürürler. Ülkemizde Akdeniz kıyılarında görülmektedir.

Mistral rüzgarları, Fransa'nın güney kıyılarında esen kuru, soğuk karakterli rüzgarlardır. Fransa'nın kuzeyinde bir yüksek basınç alanınının, Batı Akdeniz'de bir alçak basınç alanınının oluşması ile gelişirler. Bu rüzgarlar özellikle dar vadilerden geçerken kuvvetlenmekte ve hızı 130 km/h'ye kadar çıkmaktadır.

Krivetz rüzgarları, Romanya ve İtalya'da esen soğuk karakterli rüzgarlardır. Bu rüzgarlar Rusya üzerinde bir yüksek basınç merkezi, İtalya üzerinde bir alçak basınç merkezi olduğu zaman meydana gelmekte ve Rusya'nın soğuk havasını getirdiği için estiği bölgelerin sıcaklığını zaman zaman - 15 °C'ye düşürmektedir.

Etezyen Rüzgarlar: Nisan ayından itibaren Eylül ayına kadar düzenli olarak kuzeybatı Avrupa üzerinden Basra'ya doğru genel bir hava akımı oluşur. Marmara ve Ege Bölgesini etkisi altına alan, kuru ve soğuk karakterli olan bu rüzgarlara **Etezyen rüzgarlar** adı verilmektedir. Toroslari aşan bu rüzgarlar Fön rüzgarlarını oluştururlar.

Ülkemizde Güneyden esen sıcak ve kavurucu rüzgarlar ise **samyeli** olarak adlandırılmaktadır.

Sirokko, Mistral, Hamsin, Krivetz, Bora, Etezyen ve Samyeli



Düztün olmayan ve devamsız rüzgarlar

Düztün olmayan ve devamsız rüzgarlar, hava kütlelerine, siklon ve antisiklon merkezlerine bağlı olarak oluşan rüzgarlardır. Bu rüzgarların bir özelliği de hem kendi eksenleri etrafında hem de belirli bir yönde hareket etmeleridir. Fırtınaları oluştururlar. Siklon ve antisiklonlar dağıldıklarında bu rüzgarlarda kaybolurlar.

Düztün olmayan devamsız rüzgarlar iki grupta toplanırlar.

a. Siklonik rüzgarlar

b. Antisiklonik rüzgarlar

Siklonik rüzgarlar alçak basınç, antisiklonik rüzgarlar ise yüksek basınç merkezinde görölmektedir. Siklonik olan fırtınalar daha enerjik ve daha kuvvetlidir.

Siklonik fırtınalar içinde; **Harikeyn (Hurricane)**, **Tayfun**, **Tornado** ve **Girdap** yer almaktadır.

Harikeyn'ler genellikle Hint adaları çevresinde meydana gelirler. Bazen Meksika körfezi ve Amerika'nın iç kısımlarında da görölmektedir. Bu fırtınalar Atlas Okyanusunda çok tehlike yaratırlar.


Tayfun'lar da aynı tip fırtınalar olup daha çok Japon denizinde görülürler.

Tornado'lar da aynı tip özelliklere sahiptir. Diğerlerinden farkı daha küçük çapta oluşmaları ve kısa süreli olmalarıdır. Alçakta oluştuklarında hortum meydana getirirler.

Girdap (hortum)'lar ise kuru bir atmosferde fazla ısınan havanın tozla beraber yükselmesi sonucu oluşur.

Antisiklonik rüzgarlar ise fırtına karakterinde olmayan, genel olarak hava kütlelerinin normal şekillerde akışları halindeki rüzgarlardır. Yüksek basınç alanlarında merkezden çevrelerine doğru eserler.

Rüzgarların Yararları

1. Birçok bitkide tozlanma ve dölleme olayına yardım eder.
 2. Bitkide kök gelişimini destekler.
 3. İlkbaharda nemli arazileri daha çabuk kurutur, böylece toprak erken işlenebilir.
 4. Isıyı taşıdığı için bitkileri serinletir.
 5. Biçilmiş otların ve tahılların kurumalarını sağlar.
 6. Havayı temizler.
 7. Enerji sağlar.
- 

Rüzgarların Zararları

1. Rüzgarın mekanik etkisiyle dallar kırılıp ürün hasara uğrayabilir.
2. Evapotranspirasyonu artırır, toprağı kurutur.
3. Kışın don olayı etkisini artırır.
4. Yazın kurutucu ve yakıcı etkisi vardır.
5. Bazı hastalıkların sporlarını yayar.
6. Açık alanlarda rüzgar erozyonuna neden olur.

Bu zararlı etkilerden bazıları rüzgar kıranlarla engellenebilir.