

JAA ATPL Eđitimi

(METEOROLOJİ)

Hazırlayan: İbrahim CAMALAN
Meteoroloji Mühendisi

2012

Yüksek Seviye Rüzgarları (Upper Winds)

- İzobarlar düz ve paralel ise yüzey sürtünmesinin etkisinden uzak serbest atmosferdeki hareketi inceliyoruz demektir. Bu durumda jeostrafik akıştan söz edilebilir.
- Bu durumda oluşan rüzgarda Yanızca basınç gradyan kuvveti ve Coriolis kuvveti etkindir ve oluşan rüzgar basınç eğrilerine paralel olarak eser

$$\text{Geostrafik rüzgar hızı formülü } V = \frac{\text{PGF}}{2\Omega\rho\sin\theta}$$

V= Rüzgar hızı

Ω =Dünyanın çısal dönüş hızı

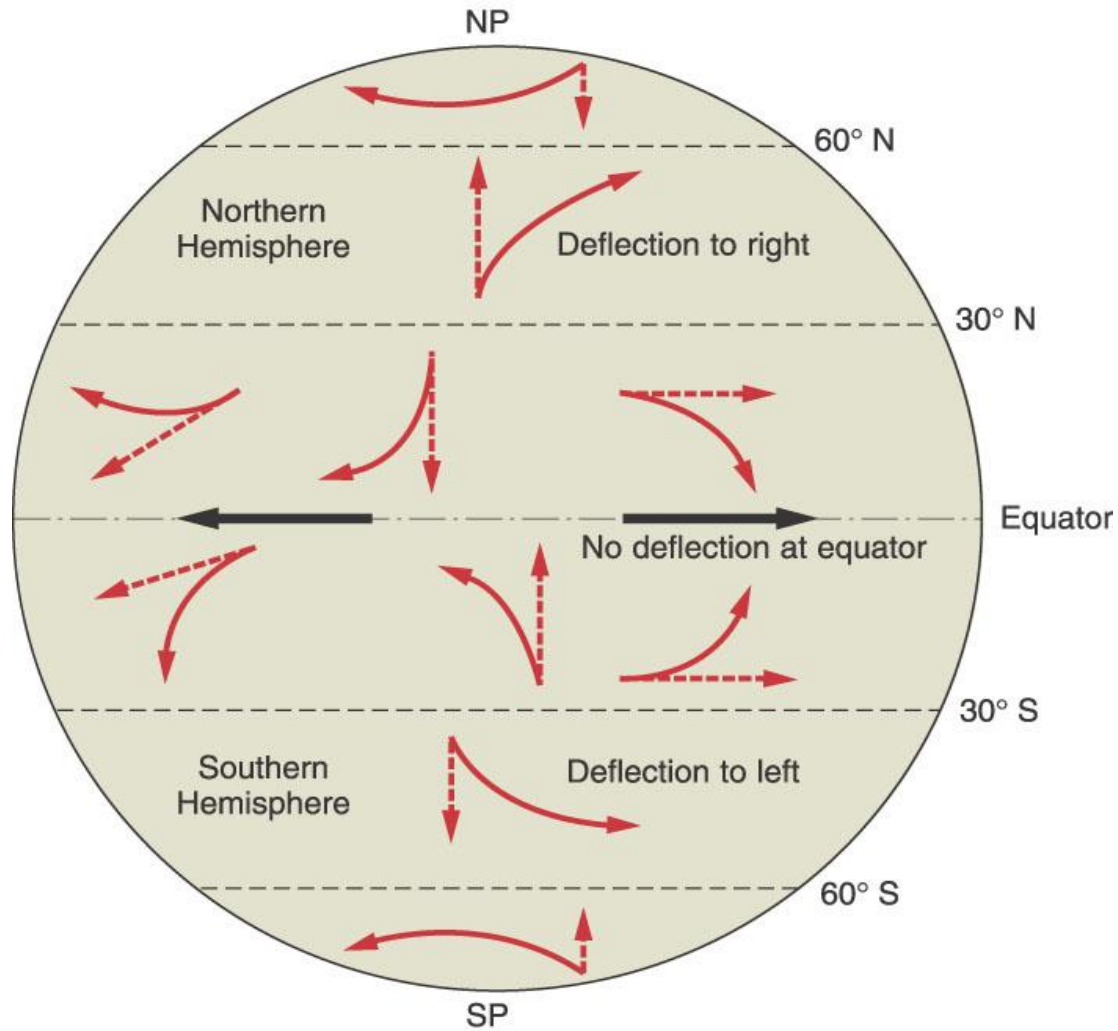
ρ =Yoğunluk

θ =Enlem

$2\Omega\sin\theta$ → Koriyolis kuvvet (NH hareketin sağına, SH hareketin Soluna)

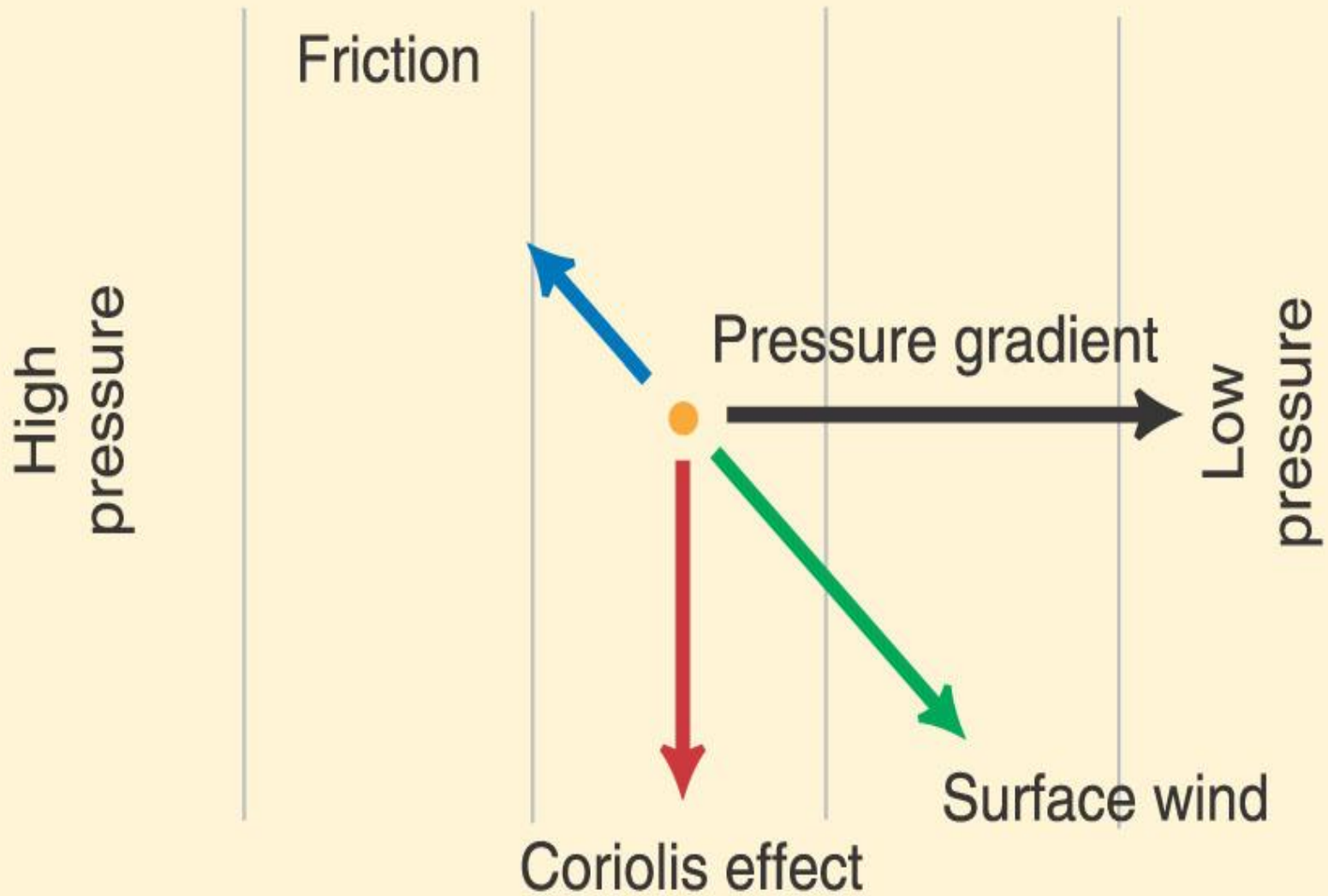
Coriolis Effect

Maximum deflections at pole

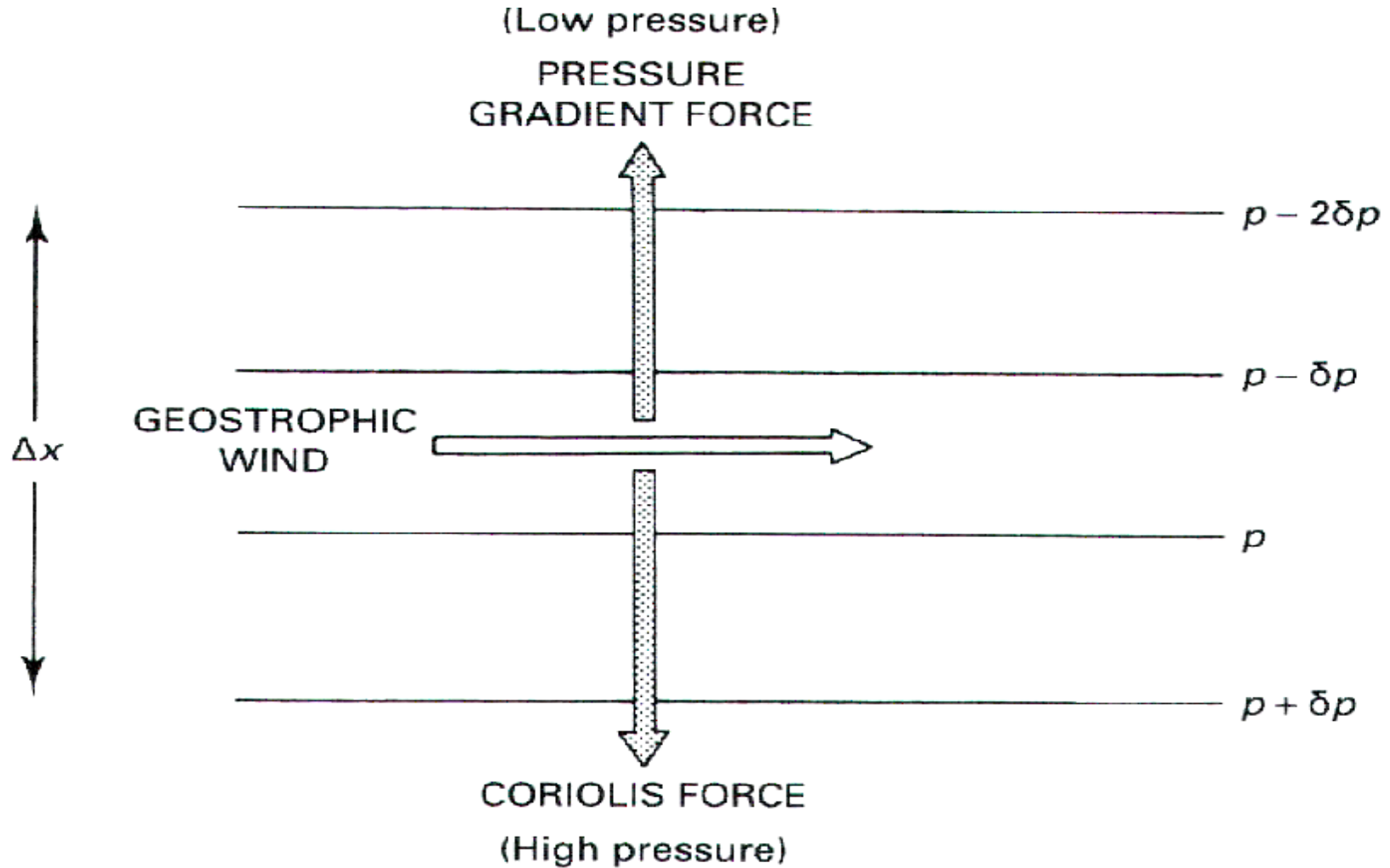


Maximum deflections at pole

SURFACE WIND



GESTROPHIC WIND



Yüksek Seviye Rüzgarları (Upper Winds)

Yere yakın seviyelerdeki rüzgarlar gibi yüksek seviye rüzgarları da aynı kuvvetlerin etkisi ile ortaya çıkar. (basınç gradyan kuvveti, Koriyolis kuvveti ve merkezkaç kuvvet)

Yani, Geostrafik rüzgarı elde etmek için kullandığımız formülü yüksek seviye rüzgarlarını elde etmek içinde kullanabiliriz.

$$V = \frac{PGF}{2\Omega\rho\sin\theta}$$

Formüle göre rüzgar hızı yoğunlukla ters orantılı olduğuna göre yükseklik arttıkça yoğunluk azalacağından, rüzgar hızının artması beklenebilir.

Örneğin: 20000 ft yükseklikte yoğunluk yaklaşık olarak yerdeki yarısı kadar olduğuna göre rüzgar hızıda yerdeki iki katı civarında olması gerekir.

Termal Rüzgar Bileşenleri

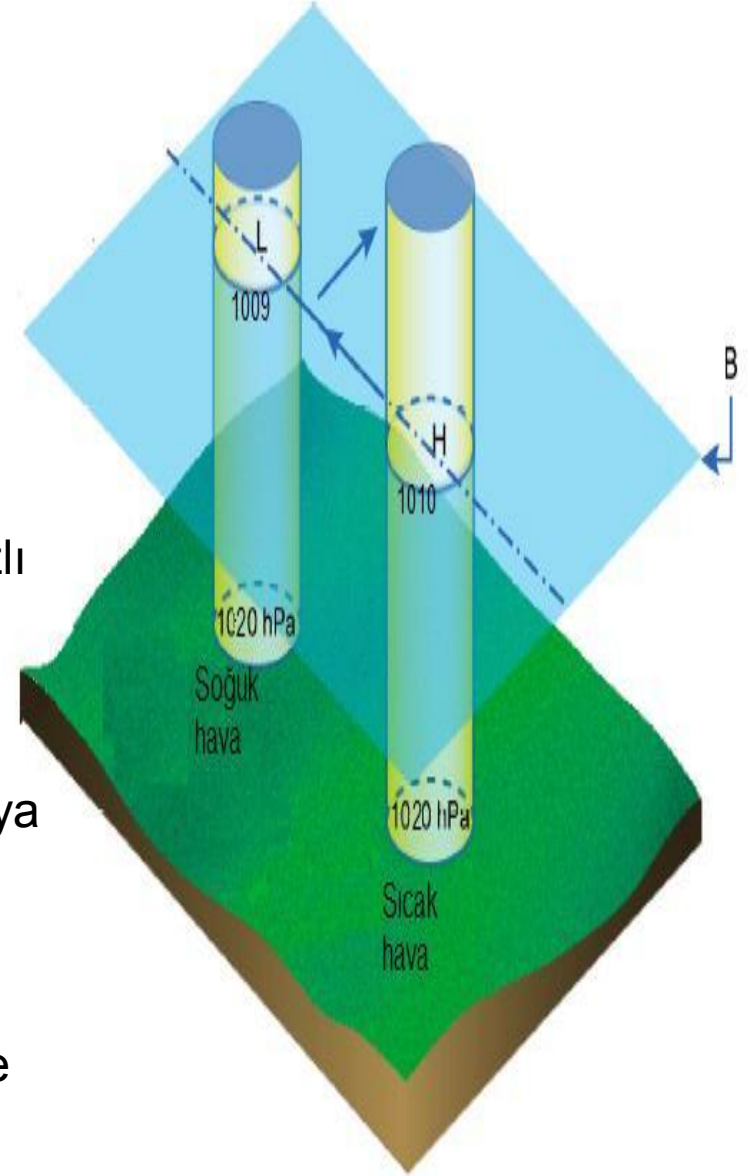
Yanıdaki şekilde iki hava sütunu görülmektedir. Bunlardan biri sıcak hava diğeri de soğuk hava. Her iki hava sütununun sahip olduğu yer basıncının aynı değerde olduğunu varsayalım (örnekte 1020 hPa)

Sıcak hava düşük yoğunluktan dolayı yukarı doğru genişleme eğilimi gösterecek, soğuk hava ise yüksek yoğunluktan dolayı çökme eğilimi gösterecektir.

Yükseklikle Basınç düşüşü Soğuk havada daha hızlı Sıcak havada ise daha yavaş olacaktır.

Bu yaklaşımdan yola çıkarak yukarı da aynı yüksekliğe sahip bir seviyede soğuk hava sütununun üzerindeki basınç değeri sıcak havaya nazaran daha düşük olacaktır.

Bu durumda bu seviyede sıcak hava sütunu üzerinde yüksek basınç, soğuk hava sütunu üzerinde ise alçak basınç olacaktır. Bu seviyede basınç gradyanı sıcak hava sütunundan soğuk hava sütununa doğru olacaktır.



Termal Rüzgar Bileşenleri

Buys Ballot kuralları:

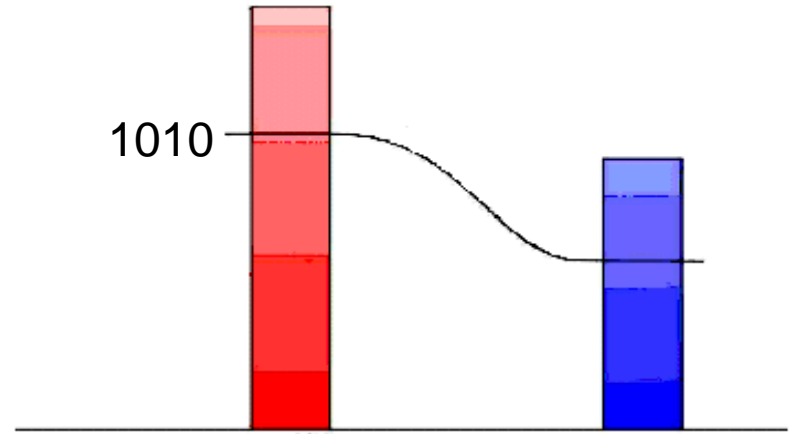
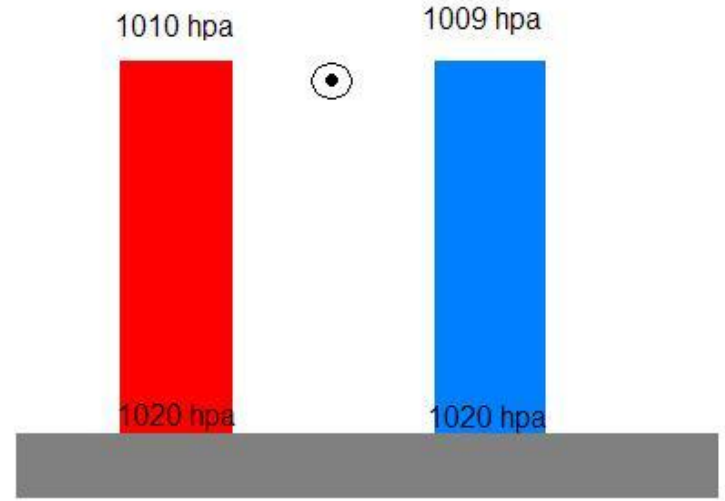
Kuzey yarım kürede Rüzgarı arkanıza aldığınızda Alçak basınç solunuzda kalır.

Bu kuraldan yola çıkarsak yandaki örnekte alçak basıncı solunuza aldığımızda rüzgar akışının ekrandan bize doğru olması gerekir.

Buda bize ballot kuralı benzeri yeni bir kural verir.

Kuzey yarım kürede yüksek seviye rüzgarını arkanıza aldığınızda soğuk hava solunuzda kalır.

Güney yarım kürede ise bu kuralların tam tersi geçerlidir.

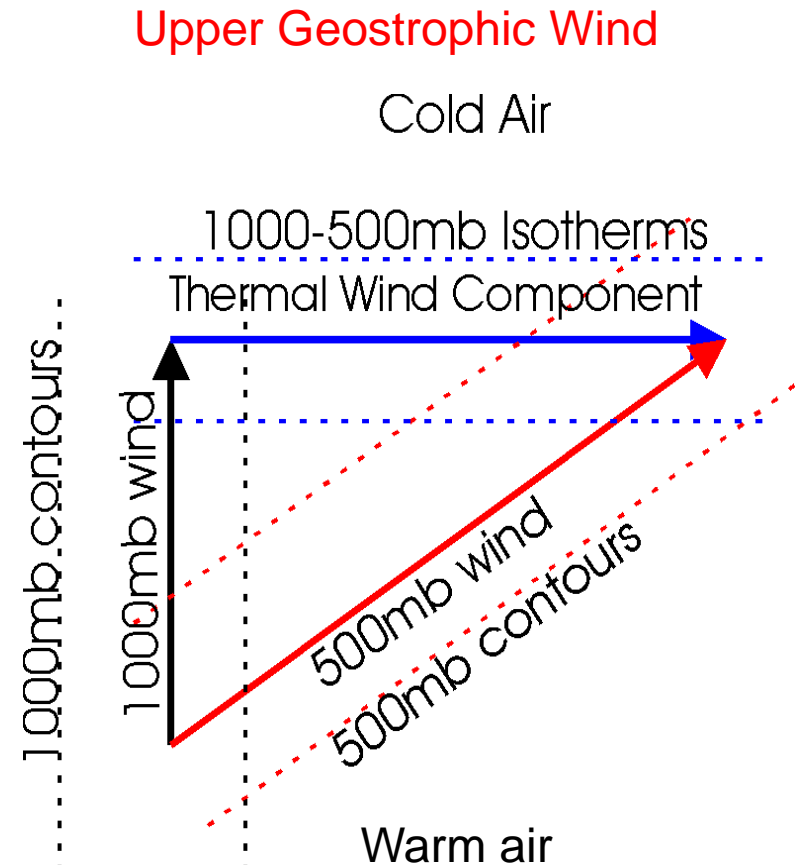
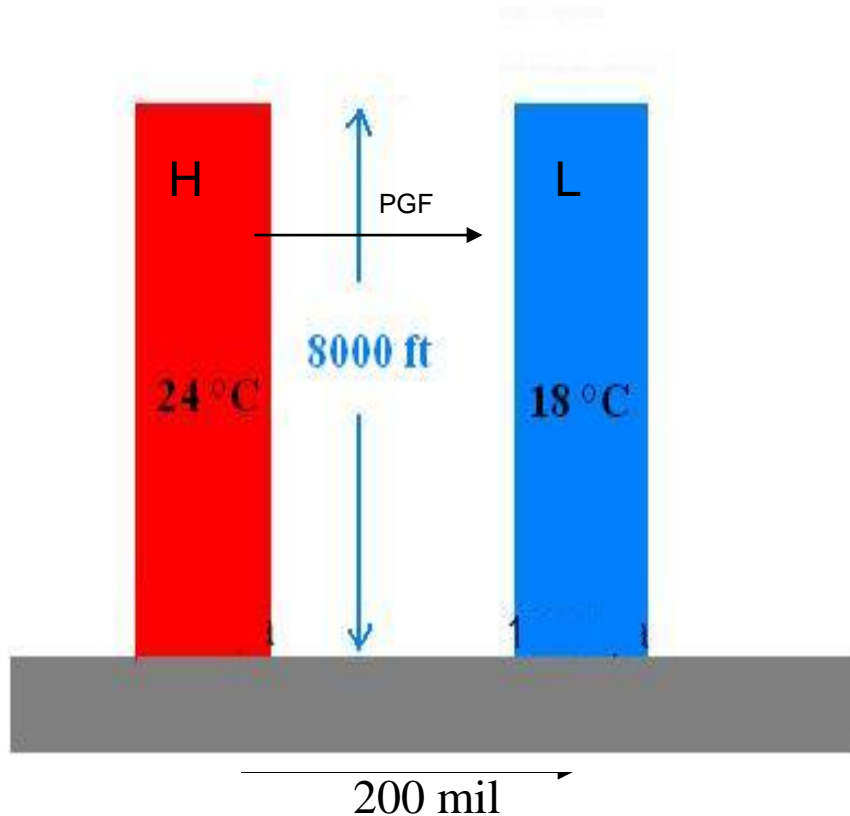


Termal Rüzgar Bileşenlerinin hesaplanması

Termal Rüz. Hızı=Sıc Girad X 100 mil X (Yükseklik farkı (ft) / 1000)

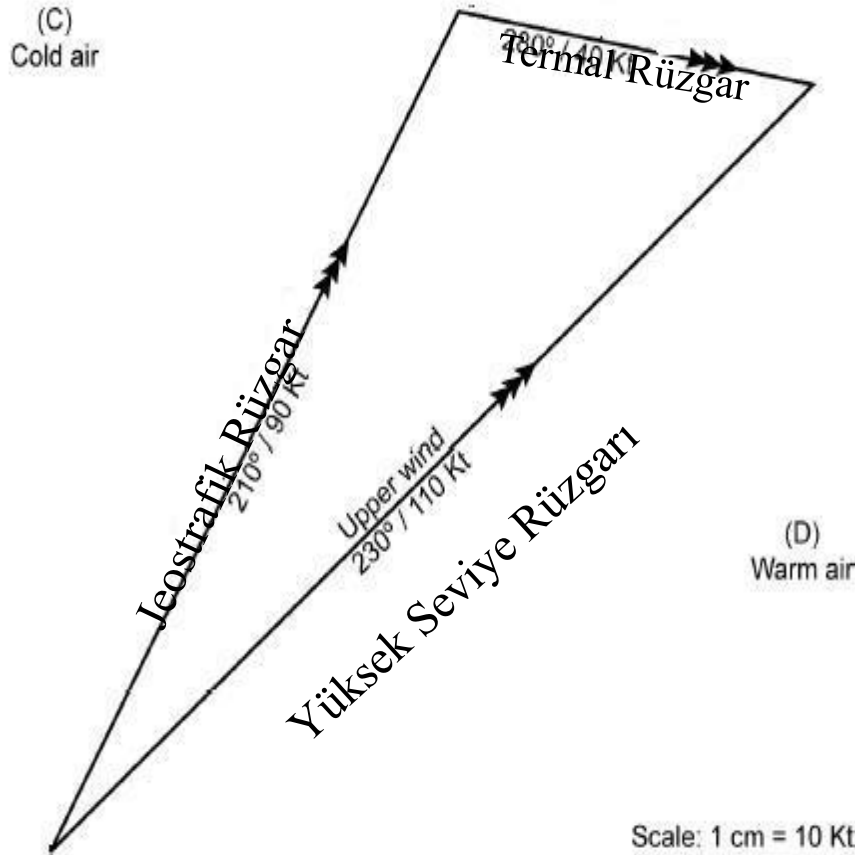
$$TW = [(24-18)/2] \times (8000/1000)$$

$$TW = 24 \text{ KT}$$



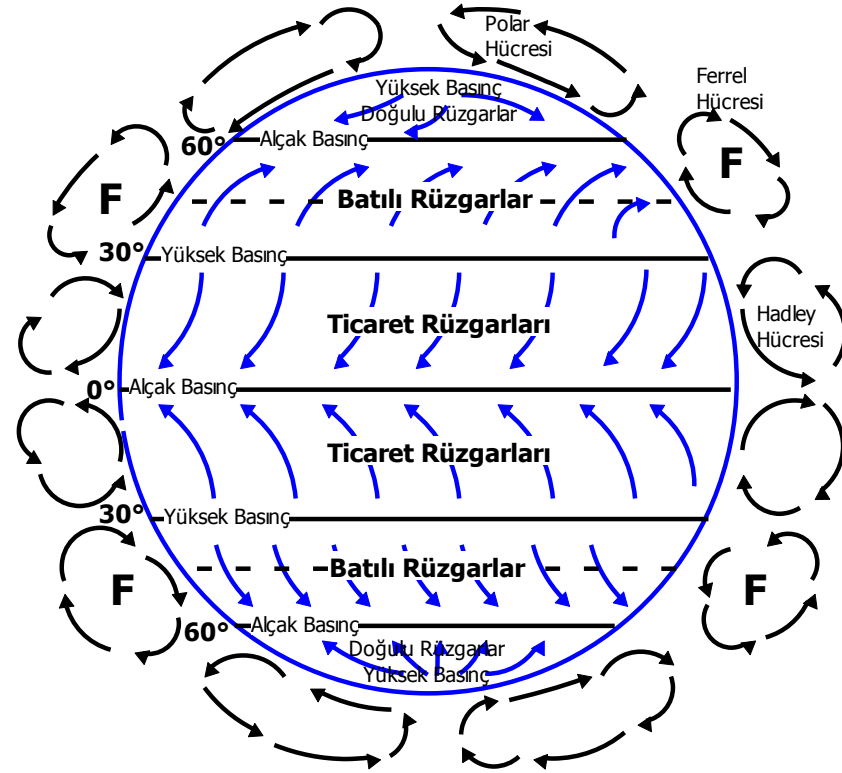
Yüksek Seviye Rüzgarı (Upper Wind)

- Yüksek seviye rüzgarı Jeostrafik rüzgar ile Termal rüzgarın bileşke vektörü olarak ortaya çıkar.
- Eğer Jeostrafik rüzgar sakin ise herhangi bir seviyedeki yüksek seviye rüzgarı basit olarak o seviye ile 2000 ft seviyesi arasındaki tabakanın termal rüzgar bileşeni olmalıdır.



Küresel Yüksek Seviye Rüzgarları (Global Upper Wind)

- Ekvator üzerinde kuvvetli güneşlenme sebebi ile çok sıcak bir hava vardır ve kutuplara doğru gidildikçe sıcaklık azalır. Kuzey yarım kürede rüzgarın solunda güney yarımkürede ise rüzgarın sağında düşük sıcaklıklar kalır. Heriki durumda da rüzgarlar batılı olacaktır.
- Ancak bu durum Tropikal kuşakta ve kutuplarda oluşan yüksek basınçlar nedeni ile bu bölgelerde tersine döner. Rüzgar Yüksek basınç merkezlerinden alçak basınç merkezlerine doğru olacağından Tropikal kuşaktan ekvator kuşağına doğru kuzey yarım kürede kuzeyli güney yarımkürede ise güneyli rüzgarlar oluşur.
- oluşan bu rüzgarlar koriyolis kuvvetinin etkisi ile kuzey yarım kürede sağa güney yarımkürede ise sola yönelirler. Bu sirkülasyon sonucunda bu kuşaktaki rüzgarlar kuzeydoğulu ve güneydoğulu olur.



JET AKIMLARI (Jet Streams)

Jet Stream: Rüzgar hızı 60 knot'tan büyük değere sahip olan kuvvetli dikey ve yatay rüzgâr shearleriyle karakterize edilen boru şeklindeki kuvvetli rüzgar koridorudur.

Haritalarda Eşit rüzgar hız kıymetlerini birleştiren çizgiye “İZOTEKS”,

Jet merkezinin etrafındaki ilk izoteks hattına ise “JET KORU” denir

JET AKIMLARI (Jet Streams)

Jet Akımlarının Karakteristik Özellikleri:

a) Boyutları:

- Uzunlukları birkaç bin kilometre (1000-1500 mil)
- Geniřlięi birkaç yüz kilometre (150-250 mil)
- Kalınlığı birkaç kilometre (10000-15000 ft)

b) Rüzgâr Hızı:

Bir rüzgar akımın jet akımı olarak adlandırılması için jet ekseninde rüzgâr hızının en az 60 knot olması gerekir. 250 hPa seviyesinde olan bir jet akımında rüzgâr hızı 60 ila 100 knot arasındadır. Ancak zaman zaman jet çekirdeğinde rüzgâr hızı 120 ila 150 knot'a kadar çıkabilir.

150 knot rüzgâr hızına sahip jet akımları kuvvetli akımlar olarak değerlendirilir. Rüzgâr hızının 250 knot'a kadar ulaştığı jet akımlarına çok seyrek rastlanılır ancak 300 knot hıza sahip jet akımı rasat edilmiştir.

Jet akımları sadece yüksek rüzgâr hızlarıyla değil aynı zamanda düşey ve yatay rüzgâr shearleriyle de karakterize edilirler. İki seviye arasındaki rüzgâr hızının vektörel farkının bulunmasıyla elde edilen dikey rüzgâr shear'i 1000 feet'de knot olarak ifade edilir. Yatay rüzgâr shear'i her yüz milde knot olarak değerlendirilir. Bir jet akımında yatay rüzgâr sheari 100 milde 20-30 knot, dikey rüzgâr sheari 1000 feet'de 3-7 knot, kuvvetli akımlarda 6-10 knot'tır.



JET AKIMLARI (Common Jet Streams)

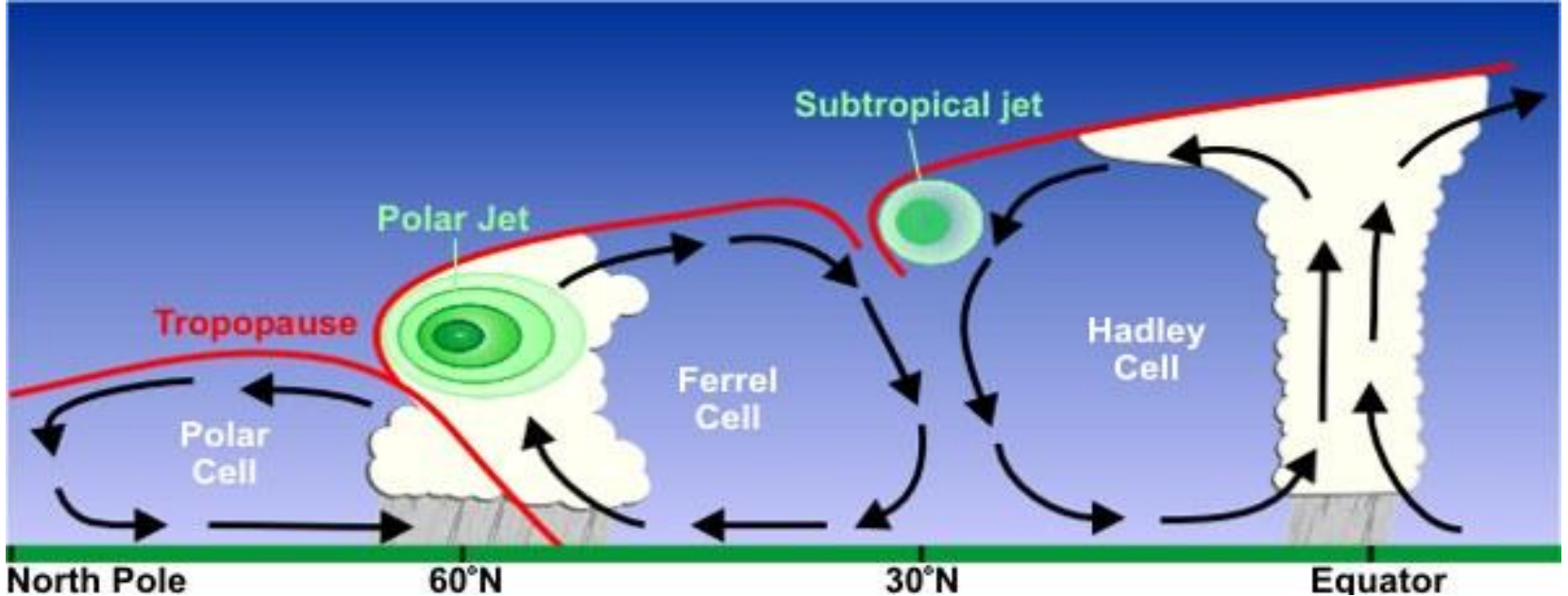
Aşağıdaki Tabloda Oluşum şekilleri ve yerleri farklı olan 4 ana jet stream verilmiştir.

	Enlem	Basınç Seviyesi
Polar Front Jet Stream	45° - 65° N/S	300 hpa- 30000 ft
Sub-Tropical Jet Sream	20° - 40° N/S	200 hpa- 45000 ft
Equatorial Jet Stream	10° - 15° N/S	100 hpa- 55000 ft
Polar Jet Stream	70° - 80° N/S	50 hpa- 75000 ft

Uçuş seviyelerinde en sık karşılaşılan Jet Stream tipleri Sub-Tropical ve Polar Front jet stream leri olduğundan bu iki jet streamin özellikleri ve oluşumu detaylı olarak anlatılacaktır.

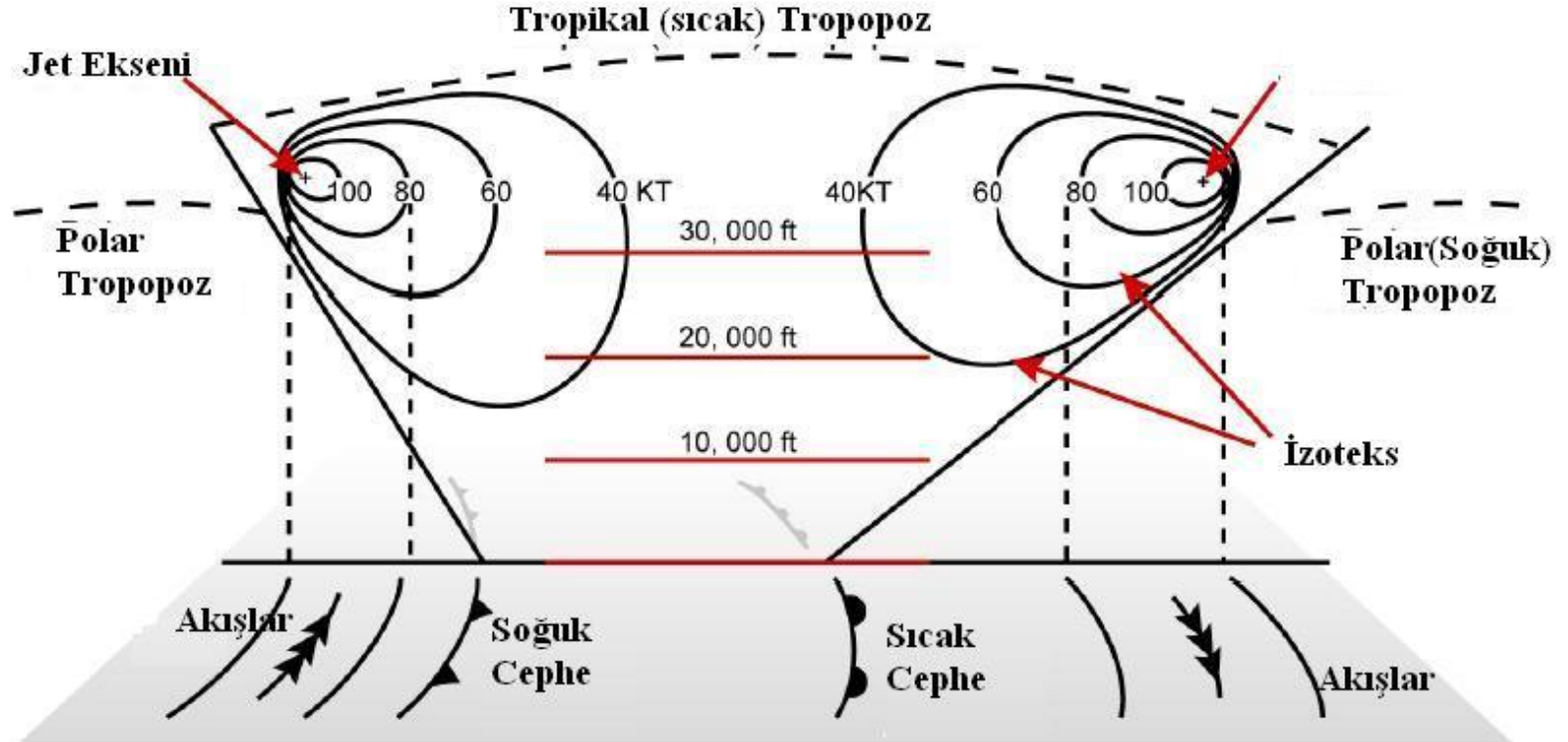
SUB-TROPICAL JET STREAM

- Ekvatordan yükselen ve kutuplara yönelen sıcak hava 30. enlem civarında orta enlemlerin batılı akışlarıyla karşılaşır. Yukarı seviyelerdeki bu iki sürkilasyon arasında kuvvetli bir yatay sıcaklık gradienti oluşur ve rüzgâr hızı artar. 25-30. enlemler arası, 40.000-50.000 feette oluşan bu jete subtropikal jet adı verilir.
- Tropikal sürkilasyonun (hücrenin) kuzey sınırı olarak kabul edebileceğimiz subtropikal jetler, kışın sıcaklık farkına bağlı olarak daha kuvvetli yazın daha zayıftırlar. Yazın 40-45. enlemlere kadar çıkabilirler.
- Subtropikal jetler alçak basınç, cepheler ve alçak merkezlerle ilişkili değildirler.



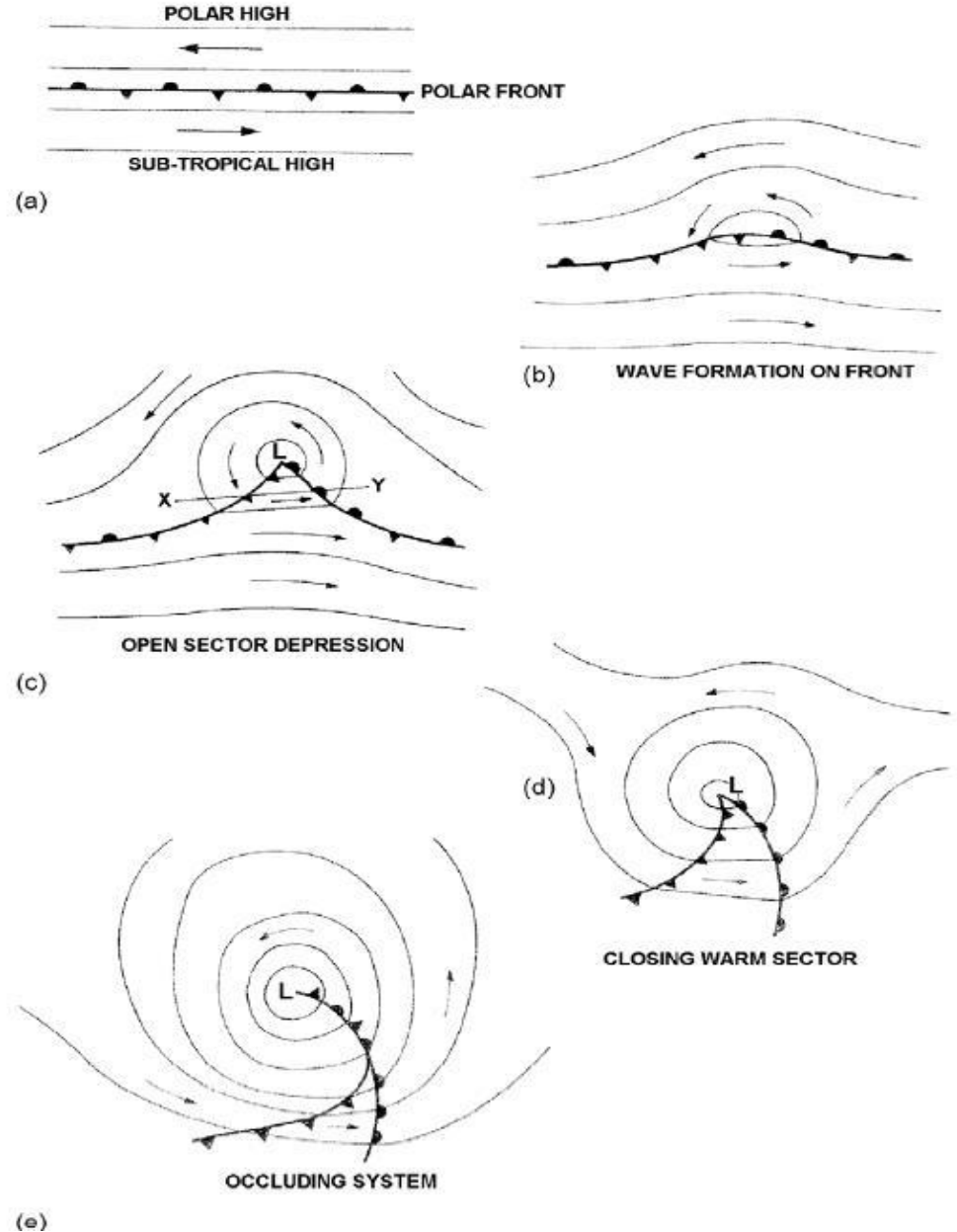
POLAR FRONT JET STREAM

- Polar Cephe Jet i adından da anlaşılacağı üzere Polar Cephe sistemleri üzerinde oluşur.
- Jet, bir siklon ve buna bağlı bir cephe sistemiyle alakalı olup, 40 ila 65 enlemler arasında bulunurlar. Kış mevsiminde güneye inerler, yaz mevsiminde kuzey enlemlere doğru çekilirler. Kış mevsiminde yurdumuzu etkileyen Akdeniz siklonlarının oluşumunda, Balkanlar ve Karadeniz üzerinden gelen soğuk havanın ve cephe sistemlerinin hareketlerini kontrol etmeleri açısından son derece önemlidirler.
- Cepheleri oluşturan aşağı seviyedeki yatay sıcaklık gradyanının yukarı atmosferde devam etmesi sonucu oluşan bu jetler. yatay sıcaklık farkının



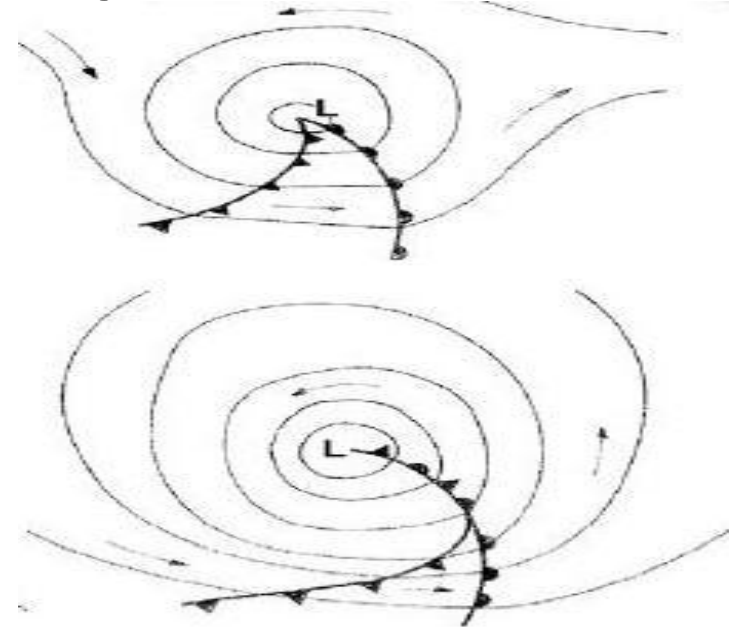
POLAR CEPHE ALÇAK BASINÇ ALANINDA RÜZGAR

- Yandaki şekilde bir polar cephe alçak basınç alanının gelişme safhaları ve bu safhalarda izobarların ve rüzgarların aldığı durum gösterilmiştir.
- **a aşaması:** Farklı sıcaklıkta ve birbirine göre ters rüzgâr akışları olan iki hava kütlesi mevcuttur.
- **b aşaması:** Güneydeki sıcak havanın yoğunluğunun az olması nedeniyle yükselmesi ve soğuk havaya doğru hafif bir dalgalanma yaptığı görülmektedir.
- **c aşaması:** Bu aşamada alçak basınç merkezi ve genç bir dalga oluşmuştur. Alçak basınç merkezi etrafındaki Rüzgarlar saatyönünün tersi istikamette bir akışa sahip olurlar.
- **d aşaması:** Sıcak havanın soğuk havaya kama şeklinde girişi devam etmiştir.
- **e aşaması:** Oluşan bu sıcak kamada oklüzyon cephesi teşekkül etmiştir.



POLAR CEPHE ALÇAK BASINÇ ALANINDA RÜZGAR

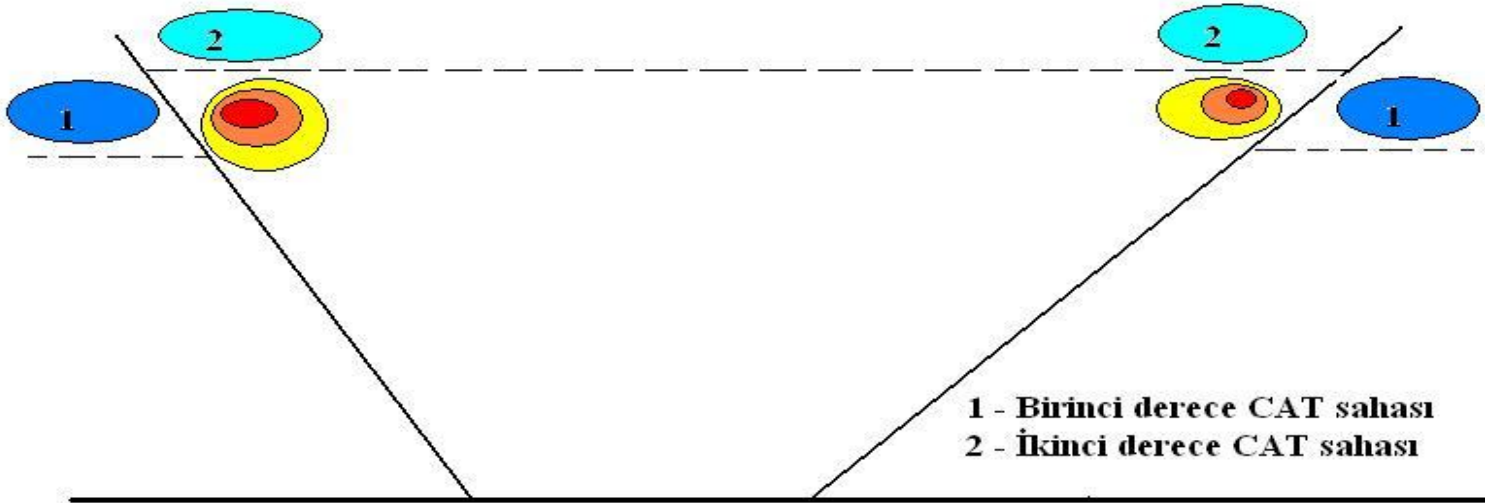
- Aşağıdaki tablo Polar Cephe Alçak Basınç alanında 2000 ft Rüzgarının ve yüksek seviye rüzgarlarının cephelerdeki durumunu göstermektedir.



Konum	2000 ft rüzgarı	Yüksek seviye rüzgarı	Trend
Sıcak Cepheye doğru	Güney-Batı lı	Kuzey-Batılı	Saat yelkovanı yönünde değişerek artar
Sıcak Sektör İçinde	Batılı	Batılı	Artar
Soğuk Cephe gerisinde	Kuzey-Batı lı	Güney-Batı lı	Saat yelkovanının ters yönünde değişerek artar

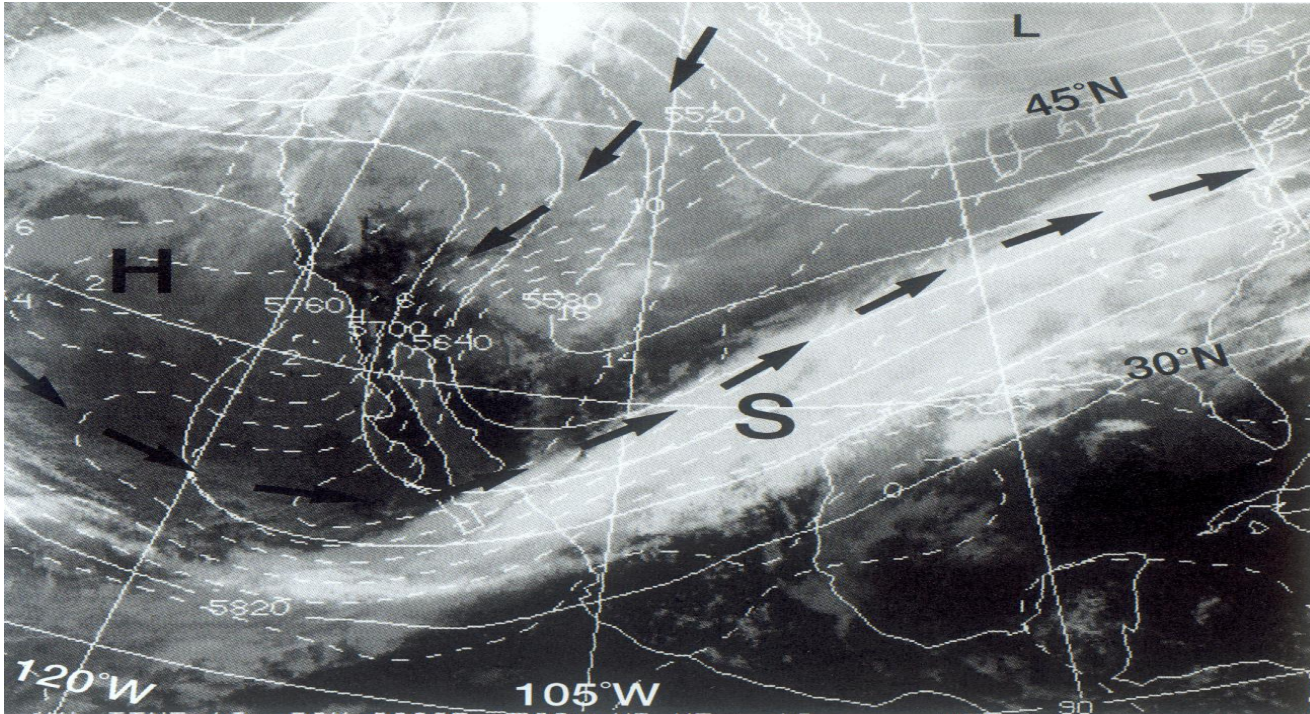
AÇIK HAVA TÜRBÜLANSI

- Açık hava türbülansı CAT (Clear Air Turbulance) bulut dışı açık havada meydana gelen türbülans olaylarıdır. CAT havacılar havacılık sektörü ve her türlü uçuculuk faaliyetleri için çok önemli bir tehlikedir.
- Kısa mesafede rüzgarın hızındaki ani değişimler sonucu oluşan windshear farklı hızda hareket eden atmosfer tabakalarının birbirleriyle sürtünmesi sonucunda türbülanslı bir alan oluşturur. Jet corunun soğuk hava tarafındaki windshear sıcak hava tarafındakine göre daha kuvvetlidir.
- kuvvetli CAT lerin çoğu Jet corunun soğuk hava tarafında soğuk tropopozun hemen üzerinde görülmektedir. Bunun yanında kuvvetli CAT lerin bir kısmında Jet corunun üzerinde bulunan sıcak tropopoz içerisinde görülmektedir.



JET Stream in belirtileri

- Bir Jet Stream alanını görerek tanımlamak çoğunlukla zordur. Ancak jet streamin olduğu seviyedeki hava biraz nemli ise bu durumda Jet eksenindeki kuvvetli düşey hareketler mevcut su buharının civardaki çok soğuk hava nedeni ile buz kristalleri haline dönüşerek cirrus bulutlarının teşekkül etmesine sebep olur (Süblimleşme).
- Jet stream cirrüsleri, rüzgârların iyi izlenmesi halinde antisiklonik dönüş yapan kısımlarda oldukça sık gözlenebilir. Jet streamin siklonik dönüş yaptığı yerlerde ise ender olarak cirrus bulutları görülebilir.
- Jet stream i teşhis etmenin en iyi yolu ise yüksek seviye rüzgar ve kontur kartlarını analiz etmek veya Havacılık amaçlı hazırlanan yüksek seviye kartlarını incelemektir.



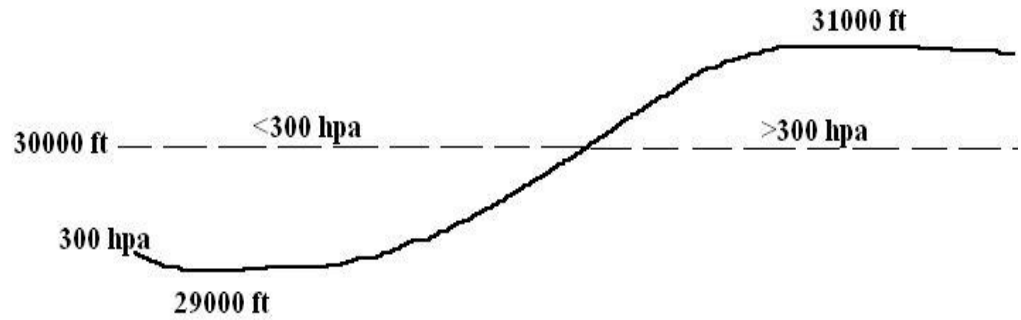
Yüksek seviye Contur Haritaları

- Yer seviyesine yakın seviyedeki rüzgarları öğrenmek için sinoptik yer kartları kullanılır. Bu kartlar izobarları (eş basınç eğrilerini) gösterir ve izobarlardan rüzgarın yönü tahmin edilebilir
- Yüksek seviye rüzgarları için ise farklı bir sistemle çizilen haritalar kullanılır. bu haritalar konturlardan oluşur.
- Kontur : eş yüksekliğe sahip noktaları birleştiren eğrilerdir. Eğer kontur çizgileri sıkışıkça eğimin dik olduğunu, seyrekse düz veya çok az eğimli olduğunu gösterir. Meteorolojide yüksek seviye haritalarında sabit basınç seviyesinin deniz seviyesinden olan yüksekliğini gösterdiği için, konturların sık olması o bölgede rüzgârın kuvvetli olduğunu, seyrek olması ise orada rüzgârın zayıf olduğu anlamındadır.

Bu kartlarda yükseklikler iki şekilde gösterilebilir birincisi Dekametre olarak , ikincisi ise fit olarak (100 fit bir birim olacak şekilde)

Metre cinsinden hazırlanan kartlarda kontur aralıkları genellikle 6 dekametrede bir kontur olacak şekildedir.

Basınç Seviyesi (hpa)	Eşdeğer Basınç Yüksekliği (ft)
700	10000
500	18000
300	30000
250	34000
200	39000
150	53000



Kalınlık Kartları

Rüzgarın yönünü anlamak için kullanılan başka bir kartta kalınlık kartıdır.

Kalınlık Kartı: Verilen iki basınç seviyesi arasındaki tabaka kalınlığını gösteren karta denir. Daha fazla yoğunluğa sahip olmasından dolayı düşük kalınlık değerleri soğuk havanın olduğu yerde, daha az yoğunluğa sahip olmasından dolayı da yüksek kalınlık değerleri sıcak havanın olduğu yerde elde edilecektir.

Eş kalınlık değerlerini birleştiren çizgilere **isopleths** denir

Termal rüzgar isopleths eğrilerine paralel eser. Kuzey yarım kürede isopleths eğrilerinin solunda soğuk hava ve daha düşük kalınlık değerleri kalır. Eğer isopleths eğrileri sık aralıklarda ise burada kuvvetli sıcaklık gradyanı vardır ve kuvvetli rüzgarların oluşmasına sebep olur.

