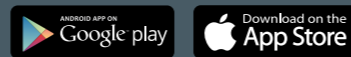


# Bu kitaba sığmayan daha neler var!



Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR. PARA İLE SATILAMAZ.**

*Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşımaya Zorunlu Değildir.*

METEOROLOJİ 10



**MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ**  
*DENİZCİLİK ALANI*

# METEOROLOJİ 10

**Ders Kitabı**



**T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**





**MESLEKİ VE TEKNİK  
ANADOLU LİSESİ**  
*DENİZCİLİK ALANI*

# **METEOROLOJİ 10**

**Ders Kitabı**



Yazar

**PROF. DR. MİKDAT KADIOĞLU**

## HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

**MEHMET SARIKAYA**

Program Geliştirme Uzmanı

**MİNE ERÇİN**

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

**FATMA YILMAZ**

Rehberlik Uzmanı

**ZEYNEP ŞEYMA KELEŞ**

Görsel Tasarım Uzmanı

**HATİCE DUMLU AK**





## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fişkırarak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fıskırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

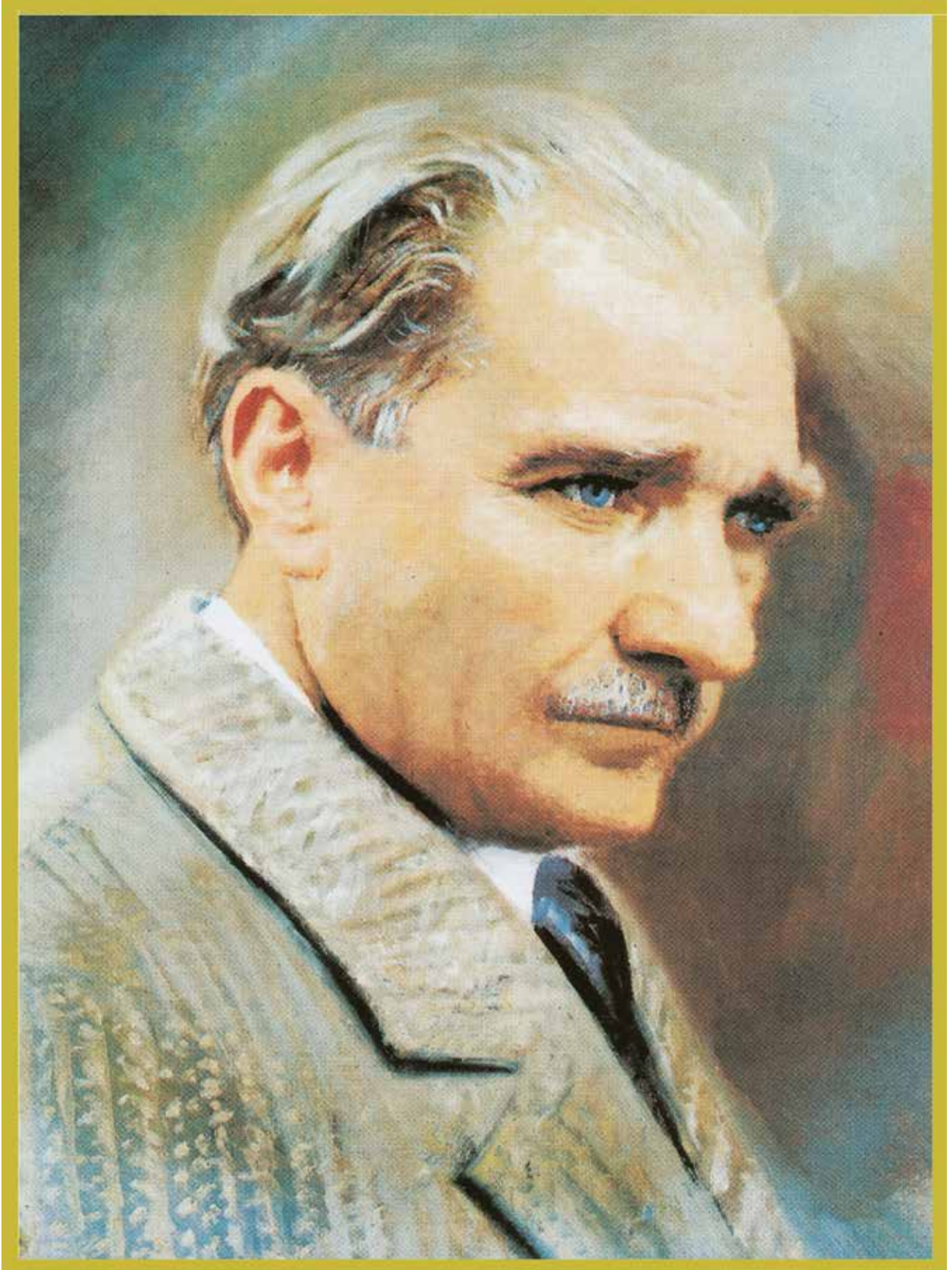
## GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK







## 1.

## ÖĞRENME BİRİMİ

## 1. METEOROLOJİK VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

1.1. ATMOSFER VE ÖZELLİKLERİ.....	14
1.1.1. Hava, İklim ve Deniz .....	14
1.1.2. Atmosfer .....	14
1.1.3. Atmosferin Bileşimi .....	14
1.1.4. Standart Atmosfer ve Katmanları .....	15
1.1.5. Hava Sıcaklığı ve Ölçü Birimleri .....	16
1.1.6. Atmosferik Basınç .....	21
1.1.7. Basınç Ölçü Birimleri .....	21
1.1.8. İstasyon ve Deniz Seviyesindeki Basınç .....	22
1.1.9. Yer İstasyon Modeli .....	22
1.1.10. Basınç Haritası ve Örüntüleri .....	24
UYGULAMA 1.1.1 GÜVERTE JURNALINE (DECK LOG BOOK) RÜZGÂR, HAVANIN HÂLİ, BASINÇ VE HAVA SICAKLIKLARINI KAYDETME .....	28
UYGULAMA 1.1.2 DENİZ SEVİYESİNE İNDİRGENMİŞ ATMOSFERİK BASINÇ DEĞERLERİ VERİLEN İZOBARLARI ÇİZME .....	29
UYGULAMA 1.1.3 SİNOPTİK YER KARTI ÜZERİNDE SIRT VE OLUK YER TESPİTİ YAPMA .....	30
1.2. HAVADAKİ NEM VE GÖRÜŞ.....	31
1.2.1. Havadaki Nem .....	31
1.2.2. Atmosferde Kararlılık .....	36
1.2.3. Havanın Yerden Yükselme (Bulut Oluşumu) Çeşitleri .....	36
1.2.4. Bulut Tipleri .....	37
1.2.4.1. Alçak Seviye Bulutları .....	38
1.2.4.2. Orta Seviye Bulutları .....	39
1.2.4.3. Yüksek Seviye Bulutları .....	39
1.2.4.4. Düşey Gelişen Bulutlar .....	39
1.2.5. Görüş Tanımları.....	42
1.2.6. Sis Oluşumu ve Türleri .....	44
1.2.7. Yağış Oluşumu ve Çeşitleri .....	47
UYGULAMA 1.2.1 SICAKLIK ADVEKSİYONU VE BUZLANMA ANALİZİ .....	50
1.3. RÜZGÂRLAR .....	51
1.3.1. Rüzgâr .....	51
1.3.2. Rüzgâr Kuvvetleri .....	52
1.3.3. Yer ve Yukarı Seviye Rüzgârları .....	53
1.3.4. Jeostrofik Rüzgâr Ölçeği .....	54
1.3.5. Denge Rüzgârları .....	57
1.3.6. Fırtınalar (Buys Ballot) Yasası .....	58
1.3.7. Rüzgârlar ve Sıcaklık Adveksiyonu .....	58
1.3.8. Gemideki Rüzgârlar .....	60
3.9. Yerel Rüzgârlar .....	62
1.3.10. Bölgesel Rüzgârlar .....	62
1.3.11. Büyük Ölçekli Rüzgârlar .....	65
1.3.12. Ortalama Rüzgâr ve Basınç Dağılımı .....	68
UYGULAMA 1.3.1 PUSULA GÜLÜ ÜZERİNDE GERÇEK RÜZGÂRI HESAPLAMA.....	72
UYGULAMA 1.3.2 JEOSTROFİK RÜZGÂR ÖLÇĞİNİ KULLANARAK YAKLAŞIK RÜZGÂR HIZINI TESPİT ETME .....	74
UYGULAMA 1.3.3 ALÇAK VE YÜKSEK BASINÇ MERKEZLERİNDE RÜZGÂR DURUMLARI .....	75

<b>1.4. ATMOSFERİK CEPHELER</b> .....	<b>76</b>
1.4.1. Hava Kütleleri .....	76
1.4.2. Atmosferik Cepheleler .....	78
1.4.3. Durağan Cephe .....	80
1.4.4. Soğuk Cephe .....	80
1.4.5. Sıcak Cephe .....	82
1.4.6. Oklüzyon Cepheleler .....	83
1.4.7. Denizciler için Sinoptik Haritalar .....	87
UYGULAMA 1.4.1 CEPHE VE BULUT TANIMA .....	95
UYGULAMA 1.4.2 İZOBAR VE ALÇAK BASINÇ ANALİZİ .....	96
UYGULAMA 1.4.3 İZOTERM ANALİZİ .....	98
UYGULAMA 1.4.4 İZOBAR VE CEPHE ANALİZİ .....	99
UYGULAMA 1.4.5 ORTA ENLEM FIRTINASI .....	100
UYGULAMA 1.4.6 500 MB HARİTASINA GÖRE YERDEKİ SIKLON VE ANTİSİKLOUN YERİNİ BELİRLEME .....	101
<b>1.5. FIRTINALAR</b> .....	<b>102</b>
1.5.1. Boranlar .....	102
1.5.2. Rüzgâr Fırtınaları .....	103
1.5.3. Elektrik Fırtınaları .....	109
1.5.4. Fırtına Uyarı İşaretleri ve Raporları .....	111
UYGULAMA 1.5.1 İKİNCİL ALÇAK BASINÇ MERKEZİ (SECONDARY LOW/DEPRESSION) .....	116
UYGULAMA 1.5.2 İZOBARİK SIRT KAMASI (WEDGE) .....	118

## 2.

## ÖĞRENME BİRİMİ

### 2. HAVA TAHMİN YÖNTEMLERİ

<b>2.1. METEOROLOJİ GÖZLEM İSTASYONLARI</b> .....	<b>120</b>
2.1.1. Meteoroloji Gözlem İstasyonları .....	120
2.1.2. Zaman Dilimleri .....	122
2.1.3. Güverte Jurnalı .....	122
2.1.4. Sıcaklık Ölçümü .....	123
2.1.5. Nem Ölçümü .....	126
2.1.6. Basınç Ölçümü .....	127
2.1.7. Rüzgâr Ölçümü .....	127
2.1.8. Denizin Hâli Gözlemi .....	130
2.1.9. Havanın Hâli Gözlemi .....	133
2.1.10. Yağış Ölçümü .....	145
2.1.11. Denizde Mesaj Türleri .....	135
UYGULAMA 2.1.1 YAŞ VE KURU TERMOMETREYLE BAĞIL NEMİ BELİRLEME .....	139
UYGULAMA 2.1.2 ANEMOMETRE İLE RÜZGÂR YÖN VE HIZINI BELİRLEME .....	140
UYGULAMA 2.1.3 BAROMETRE İLE BASINÇ DEĞERİ VE ÜÇ SAATLİK DEĞİŞİMİNİ BELİRLEME .....	141
<b>2.2. HAVA TAHMİNİ</b> .....	<b>142</b>
2.2.1. Hava Tahmini .....	142
2.2.2. Hava Tahmini Çeşitleri .....	142
2.2.3. Genel Hava Tahmini Yöntemleri .....	144
2.2.4. Denizde Amatör Hava Tahmini .....	146
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>154</b>

Öğrenme birimi konularını gösterir.

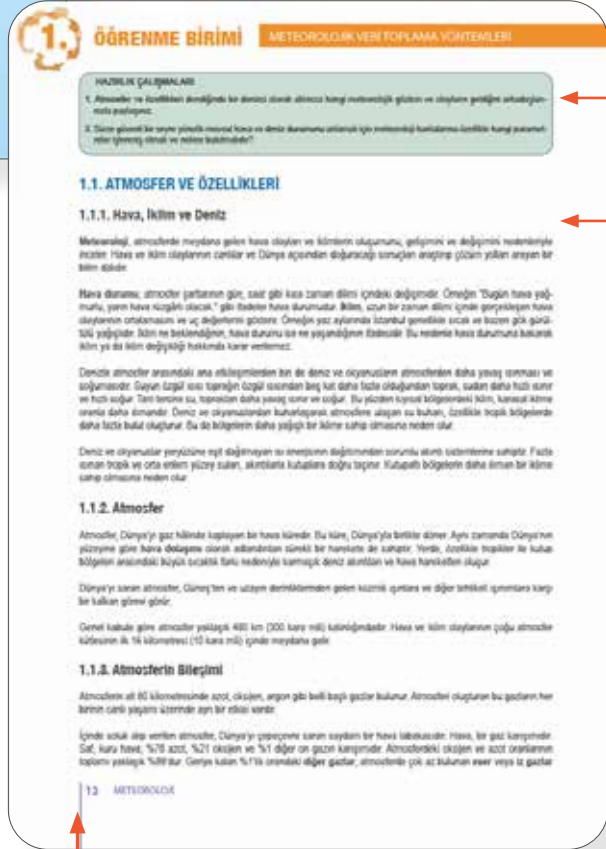
Öğrenme biriminin adını ve numarasını gösterir.



Karekod okuyucu ile taratarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Detaylı bilgi için <http://kitap.eba.gov.tr/karekod>

Konuya giriş sayfasını gösterir.

Hazırlık çalışmaları ve konu anlatım alanını gösterir.



Sayfa numarasını gösterir.

Uygulama sayfasını gösterir.

**UYGULAMA 2.1.3**  
BAROMETRE İLE BASINÇ DEĞERİ VE ÜÇ SAATLİK DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

K200-04340

İşlem Basamakları	Öneriler
Aşağıdaki adımları takip ederek barometreyle basınç değerini ve üç saatlik değişimini belirleyiniz.	
<input type="checkbox"/> Barometreyi okumak için ölçüm ortamından bir süre önce istirahat et ve barometre değişimini gözlemleyiniz.	<input type="checkbox"/> Okumadan önce barometreyi temiz ve kuru tutunuz.
<input type="checkbox"/> Barometre değeri okunarak bir yere not ediniz.	<input type="checkbox"/> Okumadan önce barometreyi temiz ve kuru tutunuz. Okumadan önce barometreyi temiz ve kuru tutunuz. Okumadan önce barometreyi temiz ve kuru tutunuz.
<input type="checkbox"/> Basınç ölçümü yapıldıktan sonra aynı seviyede olan yüksekliğe göre üç saatlik basınç değeri aynı seviyede indirmek için ölçümüne devam ediniz.	<input type="checkbox"/> Barometreye altı ayarla okuyabildiğiniz bir mesafeden bakınız.
<input type="checkbox"/> Ölçüldüğü basınç değeri aşağıdaki şekilde kaydediniz.	<input type="checkbox"/> Barometreyi ölçümlenirken dik tutunuz.
<input type="checkbox"/> Jametle ölçülen üç saat önce kaydedilmiş basınç seviyesine indirmeyen basınç değeri bulunuz.	<input type="checkbox"/> Barometrenin yüksekliği, ölçüm yapıldığı için uygun bir ölçüm seviyesinde ve parabolik (parabolik açısı) hatları doğru şekilde bir kenarında tutulmalıdır.
<input type="checkbox"/> Ölçüldükten sonra seviyesinden indirmeyen basınç değeri bir üç saat önce jametle kaydedilmiş basınç seviyesine indirmeyen basınç değeriyle farkını bulunuz.	<input type="checkbox"/> Ölçüm yapıldıktan sonra üç saat önce ölçüldükten sonra ya da aynı hatlarda, üç saat önceki ölçümü tekrar bakabilirsiniz. Aynı hatları en üst katmanda yapıldığı ölçümlerin farkını bulunuz.
<input type="checkbox"/> Ortalama üç saatlik değişim (basınç farkını) bulunuz.	<input type="checkbox"/> Üst kat ile zemin kat arasında en az 10 m ölçümün alınması gerekir. - Dikey ölçüm için normal şartlarda her 10,5 metrede 1 mB. - Dörtüncü, beş ve altıncı katlarda her 8 metrede 1 mB. - Ölçümlerinde her 8 metrede 1 mB ölçümü. Etkiletilen ölçüm sonuçlarına yüksekliği bu ölçümlerle aynı ölçümün basınç değeriyle karşılaştırarak bulunabilirsiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilmeli (1)
1. Barometre değeri okunur.				
2. Barometre değeri aynı seviyede kaydedilir.				
3. Bulunan barometre değeri jametle kaydedilir.				
4. Barometreyle üç saatlik basınç değeri bulunur.				
5. Teminin okuyuşuna dikkatli bulunur.				
Toplam puan				

Not: Her ölçüm için kullanılan barometreler aynı seviyede olmalıdır. Ölçüm ortamının sıcaklığı aynı olmalıdır. Ölçüm ortamının sıcaklığı aynı olmalıdır. Ölçüm ortamının sıcaklığı aynı olmalıdır.

HAVA TAHMİN YÖNTEMLERİ 141

Uygulama veya konunun video ya da animasyon karekodunu gösterir.

İşlem basamaklarını gösterir.

**1. ÖĞRENME BİRİMİ** METEOROLOJİK VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

**1.1.10. Basınç Haritası ve Örneği**

Dünya yüzeyinde basınç değerleri (yüksekliklerle değişir). En önemli yüksek ve alçak basınç sistemlerinin haritasıdır. Meteorolojik haritalarda aynı basınç değerlerinin aynı değere göre çizilmesi zorunludur. (Görüntü 1.1.12)

22 METEOROLOJİ

Bilgi notu ve etkinlik alanlarını gösterir.





# 1. ÖĞRENME BİRİMİ

## METEOROLOJİK VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

### BÖLÜMLER

1.1. ATMOSFER VE ÖZELLİKLERİ

1.3. RÜZGÂRLAR

1.2. HAVADAKİ NEM VE GÖRÜŞ

1.4. ATMOSFERİK CEPHELER

1.5. FIRTINALAR





### HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Atmosfer ve özellikleri** dendiğinde bir denizci olarak aklınıza hangi meteorolojik gözlem ve olayların geldiğini arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Sizce güvenli bir seyre yönelik mevcut hava ve deniz durumunu anlamak için meteoroloji haritalarına özellikle hangi parametreler işlenmiş olmalı ve nelere bakılmalıdır?

## 1.1. ATMOSFER VE ÖZELLİKLERİ

### 1.1.1. Hava, İklim ve Deniz

**Meteoroloji**, atmosferde meydana gelen hava olayları ve iklimlerin oluşumunu, gelişimini ve değişimini nedenleriyle inceler. Hava ve iklim olaylarının canlılar ve Dünya açısından doğuracağı sonuçları araştırıp çözüm yolları arayan bir bilim dalıdır.

**Hava durumu**, atmosfer şartlarının gün, saat gibi kısa zaman dilimi içindeki değişimidir. Örneğin "Bugün hava yağmurlu, yarın hava rüzgârlı olacak." gibi ifadeler hava durumudur. **İklim**, uzun bir zaman dilimi içinde gerçekleşen hava olaylarının ortalamasını ve uç değerlerini gösterir. Örneğin yaz aylarında İstanbul genellikle sıcak ve bazen gök gürültülü yağışlıdır. İklim ne beklediğinin, hava durumu ise ne yaşandığının ifadesidir. Bu nedenle hava durumuna bakarak iklim ya da iklim değişikliği hakkında karar verilemez.

Denizle atmosfer arasındaki ana etkileşimlerden biri de deniz ve okyanusların atmosferden daha yavaş ısınması ve soğumasıdır. Suyun özgül ısısı toprağın özgül ısısından beş kat daha fazla olduğundan toprak, sudan daha hızlı ısınır ve hızlı soğur. Tam tersine su, topraktan daha yavaş ısınır ve soğur. Bu yüzden kıyısız bölgelerdeki iklim, karasal iklime oranla daha ılımandır. Deniz ve okyanuslardan buharlaşarak atmosfere ulaşan su buharı, özellikle tropik bölgelerde daha fazla bulut oluşturur. Bu da bölgelerin daha yağışlı bir iklime sahip olmasına neden olur.

Deniz ve okyanuslar yeryüzüne eşit dağılmayan ısı enerjisinin dağıtımından sorumlu akıntı sistemlerine sahiptir. Fazla ısınan tropik ve orta enlem yüzey suları, akıntılarla kutuplara doğru taşınır. Kutupaltı bölgelerin daha ılıman bir iklime sahip olmasına neden olur.

### 1.1.2. Atmosfer

Atmosfer, Dünya'yı gaz hâlinde kaplayan bir hava küredir. Bu küre, Dünya'yla birlikte döner. Aynı zamanda Dünya'nın yüzeyine göre **hava dolaşımı** olarak adlandırılan sürekli bir harekete de sahiptir. Yerde, özellikle tropikler ile kutup bölgeleri arasındaki büyük sıcaklık farkı nedeniyle karmaşık deniz akıntıları ve hava hareketleri oluşur.

Dünya'yı saran atmosfer, Güneş'ten ve uzayın derinliklerinden gelen kozmik ışınlarla ve diğer tehlikeli ışınımlara karşı bir kalkan görevi görür.

Genel kabule göre atmosfer yaklaşık 480 km (300 kara mili) kalınlığındadır. Hava ve iklim olaylarının çoğu atmosfer kütlelerinin ilk 16 kilometresi (10 kara mili) içinde meydana gelir.

### 1.1.3. Atmosferin Bileşimi

Atmosferin alt 80 kilometresinde azot, oksijen, argon gibi belli başlı gazlar bulunur. Atmosferi oluşturan bu gazların her birinin canlı yaşamı üzerinde ayrı bir etkisi vardır.

İçinde soluk alıp verilen atmosfer, Dünya'yı çepeçevre saran saydam bir hava tabakasıdır. Hava, bir gaz karışımıdır. Saf, kuru hava; %78 azot, %21 oksijen ve %1 diğer on gazın karışımıdır. Atmosferdeki oksijen ve azot oranlarının toplamı yaklaşık %99'dur. Geriye kalan %1'lik orandaki **diğer gazlar**, atmosferde çok az bulunan **eser** veya **iz gazlar**



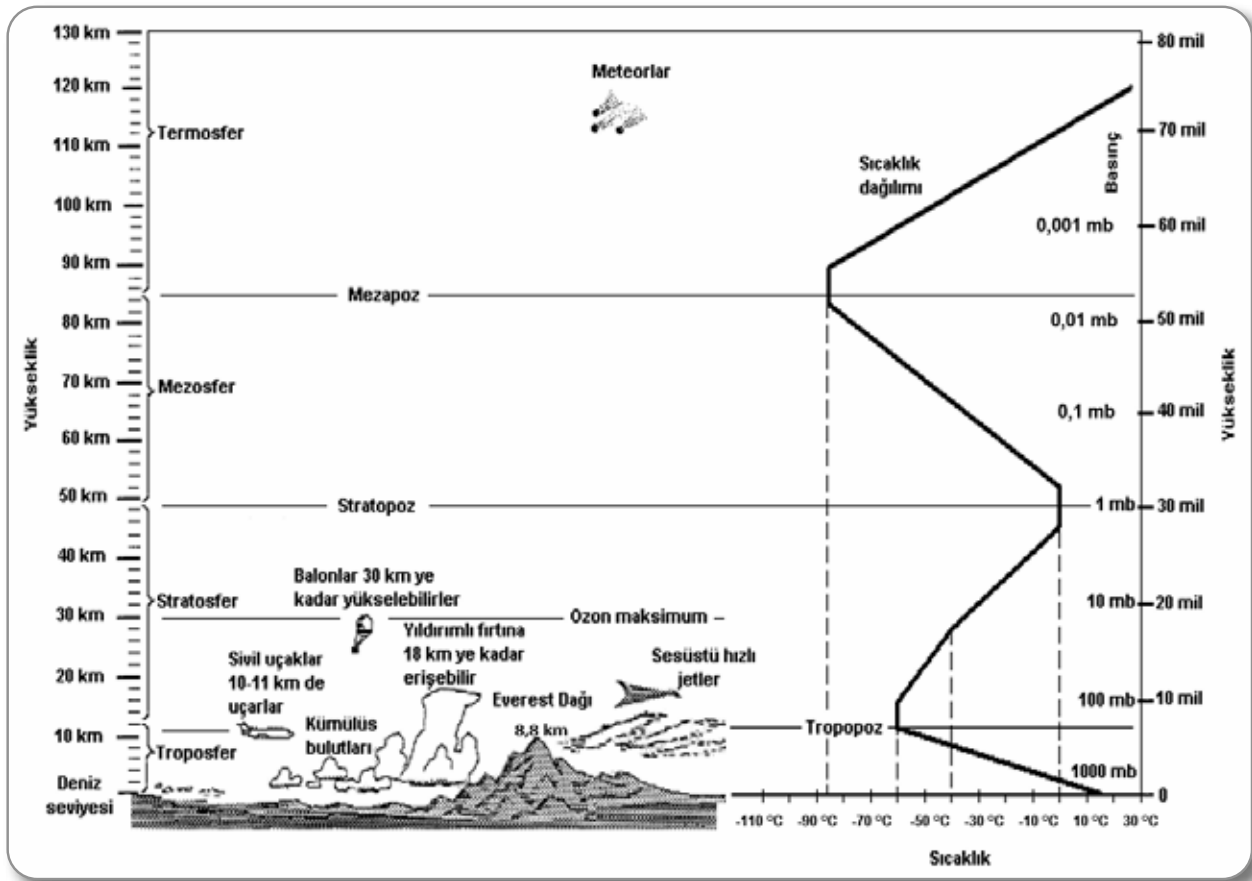
olarak da adlandırılır. Bu gazlar arasında hidrojen, helyum, metan, neon, ozon, argon, kripton, ksenon ve karbondioksit bulunur. Su buharı da atmosfer içindeki önemli ve görünmez gazlardan biridir. Aşağı atmosfer tamamen kuru değildir ve havada yaklaşık olarak %1'den %4'e kadar değişen hacimlerde su buharı vardır.

#### 1.1.4. Standart Atmosfer ve Katmanları

Meteorolojide, referans oluşturması için pek çok durum ve meteorolojik veri **standart gün** adı verilen bir kavramla açıklanır. **Standart atmosfer** koşulları kısaca şöyledir:

- Barometrik basınç deniz seviyesinde 1.013,25 milibar (mb) (29,92 inHg) ve yükseklikle her 100 metrede yaklaşık 10 mb (10 hPa) azalır.
- Hava sıcaklığı deniz seviyesinde 15 °C (59 °F) ve yükseklikle her 100 m'de 0,65 °C azalır.
- Bağıl nem %60'tır ve yükseklikle sabit kalır.

Standart atmosferin belirli özelliklere sahip katmanlarla ayrılmış düşey sıcaklık dağılımı görsel 1.1.1'de gösterilmiştir.



Görsel 1.1.1: Amerikan standart atmosfer tanımına göre orta enlemlerde hava sıcaklığının ve basıncın düşey değişimi ve atmosferin katmanları (Durmayaç ve Kadioğlu, 2001)

Atmosferi oluşturan gazların yoğunluk ve basıncı yeryüzünden yükseldikçe azalır. Yer yüzeyindeki basınç yaklaşık 1.000 mb'ken stratopoz seviyesinde yaklaşık 1 mb'dir. Böylece stratosfer, troposferle birlikte atmosfer kütlelerinin yaklaşık olarak %99,9'unu içerir. Deniz seviyesinde ortalama hava basıncı 1.013,25 mb'dir. 5.500 m yükseklikte ortalama basınç yaklaşık olarak 500 mb'dir ve bu değer deniz seviyesindeki hava basıncının yarısı kadardır. Örneğin Everest Dağı'nın zirvesinde hava basıncı deniz seviyesinden %70 daha düşüktür (Görsel 1.1.1). Bu nedenle oksijen miktarı dağlara göre deniz seviyesinde daha fazladır.

Atmosfer; troposfer, stratosfer, mezosfer ve termosfer (iyonosfer) olmak üzere belli başlı dört ana katmandan oluşur. Bu tabakalar arasında **ara veya geçiş katmanı** olarak adlandırılan tropopoz, stratopoz ve mezopoz adlı üç ara katman daha vardır.

**a) Troposfer (Dönen veya Değişen Küre):** Atmosfer kütesinin %80'ini, su buharını, bulutları ve yağışın hemen hemen hepsini içerir. Güneş enerjisi gökyüzünden atmosferi geçip gelse de hava yerden ısınır. Hava sıcaklığı yerden yükseldikçe troposferde (Güneş'e çok az yaklaşılsa da) hızla azalır. Troposfer, yeryüzünde sıcak hava soğuk havanın bulunduğu yere hareket etme eğiliminde olduğu için hava hareketlerinin çoğunluğunun gerçekleştiği bir yerdir.

**Tropopoz:** Troposfer ile stratosferi birbirinden ayıran bölgedir.

**b) Stratosfer (Tabaklandırılmış Küre):** Çok küçük hava karışmasıyla karakterize edilir. Yukarı hava akımları çok kuvvetli fırtınalarda bile stratosfere birkaç km'den daha fazla giremez. Ozonun oluşması ve yok olması bu katmanda gerçekleşir. Yükseldikçe sıcaklığın artmaya başladığı tabakadır.

**c) Mezozfer (Orta Küre):** Kutup ışıklarının gözlemlendiği iyonosferin alt kısmındaki tabakadır. Sıcaklık troposferde olduğu gibi yükseklikle azalır ve düşey hava hareketleri gözlemlenebilir. Yer yüzeyi karanlıktayken mezozferdeki bulutlar, Güneş ışığı aldığı için yerden görülebilir. Gece görülen bu bulutlara **parlayan** (noctilucent) **bulutlar** denir.

**ç) Termosfer:** Güneş aktivitesinin miktarına bağlı olarak sıcaklıklar 500 °C'den 1.500 °C'ye kadar değişir ve bu tabaka birkaç yüz kilometrelik yüksekliğe sahiptir.

**Ekzosfer (Dışyuvar):** Atmosferin termosferden sonra gelen en üstte kalan tabakasıdır.

Günlük hava durumlarında atmosferin düşey sıcaklık yapısı; hava sıcaklığı, nem, rüzgâr, bölgeye taşınan hava kütleleri ve gündüz ısınmasına bağlıdır. Stratosfer ve termosferde olduğu gibi sıcaklıkların yüksekliğe bağlı olarak arttığı bir hava katmanı varsa buna **sıcaklık terselmesi** (enversiyon) denir. Bu katman troposfer içinde oluşursa bulutların ve bazen şiddetli havanın oluşmasını (yükselmesini) engelleyen bir kapak görevi görebilir.

### 1.1.5. Hava Sıcaklığı ve Ölçü Birimleri

Yeryüzüne ulaşan güneş ışımalarının neden olduğu günlük ve mevsimlik hava sıcaklığındaki değişimler diğer meteorolojik olayları ve gündelik yaşamı yakından etkiler. Örneğin deniz üzerinde oluşan ağır bir sis veya şiddetli fırtına gemilerin emniyetle seyrini olumsuz yönde etkiler.

**Kuru Termometre (Hava) Sıcaklığı:** Kuru termometre sıcaklığı; genel anlamda ortam **hava sıcaklığı** veya **sıcaklık**, moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Sıcaklık, hava moleküllerinin ortalama hızıyla ilişkili olarak havanın ne kadar sıcak ya da soğuk olduğunun bir göstergesidir. Kuru termometreyle ölçüm yapılırken termometrenin Güneş ışınlarına direkt olarak maruz kalmamasına dikkat edilmelidir.

**Islak (Yaş) Termometre Sıcaklığı:** Islak müslin vb. sarılı olan termometrenin ölçtüğü sıcaklığa **ıslak** ya da **yaş termometre sıcaklığı** denir. Yaş termometre ıslak bezdeki suyun buharlaşmasıyla soğumaya maruz kalır. Bu yüzden ıslak termometrenin ölçtüğü sıcaklıklar genellikle kuru termometrenin ölçtüğü hava sıcaklığından daha düşüktür. Bununla beraber ıslak hazne sıcaklığı çiy noktası sıcaklığından daha yüksektir.

Gemilerde ıslak ve kuru termometre sıcaklığı genellikle **psikrometre**yle ölçülür. Psikrometre, havanın nemini ölçmeye yarayan ıslak ve kuru termometreden oluşur.

**Çiy Noktası Sıcaklığı:** Sabit basınçta nemli havayı düz ve saf bir su yüzeyine göre doyma buhar basıncına getirebilmek için soğutulması gereken hava sıcaklığına **çiy noktası (ışba) sıcaklığı** denir. Diğer bir deyişle çiy noktası





sıcaklığı, su buharının yoğuşmaya başladığı sıcaklıktır (havanın tamamen **doygun** hâle geldiği sıcaklık). Bu durumda;

- Çiy noktası sıcaklığı kuru hava sıcaklığına yakınsa bağıl nem yüksektir,
- Çiy noktası sıcaklığı kuru hava sıcaklığının çok altındaysa bağıl nem düşüktür.

Örneğin buzdolabından alınan soğuk bir şişe üzerinde havada bulunan nem yoğuşursa havanın çiy noktası sıcaklığı buzdolabındaki çiy noktası sıcaklığından daha fazla olur.

Çiy noktası sıcaklığı her zaman kuru hava sıcaklığından daha düşük ya da ona eşittir. Bu iki sıcaklık birbirine eşit ya da çok yakın olduğu zaman havanın **doymuş** (bağıl) nemi %100 ya da buna yakın bir değerdedir. Hava sıcaklığı değişse de havaya nem eklenmedikçe veya havadan nem alınmadığı sürece çiy noktası sıcaklığı sabit kalır.

### ETKİNLİK

Çiy noktasının yaklaşık sıcaklığını öğrenmek için evde veya okulda yapılacak basit bir deney vardır. Bunun için;

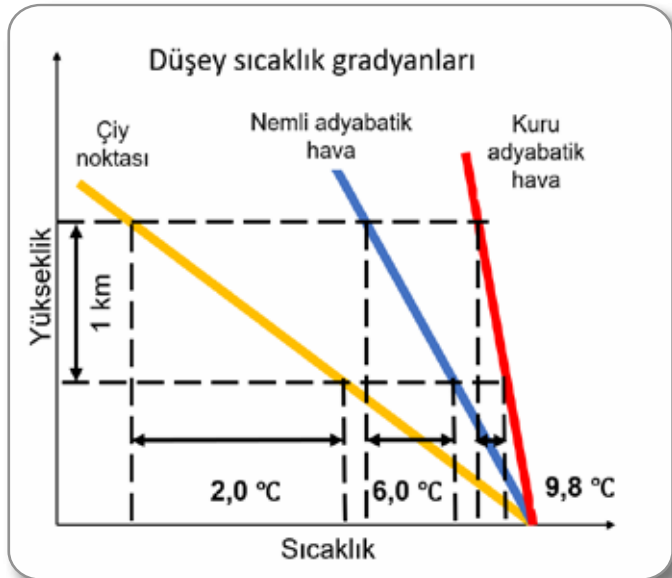
1. Hava sıcaklığını ölçmek için bir kuru termometre temin ediniz.
2. İçinde oda sıcaklığında sıvı su olan teneke bir içecek kutusu ve 2-3 buz parçası temin ediniz.
3. Buz parçalarını teneke kutu içindeki suya koyup termometreyle karıştırmaya başlayınız (Dikkat, termometrenin haznesi kutunun içinde olsun. Sıcaklığı kesinlikle parmağınızla ölçmeyiniz.).
4. Termometreyle kutu içindeki buzlu suyu karıştırırken kutunun dışını dikkatle gözleyiniz.
5. Havadaki nemin tenekenin dışında yoğuştuğunu gördüğünüzde tenekenin içindeki termometreyi hemen okuyunuz.
6. Okuduğunuz bu değer havanın çiy noktası sıcaklığına oldukça yakındır. İsterseniz bir de çiy noktası sıcaklığını hesaplayıp teneke kutu içinde ölçtüğünüz sıcaklık değeriyle karşılaştırınız.

Atmosferde yüksekliğin artmasıyla sıcaklığın azalmasına **sıcaklık düşme oranı** ya da **dikey sıcaklık gradyanı** denir.

Ortalama **dikey sıcaklık gradyanı** (lapse rate) **6,5 °C/1.000 m**'dir. Buna göre hava sıcaklığı her 1.000 m'de (1 km'de) 6,5 °C azalır. Düşey sıcaklık gradyanı günden güne, mevsimden mevsime değişebilir.

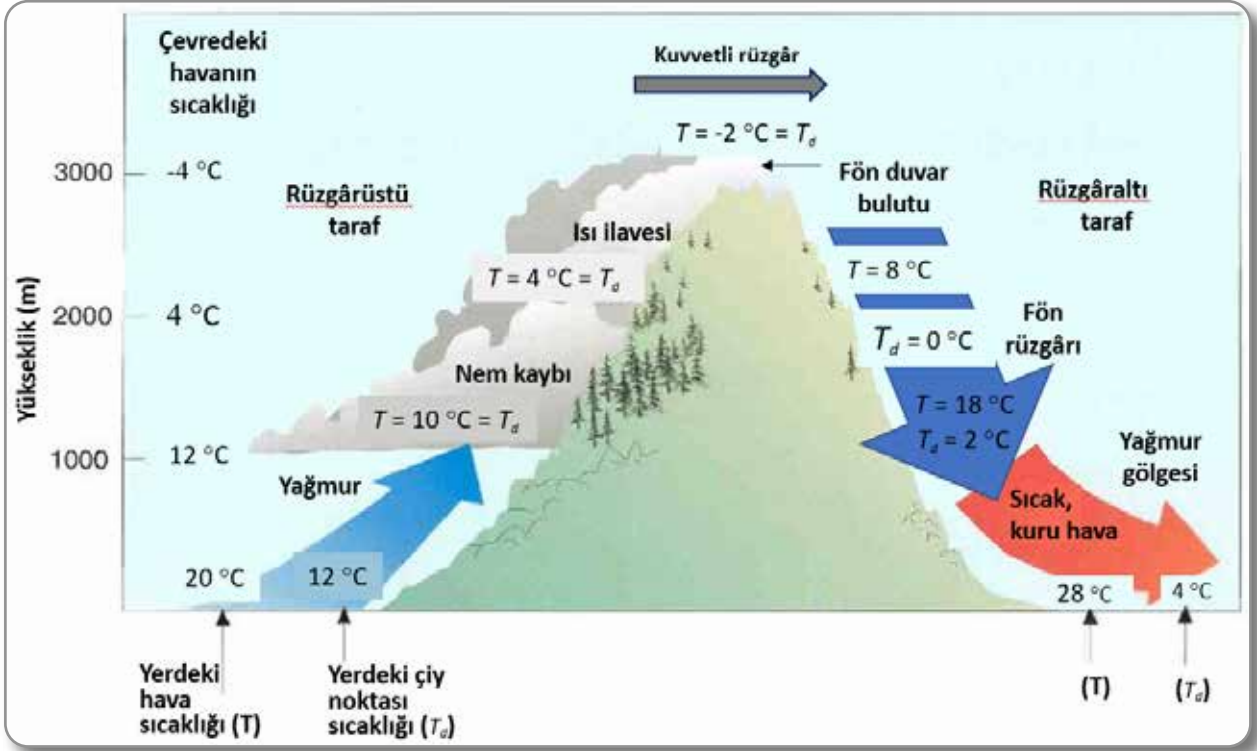
Hava parçasının hareketi sırasında etrafıyla ısı alış-verişi yoksa buna **adyabatik süreç** adı verilir. Eğer hava neme doygun değilse adyabatik ısınma veya soğuma miktarı yaklaşık **10 °C/1.000 m**'dir. Bu sabit değer **kuru adyabatik düşey sıcaklık gradyanı** olarak adlandırılır. Bunlarla birlikte **çiy noktası düşey sıcaklık gradyanı** yaklaşık **2 °C/1.000 m**'dir (Görsel 1.1.2).

Bir hava parçasının sıcaklığı soğumayla **çiy noktası sıcaklığına** yaklaştığında bağıl nem miktarı da %100'e yaklaşır. Hava parçası yükselmeye devam ederse bu noktadan itibaren yoğuşma meydana gelir. Bu yoğuşma, bulut ya da sis oluşumudur.



Görsel 1.1.2: Kuru ve nemli adyabatik düşey sıcaklık gradyanlarıyla birlikte çiy noktası düşey sıcaklık gradyanının şematik bir gösterimi

Kuru ( $T$ ), nemli ve çiy noktası ( $T_d$  ve  $T_{ç}$ ) düşey sıcaklık gradyanı kullanılarak bir dağ yamacı boyunca yükselen havanın hangi yükseklikte bulut oluşumuna neden olacağı belirlenebilir. Benzer bir şekilde dağın öbür tarafındaki hava durumu ve sıcaklığının ne olacağı da hesaplanabilir (Görsel 1.1.3).



Görsel 1.1.3: Bir dağın rüzgârüstü tarafında  $T$  ve  $T_d$  sıcaklıklarına sahip bir hava parçası yükseldiğinde yağışla bulut oluşumu ve rüzgâraltı tarafında çökmeye ısınmasının şematik bir gösterimi

Görsel 1.1.2'deki düşey sıcaklık gradyanları kullanılarak görsel 1.1.3 şöyle açıklanabilir: Kuru adyabatik düşey sıcaklık gradyanına göre yerde sıcaklığı  $T = 20^\circ\text{C}$  olan bir hava parçası 1 km yükseldiğinde  $T = 10^\circ\text{C}$ 'ye düşer. Benzer şekilde yerde  $T_d = 12^\circ\text{C}$  olan çiy noktası sıcaklığı 1 km yükseldiğinde  $2^\circ\text{C}$  soğuyarak  $T_d = 10^\circ\text{C}$  olacaktır. Yani 1.000 m'de  $T = T_d$  olduğu için yoğunlaşma gerçekleşerek bulut oluşur. Bu noktadan itibaren hava parçası nemli olduğu için yükselirken nemli adyabatik sıcaklık gradyanına göre soğur. Böylece nemli hava parçası 2 km'de  $12^\circ\text{C}$  soğuyacağı için dağın tepesinde  $T = T_d = -2^\circ\text{C}$  olacaktır.

Hava zirveden sonra aşağıya doğru çökecektir. Nasıl ki hava yükselirken soğuyorsa benzer ama tam tersi bir şekilde çökerken aynı düşey sıcaklık gradyanı miktarına göre ısınacaktır. Örneğin görsel 1.1.3'teki zirveden 3 km aşağıya inen hava parçasının sıcaklığı, kuru adyabatik sıcaklık gradyanına göre  $30^\circ\text{C}$  artacaktır. Benzer şekilde bu hava parçasının çiy noktası sıcaklığı, çiy noktası sıcaklık gradyanı değerine göre  $6^\circ\text{C}$  artacaktır. Bu durumda dağın rüzgâraltı tarafı dağın rüzgârüstü tarafına göre daha sıcak olmak üzere  $T = 28^\circ\text{C}$  ve  $T_d = 4^\circ\text{C}$  olacaktır. Sıcak rüzgâr, hava çökerken ısındığı için **fön rüzgârı** neden olur. Yine hava çökerken ısındığı ve bu yüzden bulut dağıldığı için yağmur yağışı da havanın yükseldiği taraftaki kadar çok olmaz. Bu nedenle dağın rüzgârüstü tarafından yağmur yağarken rüzgâraltı tarafı kurak olur. Kurak olan bu kısım **yağmur gölgesi** olarak adlandırılır.

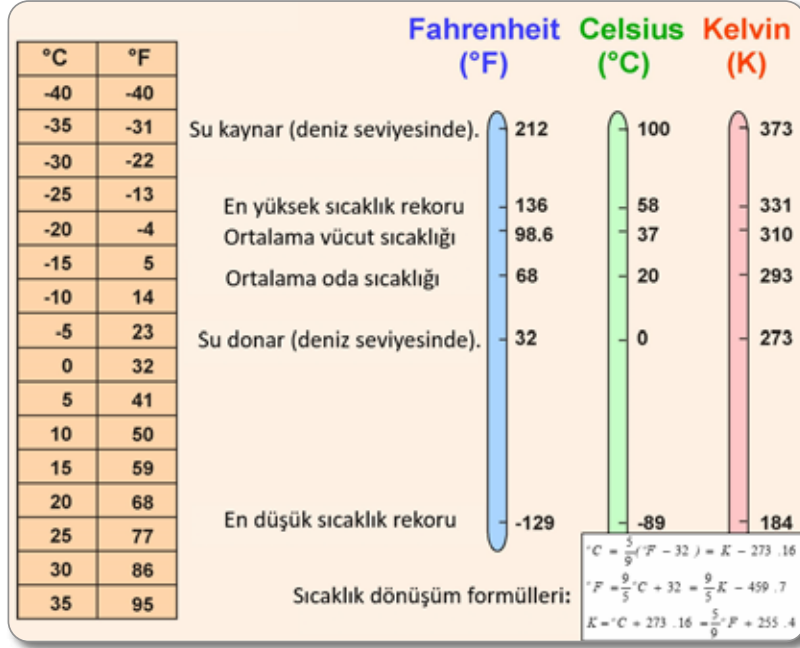
### ETKİNLİK

Toroslar ve Karadeniz dağlarının denize bakan yamaçları ile yamaçların arka tarafı için bir yağmur gölgesi durumunun olup olmadığını tartışınız.



**Sıcaklık Ölçekleri:** Cisimlerin sıcaklıklarını ifade etmek için kullanılır. **Kelvin (K) ölçeğinde** suyun donma noktası olarak 273, kaynama noktası 373 olarak alınmıştır. Fahrenheit [Ferinhayt (°F)] ölçeğinde suyun donma noktası 32, kaynama noktası olarak 212 alınmıştır. Diğer bir deyişle donma ve kaynama noktalarının arası, her biri **derece** olarak adlandırılan 180 eşit parçaya bölünmüştür. Celsius [Selsius (°C)] ölçeğinde ise suyun donma noktasına 0, kaynama noktasına da 100 sayısı karşılık getirilmiştir. Böylece kaynama ve donma noktalarının arası 100 eşit parçaya ayrılmıştır.

Kelvin, Fahrenheit ve Celsius sıcaklık ölçeklerini birbirine dönüştürmek için görsel 1.1.4'teki dönüşüm formülleri kullanılır.



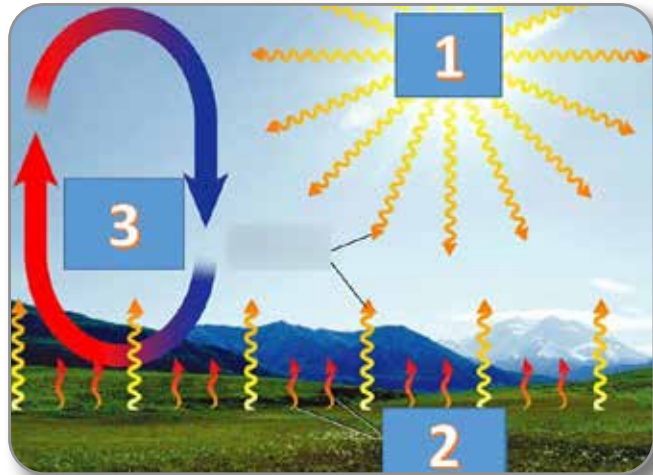
Görsel 1.1.4: Farklı sıcaklık ölçekleri, dönüşüm formülleri ve sıcaklık rekorları

Hava sıcaklığı değerlerinin meteorolojik veri olarak kullanılabilmesi için Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) standartlarına uygun şekilde yerden yaklaşık 1,5-2 m yükseklikte ve gölgede ölçülmesi gerekir. Gün içinde ölçülen en düşük sıcaklık günlük **minimum sıcaklık**, en yüksek sıcaklık da günlük **maksimum sıcaklık** olarak tanımlanır. Günlük minimum ve maksimum sıcaklık arasındaki fark bize **günlük sıcaklık aralığı** verir.

**Isı:** Isı ve sıcaklık birbirlerinden farklı kavramlar olsalar da birbirleriyle yakından ilişkilidir. **Isı**, enerjinin bir maddeden diğerine geçebilen şeklidir. Isı vermek veya almak faz dönüşümünün olmadığı süreçlerin pek çoğunda sıcaklığın yükselmesine ya da düşmesine neden olur.

**Isı Transferi veya Isı Geçişi:** Isıl ışıma (radyasyon), ısı iletimi (kondüksiyon) ve ısı aktarımı (konveksiyon) yoluyla gerçekleşir (Görsel 1.1.5).

Örneğin yanan bir ocağın üstünde cezve olsun. Yanan ocağın alevi, ışıma yoluyla enerjiyi transfer ederek üzerindeki metal cezveyi ısıtır. Metal molekülleri arasında ısının taşınmasına **ısı iletimi** denir. Cezvenin metal kısmı, ısındıktan sonra içindeki kahveyle karışık suyu ısıtmaya başlar. Sıvı ve kahvenin metal yüzeye temas hâlindeki kısmı ısınarak yukarı çıkar. Onlardan boşalan yerlere sıvı ve kahve içindeki daha soğuk olan kısımlar yerleşir.



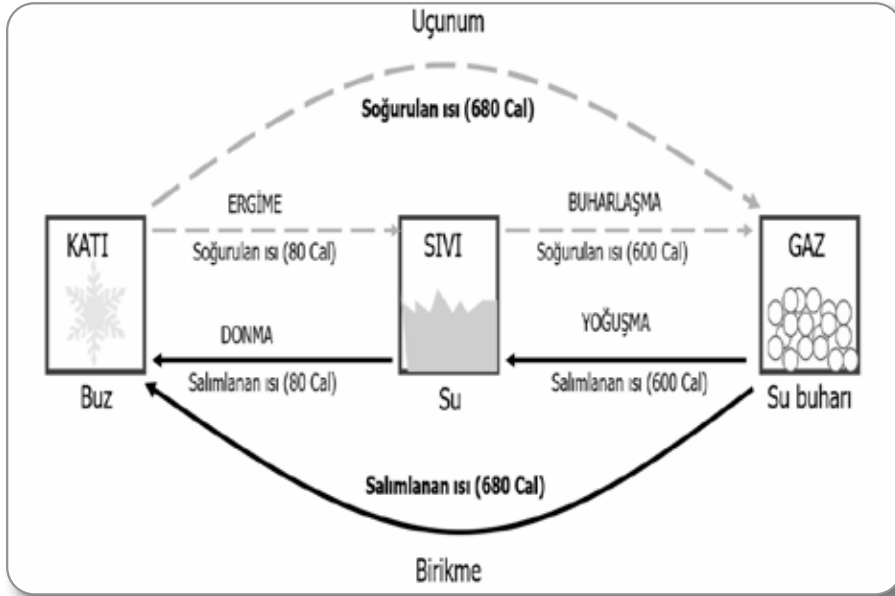
Görsel 1.1.5: Atmosferde belli başlı enerji transferi yolları; 1. Isıl ışıma (radyasyon/radiant), 2. İletim (kondüksiyon), 3. Isı aktarımı (konveksiyon) (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Kaynama sırasındaki bu yer değişimi cezve içindeki tüm kahvenin sıcaklığı aynı seviyeye gelinceye kadar devam eder. Isı enerjisinin sıvı ve gazlar içinde düşey olarak transferine **ısı aktarımı/taşınımı** denir. Benzer durum havada da gerçekleşir (Görsel 1.1.5). Güneş, diğer bir deyişle güneş ışınması genellikle önce yeri ısıtır, ısınan yer de iletim ve aktarımla üzerindeki havayı ısıtır.

## ETKİNLİK

Halk arasında yaygın bir şekilde bilinen **cemre düşmesi** olayındaki düşme (havaya, yere ve son olarak suya) sıralamasının doğru olup olmadığını tartışınız.

**Gizli (Latent) Isı:** Bir maddenin (katı, sıvı, gaz ve plazma gibi) bir hâlden diğer bir hâle geçmesi için gerekli ısı enerjisine **hâl değişim ısısı** ya da **gizli ısı** denir (Görsel 1.1.6).



**Görsel 1.1.6:** Su; sıvı, katı, gaz hâllerine dönüşürken ortama salınan (düz oklar) veya ortamdaki alınan (kesik çizgili oklar) gizli ısı miktarları

Bir sıvıyı aynı sıcaklıkta buhara dönüştürmek için gerekli ısı enerjisine **buharlaştırma ısısı** denir. Günlük hayatta denizden çıkıldığında buharlaşmadan dolayı ciltte meydana gelen soğuma (enerji kaybı), bir sıcaklık azalmasıyla hissedilir.

Buharlaşmanın tersi olan yoğuşma (su buharının sıvı suya dönüşmesi) sırasında harcanan enerjiye **yoğuşma ısısı** denir.

Buzu doğrudan buharlaştırmak için gerekli ısı enerjisine **uçunum** (süblimleşme) **ısısı** denir (Görsel 1.1.6). Okyanuslarda tonlarca suyun bir anda buharlaştığı düşünüldüğünde çok büyük bir enerji kaynağı olduğu görülür.

Ergime ve erime kavramları birbirinin yerine kullanılmamalıdır. **Ergime**, bir maddenin katı evreden (fazdan) sıvı evreye sıcaklığının artırılarak geçmesidir. **Erime** ise katı bir maddenin sıvı içine karışarak kimyasal formülü değişmeden sıvı hâle geçmesidir (Görsel 1.1.6). Örneğin kar güneşte erimez, ergir. Suyun içine atılan tuz veya şeker ise ergimez, erir.

Uçunum, ergime ve buharlaşma işlemleri dışarıdan ısı almayı gerektirir. Donma ve yoğuşma işlemleri sırasında ise dışarıya ısı verilir. Bu yüzden hâl değişim ısısı atmosferik enerjinin önemli bir kaynağıdır.

**Özgül Isı ve Isı Birimleri:** **Özgül ısı**, maddenin 1 g'lık kütle sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli ısı enerjisi miktarıdır. Sıcaklığın birimi dereceyken ısının birimi kalori veya Joule'dür [Jul (J)]. Aynı miktarda su ve toprağın sıcaklığını aynı miktarda artırabilmek için suyun toprağa göre 5 kat fazla ısıya ihtiyacı vardır.

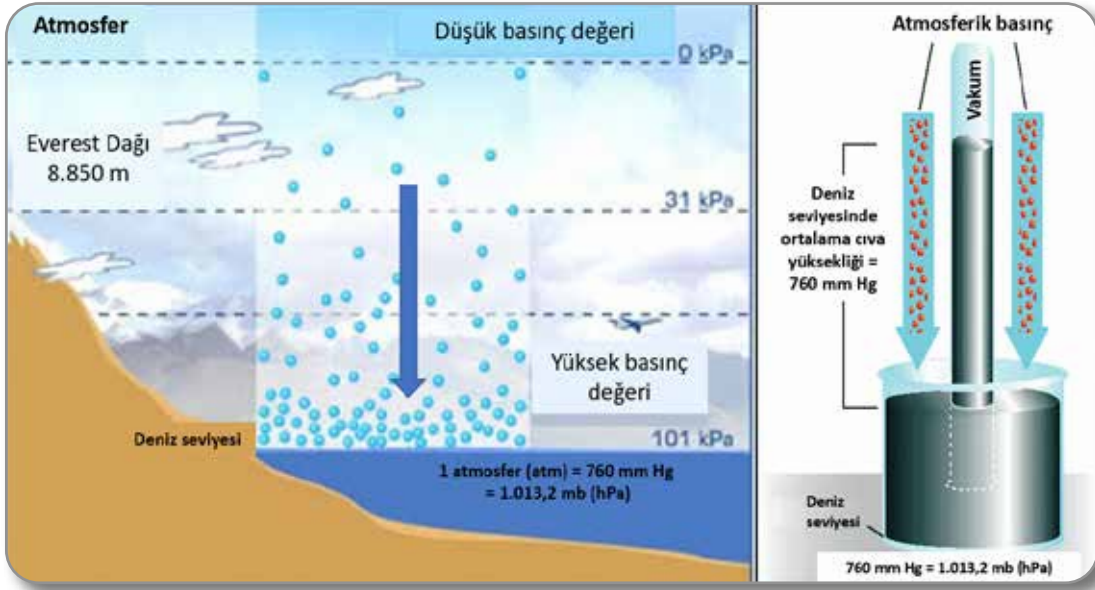




## 1.1.6. Atmosferik Basınç

Genel anlamda **basınç**, birim alan başına etki eden kuvettir. Hava moleküllerinin sahip oldukları ağırlık nedeniyle yer yüzüne uyguladıkları kuvvete **atmosfer basıncı** veya **hava basıncı** denir. Atmosferik (barometrik) basınç, doğrudan o yüzeyin üstündeki hava sütununun ağırlığına bağlı olarak atmosfer tarafından bir yüzeye uygulanan basınçtır (Görsel 1.1.7).

Standart koşullar altında, deniz yüzeyindeki yer kabuğunun 1 cm<sup>2</sup>'sindeki havanın ortalama ağırlığı yaklaşık 1 kilogramdır (kg). Bu kuvvet cisimlere tüm yönlerde eşit olarak uygulanır. Basınç, sıcaklıktan farklı olarak her zaman yükseklikle azalır.



*Görsel 1.1.7: Basıncın atmosferdeki düşey değişimi ve cıvalı bir barometrenin çalışma prensibi*

Hava moleküllerinin yoğunluğu, yer çekiminin etkisiyle yeryüzüne yakın tabakalarda daha fazladır. Bu durum basıncı da etkiler ve hava basıncı yere yakın katmanlardan yukarılara doğru hızla azalır (Görsel 1.1.7).

## 1.1.7. Basınç Ölçü Birimleri

Atmosfer basıncını ölçmek ve raporlamak için **milimetre cıva** (mmHg) ya da **inç cıva** (inHg) ve **milibar** kullanılır. İnç cıva, atmosferik basınç tarafından desteklenen cıva sütunu yüksekliğinin bir ölçüsüdür (Görsel 1.1.7). Milibar, birim alan başına kuvvet olarak tanımlanan basıncın doğrudan bir temsilidir. Atmosferin normal deniz seviyesi basınçları yaklaşık 960 mb ile 1.060 mb değerleri arasında değişir. Gündelik basınç ölçümü ve okumalarının bu değerler arasında bir yerde olmasına dikkat edilmelidir.

Basınç birimi bar, milibar veya Pascal'dır [Paskal (Pa)]. Bar, 1 m<sup>2</sup>'lik bir alan üzerine uygulanan 100.000 Newton'lık [Nivtın (N)] bir kuvvete karşılık gelen basınç birimidir. Basınç birimi olarak barın çok büyük (1 bar = 1.000 mb) ve yüzeydeki basınç değişimlerinin çok küçük olması nedeniyle uygulamalarda milibar tercih edilmektedir.

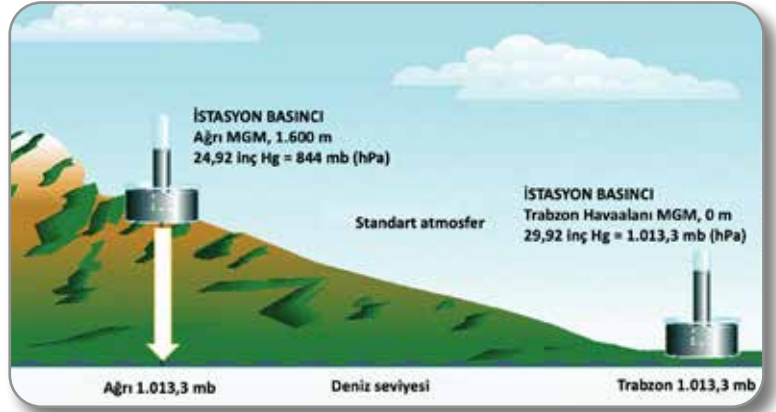
Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) kullanılan basınç birimi ise **Pascal**'dır. Günümüzde **hectopascal** [hektopaskal (hPa)] kullanılması tavsiye edilir. Bir hPa'lık basınç, 1 m<sup>2</sup>'lik bir alana uygulanan 1 Newton kuvvete eş değerdir. 100 Pascal 1 mb'a eşittir. Buradan;

- 1 bar = 1.000 mb = 1.000 hPa'dır.

Deniz seviyesinde atmosfer basıncının ortalama ya da standart değeri 760 mm veya buna eş değer 1.013,25 mb'dır.

### 1.1.8. İstasyon ve Deniz Seviyesindeki Basınç

**İstasyon basıncı**, meteoroloji istasyonlarında doğrudan ölçülen atmosfer basıncıdır. **Deniz seviyesindeki basınç**, o istasyonun ortalama deniz seviyesinde olması durumunda ölçülecek ve meteoroloji haritalarında gösterilecek olan basınç değeridir (Görsel 1.1.8). Bir deniz işletmesinin ortalama deniz seviyesinden 300 m yükseklikte bulunan ofisinde ölçülen barometrik basınç 986 mb'ken meteorolojinin aynı nokta için yayımladığı ortalama deniz seviyesi basınç değeri 1.013 mb'dir. Bu farkın nedeni barometrik basıncın deniz seviyesi koşullarını yansıtmak üzere yeniden hesaplanmış olmasıdır.



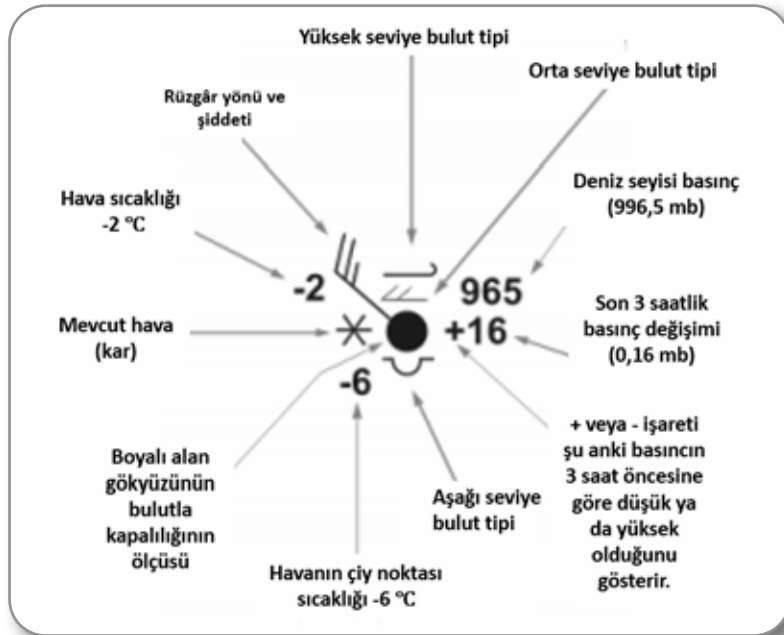
Görsel 1.1.8: Farklı yüksekliklerdeki meteoroloji istasyonlarında ölçülen atmosferik basıncın deniz seviyesine indirgenmesi

### 1.1.9. Yer İstasyon Modeli

Yapılan gözlemlerin belli bir standarda uygun olarak kodlanması, işaretlenmesi ve analiz edilmesi veri birliği sağlanması açısından zorunluluktur. Hava tahmininde kullanılmak üzere geniş sahalar üzerinde aynı anda yapılmış gözlemleri gösteren haritalara **sinoptik harita** ya da **yer kartı** adı verilir. Bu amaçla dünyanın her yerinde aynı anda yapılmış rasatlara da **sinoptik rasatlar** denir. Sinoptik rasatlar GMT (Greenwich Mean Time) saatine göre (Greenwich başlangıç boylamındaki zamanı esas alarak) üçer saatlik aralıklarla ana ve ara sinoptik rasat olarak bir günde sekiz kez yapılır.

Ana sinoptik rasatlar 00.00, 06.00, 12.00 ve 18.00 GMT saatlerinde yapılır. Ara sinoptik rasatlar ise 03.00, 09.00, 15.00 ve 21.00 GMT saatlerinde gerçekleştirilir. Gemilerde yapılan rasatlar, ana sinoptik rasat saatlerinde yapılır. Sinoptik ve gemi meteoroloji istasyonlarında yapılmış olan rasatlar WMO tarafından standart kodlar hâlinde haritalara işlenir ve bu haritaların analizleri yapılır.

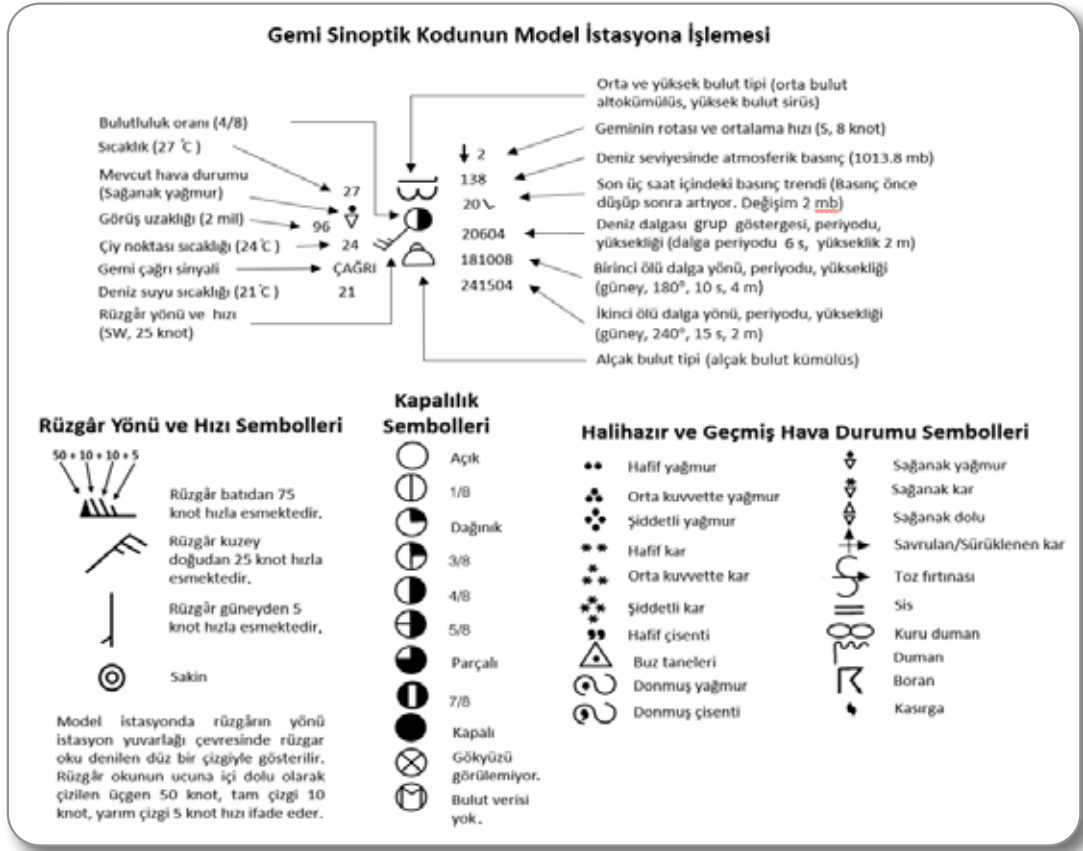
Ölçülen, gözlenen ve hesaplanan veriler istasyon modeli adı verilen formatta sinoptik haritalara işlenir (Görsel 1.1.9).



Görsel 1.1.9: Yer kartı üzerine meteorolojik gözlemleri işlemek için kullanılan bir istasyon modeli



Meteorolojik yer kartları, istasyon modeli olarak bilinen sayı ve sembol gruplarını içerir. İstasyon modelleri bir meteoroloji istasyonu ya da tam meteoroloji gözlemi yapan geminin bulunduğu yerdeki hava durumunu tanımlar. Bu konumdaki çeşitli hava durumu veri raporlarının gemi istasyon modeline işlenmesi için birçok meteorolojik sembol kullanılır (Görsel 1.1.10).



Görsel 1.1.10: Gemi sinoptik kodunun yer kartı istasyon modeline işlenmesi için kullanılan bazı semboller (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Bulunulan noktadaki basınç değişimi, bir ya da üç saatte bir yapılan ölçümlerin farkı alınarak belirlenebilir. Bununla birlikte görsel 1.1.9 ve görsel 1.1.10'daki istasyon modellerinde basınç trendi (tandans) miktarı ve işareti, haritaya bakılarak istenilen her istasyondaki basınç değişimi hakkında fikir verir. Denizde barometrik basınç değişimi önemli olduğu için basınç trend işaretlerine ait semboller ve anlamları tablo 1.1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1.1: Basınç Trend (Tandans) İşaretlerine Ait Semboller ve Anlamları

Sembol	Kodu	Tandans Çizgisinin Anlamı	Öncesine Göre Basınç ve Basit Bir Yorum
	0	Yükseliyor, sonra düşüyor.	Yüksek, rüzgâr ve kısa sağanak
	1	Yükseliyor, sonra sabit.	Yüksek
	2	Yükseliyor.	Yüksek
	3	Düşüyor, sonra yükseliyor.	Yüksek
	4	Düşüyor, sonra yükseliyor.	Düşük
	5	Düşüyor, sonra sabit.	Düşük
	6	Düşüyor.	Düşük
	7	Yükseliyor, sonra düşüyor.	Düşük







**Not:** Bu haritaları ve gösterdikleri meteorolojik sistemleri mümkün olduğunca erkenden tanıyıp günlük olarak takip etmeye başlamanız hava analizi ve tahminini öğrenmeniz için gereklidir.

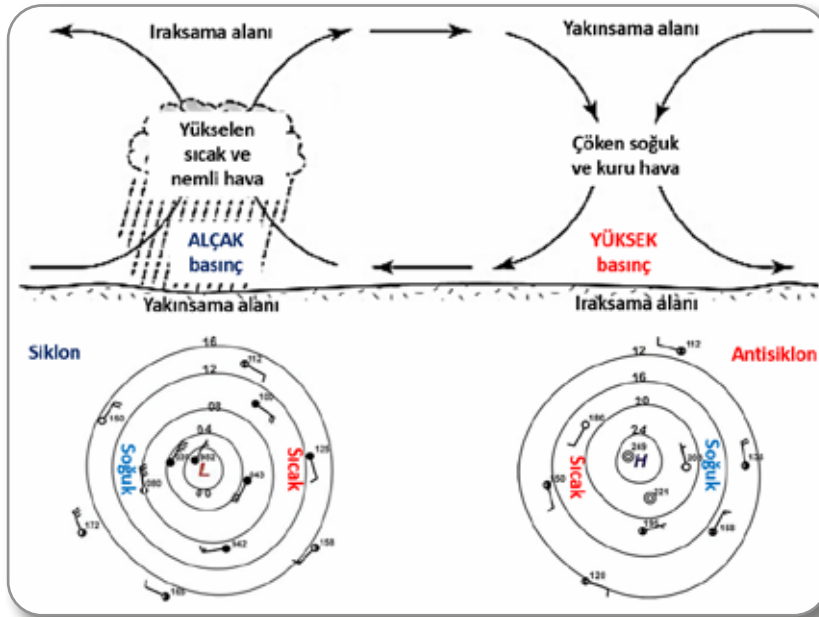
Denizcilerin bu haritalarda öncelikle izobarlar arasındaki mesafeye bakması gerekir. İzobarlar birbirine ne kadar yakınsa basınç değişimi (basınç gradyanı) ve dolayısıyla rüzgâr da o kadar güçlü olur. Geniş aralıklı izobarlar, basınçta daha kademeli bir değişikliği ve hafif rüzgârları gösterir. Dünya üzerindeki eşit sıcaklığa sahip noktaların birleştirilmesiyle oluşan düzgün olmayan çizgilere **izoterm** (eşit sıcaklıktaki çizgiler) denir. İzotermi, izobar eğrileriyle karıştırmamaya dikkat edilmelidir.

**Yüksek basınç alanı** (yüksek) kısaca **antisiklon** olarak adlandırılır ve merkezindeki basınç değeri, çevresindeki alanlardan daha yüksektir. Bunlar yer kartında bir dağ gibi düşünülebilir. Benzer şekilde **alçak basınç alanı** (alçak) kısaca **siklon** olarak adlandırılır ve merkezindeki basınç değeri, çevresindeki alanlardan daha düşüktür. Bu yüzden o da yer kartında bir çukur veya vadi olarak düşünülebilir. **İzobarik sırt**, yüksek basınç alanının bir uzantısıyken **izobarik oluk** ise alçak basınç alanının uzantısıdır. Sırtlar, dağ silsilelerinin bir yerden başka yere uzanan tepeleri, oluklar ise vadiler şeklinde düşünülebilir (Görsel 1.1.12).

Bu basınç sistemleriyle bağlantılı bazı karakteristik rüzgârlar ve hava durumu sistemleri vardır. Buna alçak basınç alanlarında oluşan **sıcak, soğuk ve oklüzyon cephe**ler örnek verilebilir.

**Alçak Basınç Merkezleri:** Kuzey Yarım Küre'de saat yönünün tersine, Güney Yarım Küre'de saat yönünde dönen büyük ölçekli dairesel hava hareketine kısaca **siklon** ya da **alçak basınç merkezi** denir. Düşük atmosfer basıncı genellikle siklonik sirkülasyonların merkezindedir (Görsel 1.1.13). Kırmızı renkli İngilizce **L** harfi ve Türkçe **A** harfi **alçak basınç merkezlerini** gösterir. Kuzey Yarım Küre'de rüzgârlar saat yönünün tersine eser ve tüm alçak basınç sistemlerinin merkezine ve yukarı doğru yönlendirilir. Yukarı doğru hareket eden hava (konveksiyon), yağışmanın meydana geldiği noktaya kadar soğur. Hava yükselmeye devam ederse o zaman yağış meydana gelebilir. Alçak basınçla ilişkili hava genellikle bulutlu, yağışlı ve kararsız olarak anlaşılır.

**Yüksek Basınç Merkezleri:** **Antisiklon** ya da **yüksek basınç merkezi** yüksek atmosfer basıncı etrafında ortalanmış, büyük ölçekli, dairesel hava hareketidir. Siklonların tersine Kuzey Yarım Küre'de saat ibresi yönünde ve Güney Yarım Küre'de saat yönünün tersi yönde döner (Görsel 1.1.13). Meteoroloji haritalarında büyük harfle yazılan mavi renkli İngilizce **H**'ler ve Türkçe **Y**'ler **yüksek basınç merkezlerini** gösterir. Yüksek basınç merkezlerinde hava [aşağı doğru hareketi yani çökmesi (sübsidans) nedeniyle ısındığı için] açık (bulutsuz) ve kararlı bir hava olma eğilimindedir.

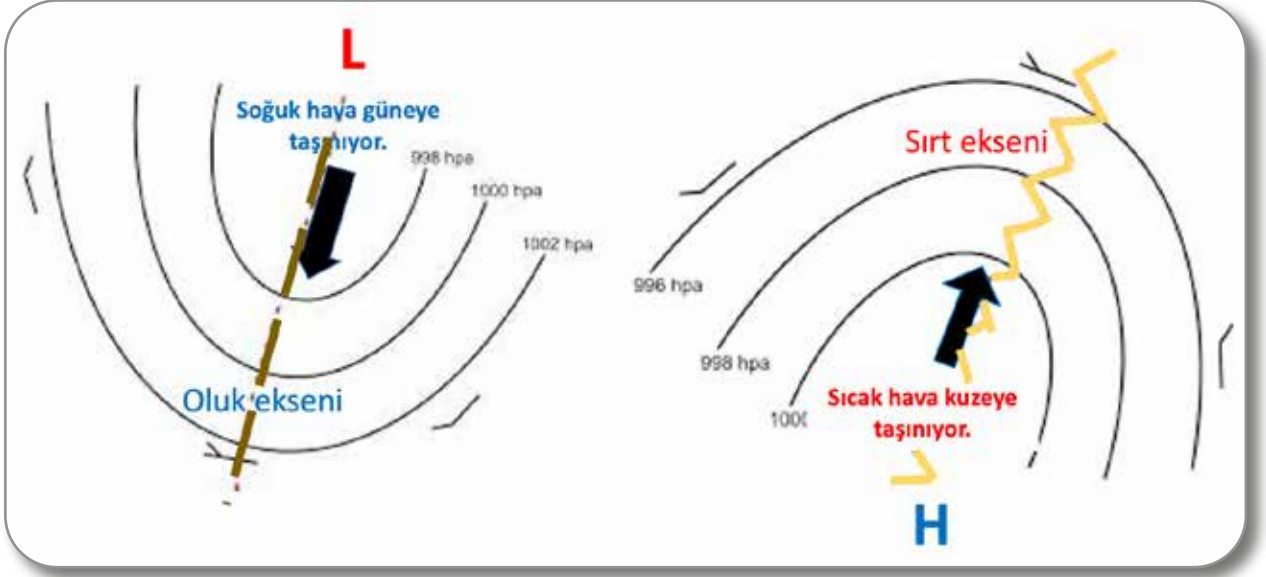


**Görsel 1.1.13:** Alçak (siklon) ve yüksek basınç (antisiklon) merkezlerinin üstten görünüşü ve düşey kesitleri



Hava basıncının çevredeki havaya göre en yüksek ve en alçak olduğu yerler belirlenir. Genellikle milibar cinsinden üç veya dört haneli (deniz seviyesine indirgenmiş) basınç değeri X ile işaretlenip etiketlenir (Görsel 1.1.12). Basınç merkezleri her zaman yer kartlarına işaretlenir. Yukarı seviye meteoroloji haritalarında da görülebilirler ama artık onlara basınç değil sadece **alçak merkez** ya da **yüksek merkez** denir.

**İzobarik Sırt ve Oluklar:** Genellikle yüksek basınçların birer sırtları ve alçak basınçların birer olukları vardır (Görsel 1.1.14). İzobarik oluklar (oluk), alçak basınç alanlarının bir uzantısıdır. Her zaman eksenleri düz bir çizgi şeklinde olmaz, bazen kavisli bir şekilde de uzanır. Oluk eksenleri çevresinde rüzgâr yönünde ani değişiklikler görülebilir. Kuzey Yarım Küre'de rüzgârlar oluklarda saat yönünün tersi yönde eser. Eksenin iki tarafında da eksenden uzaklaştıkça basınç değeri giderek artar. Oluklardaki hava şartları alçak basınç merkezindeki benzer.



**Görsel 1.1.14:** Kuzey Yarım Küre'de izobarik sırt ve oluğun bir yer kartı üzerinde alçak ve yüksek basınç merkezleriyle ilişkisinin şematik gösterimi

Benzer bir şekilde izobarik sırtlar ya da kısaca sırtlar, yüksek basınç alanlarının bir uzantısıdır. Eksenleri her zaman düz zikzaklı çizgi şeklinde olmaz, bazen kavisli bir şekilde de uzanır. Sırt eksenleri çevresinde rüzgâr yönünde ani değişiklikler görülebilir. Kuzey Yarım Küre'de rüzgârlar, sırtlarda saat ibresi yönünde eser. Eksenin iki tarafında da eksenden sağa-sola uzaklaştıkça basınç değeri giderek azalır. Sırtlardaki hava şartları yüksek basınç merkezindeki benzer.

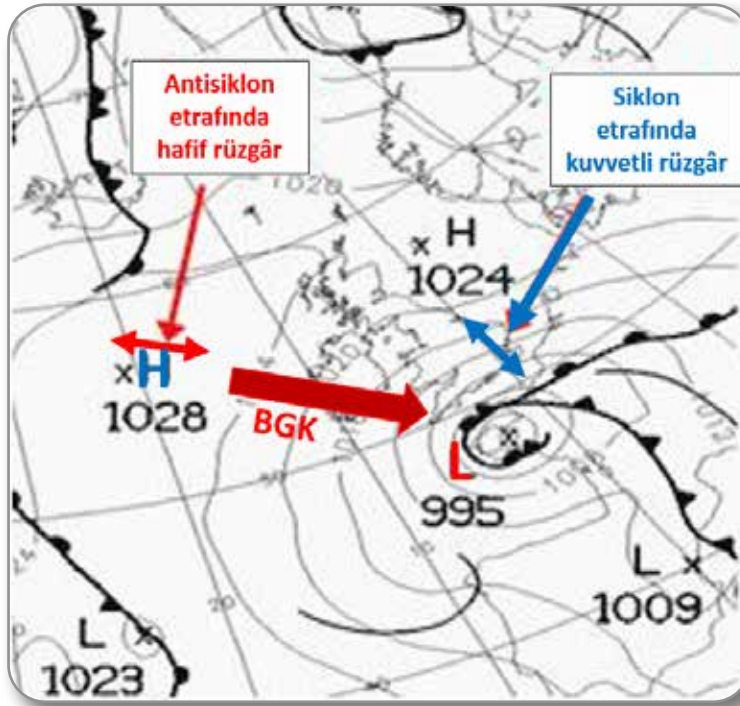
Bir izobarik oluk; hava sıcaklığı soğudukça daha ağır, sıkıştırılmış, daha yoğun hâle gelir ve oluğun yüksekliği düşer. Böylece havanın hacmi daha az olur. İzobarik sırt ise oluğun tam tersidir. Hava yukarıdan aşağı çökerken ısınır. Sıcak hava genişler ve soğuk havadan daha hafif olduğundan yükselir. Sırtlar daha sıcak ve daha kuru hava getirir. Oluklar ve sırtlar genellikle birbirleriyle ilişkilidir. Atmosferin orta ve üst seviyelerinde daha çok görülür.

**Atmosferik Cepheler:** Cepheler temelde durağan (istasyon), sıcak, soğuk ve oklüzyon cephe olmak üzere dört çeşittir (Görsel 1.1.13). Hava kütlelerini birbirinden ayıran cephelerde, cephe tipini ve yönünü gösteren özel sembol ve renkler kullanılır. Örneğin soğuk cephede mavi testere dişleri, sıcak cephede kırmızı yarım daireler, oklüzyon cephede mor testere dişleri ve yarım daireler cephenin hareket yönünü gösterir. Durağan cephe ise birbirine zıt yönlerde kırmızı yarım daireler ve mavi testere dişleriyle gösterilir.

**Basınç Gradyan Kuvveti:** Alçak ve yüksek basınç merkezleri bir anlamda havanın yatay yönde hareketinin başlama-sına neden olur. Hava yatay olarak hareket ederken yüksek basınçtan alçak basınca doğru yönelir. Hava basıncı **yer kartı** adı verilen meteorolojik haritalarda izobar denilen eş basınç eğrileriyle gösterilir. İzobarlar basıncın nasıl değiş-



tiğini gösterir. Belli bir mesafede basıncın değişimini gösteren değere **basınç gradyan kuvveti** (BGK) denir (Görsel 1.1.15).

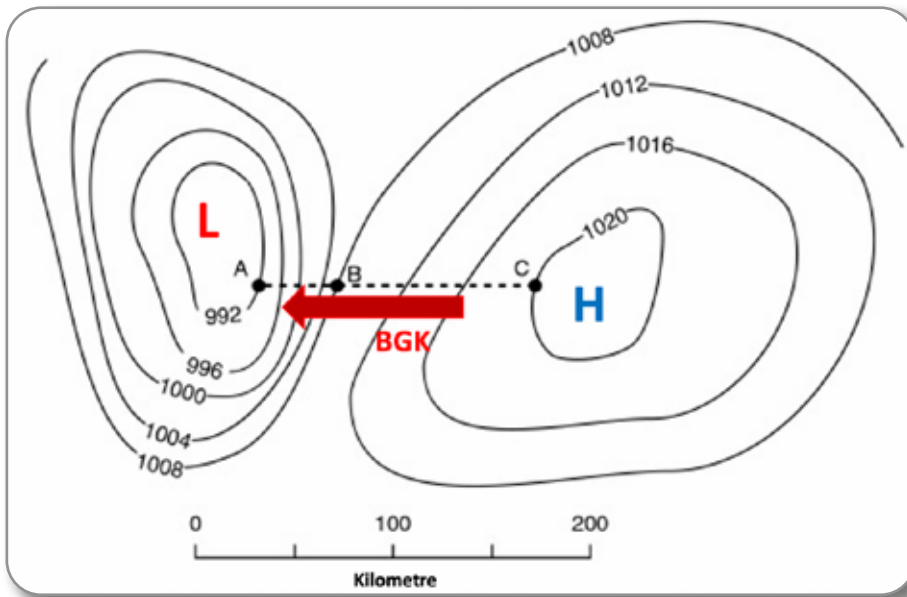


**Görsel 1.1.15:** Rüzgâr hızları, izobar adı verilen hava basıncı eğrileri bir hava haritasında çizildiğinde üretilen basınç gradyanı

İzobarlar arasındaki mesafe genişledikçe basınç gradyan kuvveti ve rüzgâr şiddeti azalır. Tam tersine izobarlar birbirine yaklaştıkça basınç gradyan kuvveti ve rüzgâr şiddeti artar (Görsel 1.16).

Rüzgâr yatay olarak hareket ederken basınç gradyan kuvveti, rüzgârı dikey olarak etkiler. Diğer bir deyişle havanın hareket yönü, yüksek basınçtan alçak basınca doğrudur (Görsel 1.1.16).

Görsel 1.1.16 üzerinde belirtilmiş A ve B noktaları arasındaki izobarların sık olması nedeniyle meydana gelen Basınç Gradyan Kuvveti, B ve C noktaları arasındaki izobarların birbirlerinden uzak olması nedeniyle oluşan Basınç Gradyan Kuvvetinden daha fazla olacaktır.



**Görsel 1.1.16:** Basınç gradyanı ve onu şiddetine bağlı olarak oluşan rüzgâr hızları ve izobarların birbirine yakınlığının şematik bir gösterimi

## UYGULAMA 1.1.1

GÜVERTE JURNALİNE (DECK LOG BOOK) RÜZGÂR, HAVANIN HÂLİ, BASINÇ VE HAVA SICAKLIKLARINI KAYDETME



KOD=24341

Voyage No.		Ship										Year						
ROTA Course		ROTAYA UYGULANAN Apply to Course					GYRO HATASI Gyro Error	RÜZGAR Wind		DENİZİN HALİ Sea State		HAVANIN HALİ Weather		BASINÇ Barometer	HAVA Air		TORNVA Tides	PARANETİ Rain
Hakiki True	Gyro Gyro	Miyar Standart	Dümeni Steering	Dev." Dev"	Var." Var"	Düşme Leeway		YÖNÜ Direction	Kuvveti Force	Gök Sky	Bulut Clouds	Yağ Rain	Kuru Dry		Islak Wet			
AMBARLI LAMAN																		
114	114	110	114	-1	+5	±0	±0	NE	4	3	bc	6	1012	21	13	600	10.1	
110	110	106	110	-1	+5	±0	±0	NE	4	3	bc	6	1012	20	18	600	10.1	
030	030	076	080	-1	+5	±0	±0	NE	4	3	bc	6	1012	19	17	600	10.1	

Görsel 1.1.17: Doldurulmuş bir güverte jurnali örneği

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	Güverte jurnalinin boş bir sayfanın fotokopisini temin ediniz.
<input type="checkbox"/>	Güverte jurnalindeki meteorolojik parametreleri (basınç, ıslak ve kuru termometre değerleri) okulunuzda bulunan meteoroloji istasyonundan günlük olarak edininiz.
<input type="checkbox"/>	El anemometresiyle rüzgâr yön ve hızını tespit ediniz.
<input type="checkbox"/>	Dönem boyunca her hafta Meteoroloji dersinin olduğu günün meteorolojik değerlerini güverte jurnali tablosuna tek tek işleyiniz.

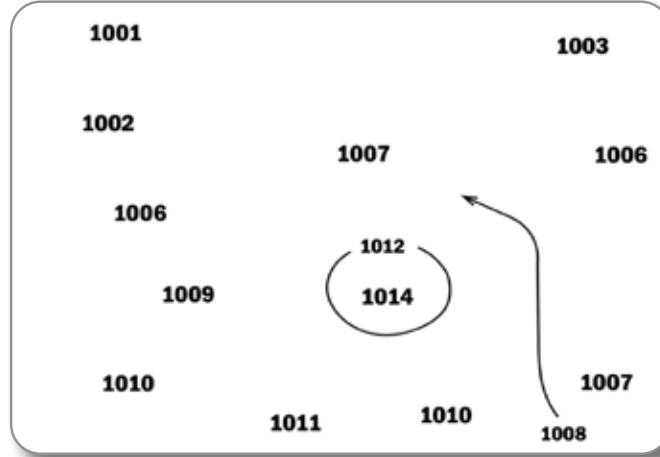
Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Okuldaki meteoroloji istasyonundan basınç değerlerini okur.				
2.	Okuldaki meteoroloji istasyonundan sıcaklık değerlerini okur.				
3.	El anemometresiyle rüzgâr yön ve hızını okur.				
4.	Toplanan meteorolojik parametreleri görsel 1.1.17'deki gibi güverte jurnaline işler.				
5.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.1.2

### DENİZ SEVİYESİNE İNDİRGENMİŞ ATMOSFERİK BASINÇ DEĞERLERİ VERİLEN İZOBARLARI ÇİZME



Görsel 1.1.18: Bir sinoptik yer kartına açıkça yazılmış basınç değerleri ve çizilmiş 1.012 mb izobar ve çizimine başlanmış bir 1.008 mb izobarının örnek gösterimi

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	Siyah renkli bir kurşun kalem kullanarak yukarıda verilen deniz seviyesine indirgenmiş atmosferik basıncın aynı değerlerini birbirine bağlayan eğrileri hafifçe oluşturunuz. (Bu çizgilerin izobar olduğu ve birbirlerini asla kesmedikleri göz önünde bulundurulmalıdır.)
<input type="checkbox"/>	Aşağıda verilen yönerge doğrultusunda izobar eğrilerini çiziniz.  İzobarların çizimine genellikle 1.000 mb'dan başlanır ve her 4 mb için diğerleri çizilir. Bu nedenle eğer harita üzerinde değerleri varsa izobarlar 1.000, 1.004, 1.008, 1.012, 1.016, 1.020, 1.024 vb. veya 996, 992, 988, 984, 980 vb. olacaktır.  1.012 mb izobarı ile haritada yüksek basınç merkezi (H) olan bölge tümüyle ve 1.008 mb izobarı ise kısmen yol göstermek için çizilmiştir (Görsel 1.1.18). Örneğin 1.008 mb izobarını çizerken istasyonların basınç değerleri arasında 1.008 mb değerinin olduğu yerler göz kararı bulunarak çizgi geçirilmelidir. Böylece izobarı çizerken ondan daha küçük olan değerlerin sağda, daha büyük olanların solda kaldığına dikkat ediniz.  İzobarlar önce kalem bastırılmadan, çok koyu çizgiler oluşturmadan çizilmelidir. İzobarlara son şekli verirken fazla zikzak yapmadan izobarları daha yumuşak eğrilere dönüştürünüz. Sonra örnekteki 1.012 mb izobarında olduğu gibi izobarların üzerine ya da uçlarına değerlerini tek tek yazarak onları etiketlendiriniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

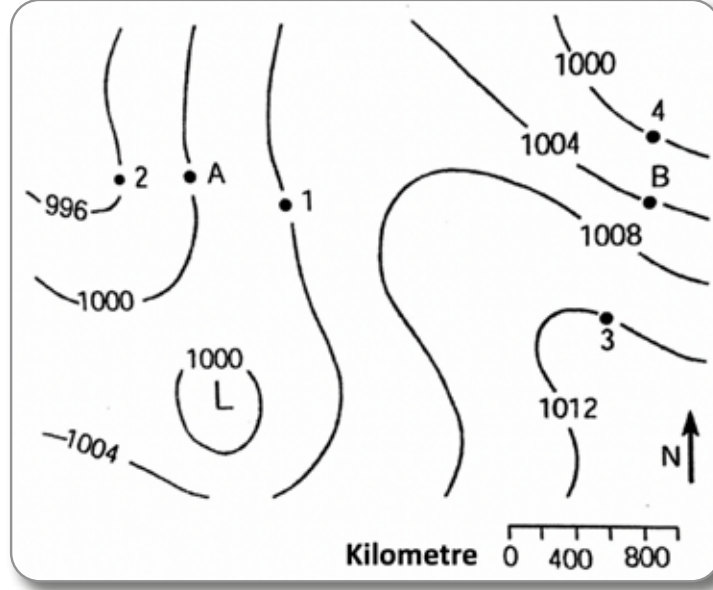
Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Görsel 1.1.18 üzerinde 1.008 mb izobar eğrilerini kurala uygun olarak çizer.				
2. Görsel 1.1.18 üzerinde 1.004 mb izobar eğrilerini kurala uygun olarak çizer.				
3. Görsel 1.1.18 üzerinde 1.000 mb izobar eğrilerini kurala uygun olarak çizer.				
4. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

Puanlama: Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.

### UYGULAMA 1.1.3

#### SİNOPTİK YER KARTI ÜZERİNDE SIRT VE OLUK YER TESPİTİ YAPMA

Kuzey Yarım Küre'de bir sinoptik yer kartı, izobarları 4 mb aralıklarla çizilerek ölçekli bir harita üzerinde verilip numaralandırılmış ve harflerle işaretlenmiştir (Görsel 1.1.19).



Görsel 1.1.19: İzobarları çizilmiş, etiketlenilmiş ve ölçekli yer kartı

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.1.19 üzerinde gösterilen sayılardan (1, 2, 3, 4) izobarik oluğa en yakın olanını yuvarlak içine alınız.
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.1.19 üzerinde gösterilen sayılardan (1, 2, 3, 4) izobarik sırtı en yakın olanını yuvarlak içine alınız.
<input type="checkbox"/>	A noktasında esen rüzgârın yönünü tespit ediniz [Kuzey (N), doğu (E), güney (S) veya batı (W)].
<input type="checkbox"/>	B noktasında esen rüzgârın yönünü tespit ediniz [Kuzey (N), doğu (E), güney (S) veya batı (W)].
<input type="checkbox"/>	A ve B noktasının olduğu yerler için basınç gradyanlarını ve rüzgâr şiddetlerini karşılaştırarak değeri büyük olanı yuvarlak içine alınız.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Görsel 1.1.19 üzerinde izobarik oluğu işaretler.				
2. Görsel 1.1.19 üzerinde izobarik sırtı işaretler.				
3. A ve B noktasında esen rüzgârın yönünü tespit eder.				
4. A ve B noktaları için büyük olan basınç gradyanı ve rüzgâr şiddetini tespit eder.				
5. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.





## 1.2. HAVADAKİ NEM VE GÖRÜŞ

### 1.2.1. Havadaki Nem

Meteorolojik eleman olarak nemi anlamak için buharlaşma, yoğuşma, doygunluk, bağıl nem, çiy noktası sıcaklığı gibi kavramların öğrenilmesi gerekir.

**Buharlaşma, Yoğuşma ve Doygunluk:** Sıvı su buharlaşarak gaz yani su buharı olarak atmosfere geçer. Bazen atmosferdeki su buharı yoğuşarak sıvı hâlde yeryüzüne iner (Görsel 1.2.1). Bu döngü miktarı şartlara bağlı olarak değişse de yaz, kış, sıcak, soğuk, bazen az bazen çok olmak üzere devam eder.



**Görsel 1.2.1:** Su yüzeyinde gerçekleşen buharlaşma (su yüzeyinden havaya su moleküllerinin geçişi) ve su yüzeyinde gerçekleşen yoğuşmanın (havadan su yüzeyine su moleküllerinin dönüşü) şematik gösterimi

Sıvı suyun gaz formunda havaya geçme işlemine **buharlaşma** (evaporation) denir. Havada bulunan su buharı moleküllerinin yoğuşarak sıvı su formuna dönüşmesine de **yoğuşma** (condensation) denir.

İçinde sıvı bulunan bir kabın üzeri kapatılırsa bir süre sonra buharlaşma hızı ile yoğuşma hızı eşitlenir. Bu durumda hava ile su yüzeyi arasındaki su buharı molekülü alışverişi dengededir. Hava, su buharı bakımından **doygunluğa** ulaşmıştır (Görsel 1.2.1). Eğer su yüzeyine üflenirse yüzey havası içindeki bazı su

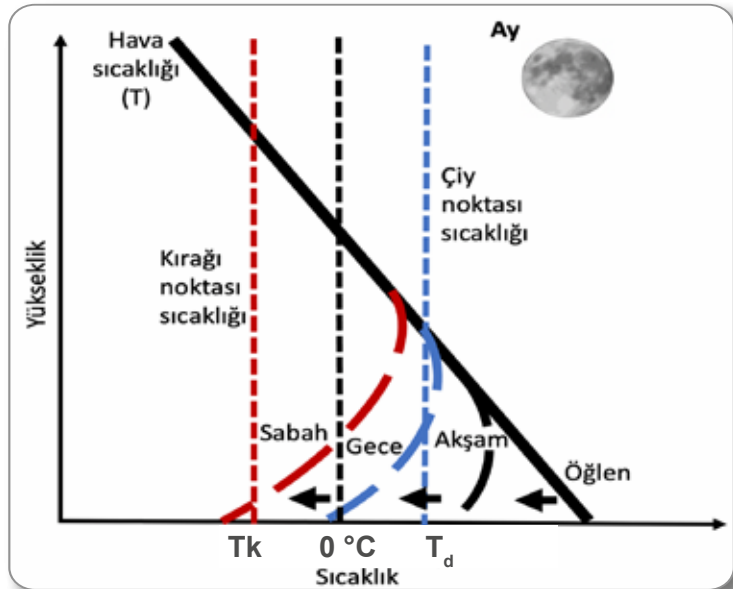
molekülleri ortamdaki daha kolay uzaklaşır. Uzaklaşma nedeniyle su yüzeyinden havaya geçen su buharı moleküllerinin miktarı artmaya başlar. Rüzgâr, bu nedenle buharlaşmayı artıran bir faktördür. Çok sıcak yerlerde ve günlerde deniz üzerinde buharlaşma olurken aynı zamanda daha az miktarda da olsa yoğuşma gerçekleşir.

Havadaki nem yeryüzünde kendini bazen yağış bazen de sis, çiy ve kırağı şeklinde gösterir. Örneğin çiy, denizcilik sektörü açısından çok önemli bir meteorolojik olaydır. Çünkü geminin üst yapısında meydana gelen çiy oluşumu, güvertede çalışan mürettebatın kayması, düşmesi vb. iş güvenliği açısından tehlike oluşturur. Özellikle dökme yük taşıyan gemilerde iklimlendirme sistemi iyi ayarlanmazsa çiy sonucu yükte bozulma ortaya çıkar.

**Çiy ve Kırağı:** Atmosferde bulunan su buharı çeşitli nedenlerle yoğuştuğunda çiy, kırağı, bulut ve yağış oluşumuna neden olur. Bu süreçlerin hepsinde anahtar kavram çiy noktası sıcaklığıdır. Su buharının yoğuşması ancak yüzde yüz doygunlukla olur. Eğer yüzde yüz doygunluk sıfır derecenin altında gerçekleşiyorsa bu sıcaklığa **kırağı noktası sıcaklığı** ( $T_k$ ) denir (Görsel 1.2.2).

Çiy noktası sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki fark, bağıl nem miktarı hakkında bilgi verir. Farkın fazla olması bağıl nemin düşük olduğunu, farkın az olması ise bağıl nemin yüksek olduğunu gösterir. Eğer ikisi eşitse ( $T = T_d$ ) hava dengeye ya da doygunluğa ulaşmıştır. Bu durumda bağıl nem %100'dür.

Bulutsuz, rüzgârsız bir gecede yer yüzeyi, sınırla (emisyonla) gündüz Güneş'ten soğurduğu enerjiyi kaybederken hızla soğur (Görsel 1.2.2)



**Görsel 1.2.2:** Bulutsuz bir gecede hava sıcaklığının ( $T$ ) öğleden itibaren sürekli düşerek çiy noktası sıcaklığına eşit olunca ( $T = T_d$ ) çiy, kırağı noktası sıcaklığına eşit olunca ( $T = T_k$ ) kırağı oluşumu

Hızlı soğuma, yeryüzünü ve yerdeki cisimleri çevredeki havadan daha soğuk hâle getirir. Bu yüzeylere temas eden hava, ısı iletimiyle (kondüksiyonla) soğur ve havanın su buharı içeriği düşer. Böylece hava sıcaklığı hızla çiy noktası sıcaklığına düşmüş olur ( $T = T_d$ ) yani doymunluk noktasına ulaşılır. Bu durumda hava içindeki su buharı, yeryüzündeki cisimler üzerinde yoğuşur. Bu su damlacıklarına **çiy** denir. Eğer çiy oluştuktan sonra hava sıcaklığı sıfırın altına düşerse cisimler üzerinde oluşan çiy damlaları donar. Buna **donmuş çiy** veya **beyaz çiy** denir. Donmuş çiy, kırağıdan çok farklıdır. Denizcilik sektöründe gemilerin üst bölümlerinde çokça rastlanan meteorolojik bir olaydır.

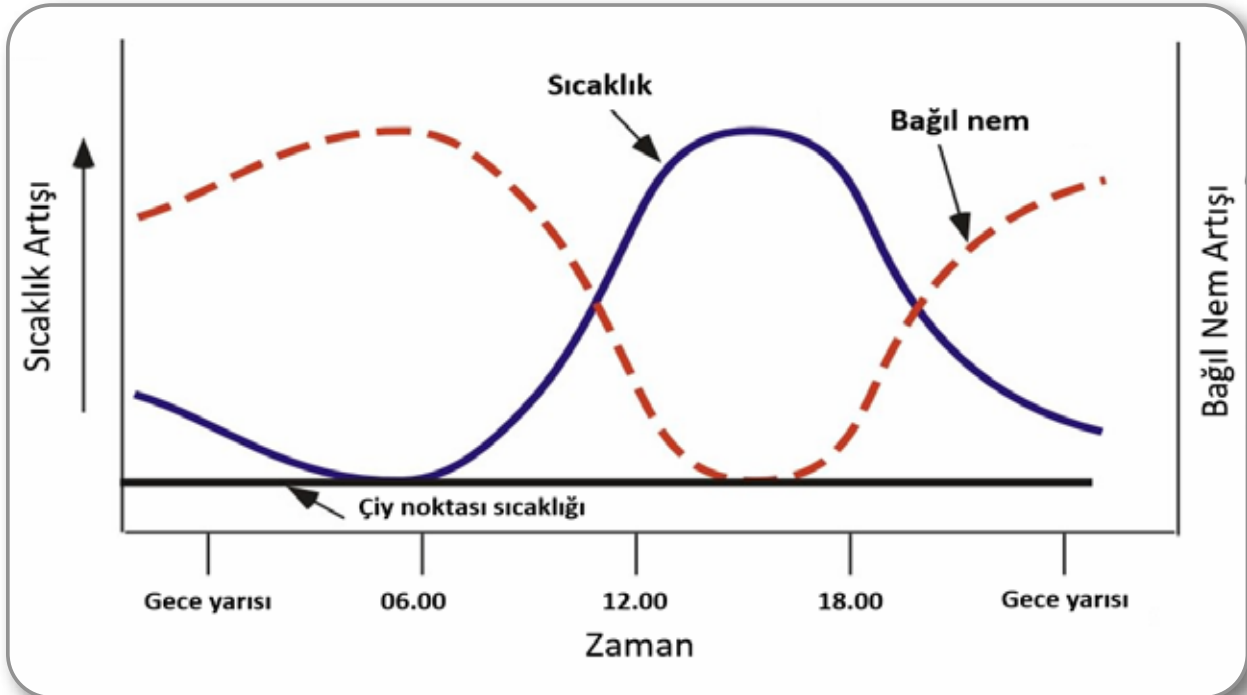
Eğer yağışlı bir günden sonra gece hava açık ve sakinse bunu takip eden günlerin sabahında çiy oluşumu, beklenen bir durumdur. Aslında çiy oluşumu için yüksek basınç merkezinin hâkim olduğu bulutsuz (ve ayazlı) geceler, sakin veya hafif rüzgâr, nemli yer yüzeyi ve yüksek çiy noktası sıcaklığı gerekir.

Kırağı oluşumu için çiy oluşumunda olduğu gibi cismin sıcaklığının çevresindeki hava sıcaklığından daha düşük olması gerekir. Ancak bu kez hem cisim hem de hava sıcaklığı sıfırın altında veya sıfıra yakın, hem de  $T = T_k$  olmalıdır. Açık bulutsuz ve rüzgârsız geçen soğuk gecelerde hava sıcaklığı, sıfırın altında kırağı noktası sıcaklığına ulaşır ve sonuçta **kırağı** oluşur.

**Bağıl Nem:** Bağıl nem, belli bir sıcaklıkta ve basınçta havanın içerdiği nem miktarının (aktüel nem) aynı şartlardaki havanın doymunluğa ulaşması için gerekli olan nem miktarına (maksimum nem) oranıdır. Bağıl nem, yüzde (%) olarak ifade edilir.

$$\text{Bağıl nem} = (\text{Aktüel nem} / \text{Maksimum nem}) \times 100$$

Eğer havanın hâlihazırda içerdiği su buharı miktarı ile içerebileceği maksimum su buharı miktarı birbirine eşitse bağıl nem %100'e ulaşır. Böyle havalara **dengede** ya da **doymun hava** denir. Hava sıcaklığı arttığında içerebileceği maksimum su buharı miktarı artacağı için bağıl nem düşer. Tam tersine hava sıcaklığı düştüğünde içerebileceği maksimum su buharı miktarı azaldığı için bağıl nem artar. Hava sıcaklığı ile bağıl nem arasında ters orantı vardır (Görsel 1.2.3).



Görsel 1.2.3: Bağıl nem miktarı, hava ve çiy noktası sıcaklığının bir gün içindeki değişimi

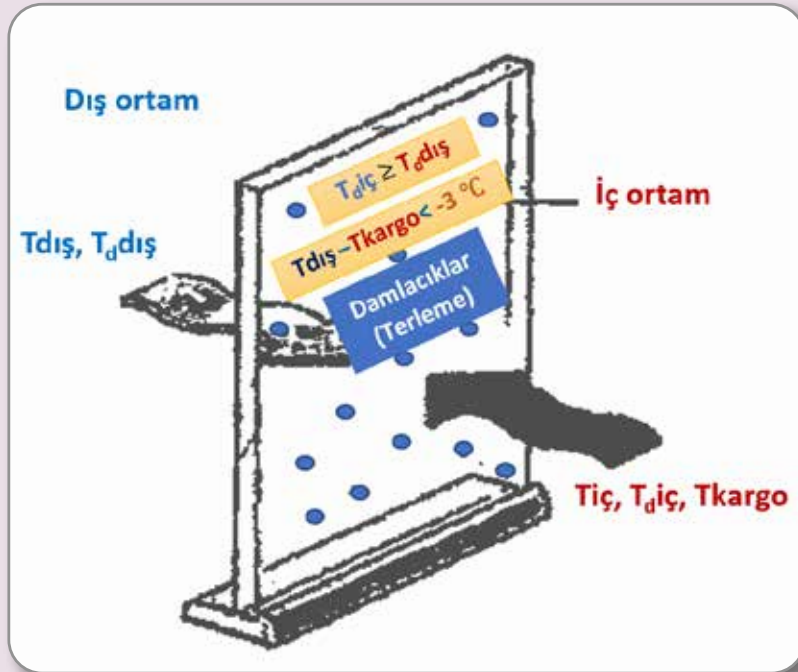


## ETKİNLİK

**Gemi ve Yük Terlemesi Tahmini:** Terleme, ılık bir iklimden soğuk bir iklime gidilmesi ya da kargonun soğutulması durumunda yüzeylerdeki yoğuşma sonucu oluşur. Hava sıcaklığı ve dolayısıyla bağıl nemin yüksek olduğu örneğin Batı Afrika'daki bir limandan pirinç yükleyen geminin İrlanda'da yükü boşaltacağı varsayılın. Gemi sürekli kuzeye doğru yol alacağı için yükün alındığı limandan itibaren hava ve deniz suyu sıcaklığı sürekli düşecektir. Bu durumda çelikten yapılmış gemi ambarının çeperleri dışarıdan soğurken bir süre sonra ambar içindeki nispeten daha sıcak ve nemli hava, geminin soğuyan gövdesi üzerinde yoğuşmaya başlayacak yani gemi terlemesi görülecektir. Tam tersine geminin pirinç yükünü kış aylarında soğuk bir limandan yüklenerek sıcak ve/veya sisli bir bölgeye taşıdığı varsayılın. Bu kez yük, dış ortama göre soğuk olacağından havadaki su buharı molekülleri yük üzerinde yoğuşmaya başlayarak yük terlemesine neden olacaktır (Sarı ve Kadioğlu, 2020). Bu yüzden gemilerin havalandırma sistemleri özel bir önem taşır. Ancak havalandırma sisteminin hava, ambar durumu ve çiy noktası sıcaklığıyla birlikte sürekli takip edilerek etkin şekilde kullanılması gerekir. Aksi takdirde yük bozulur, ambar bakım maliyetleri de artar. Örneğin pirinç, patates, soğan, metal gibi **nem çeken** ya da **susever** (higroskopik) maddelerin deniz yoluyla taşınmasında pratik bir bilgi olarak **çiy noktası kuralı** veya **üç derece kuralı** uygulanır.

**Çiy Noktası Kuralı:** Bu kural gereği, yükleme yapılırken ya da seferde **iç ortam hava çiy noktası ( $T_{d,iç}$ ) sıcaklığı, dış ortam hava çiy noktası sıcaklığına ( $T_{d,dış}$ ) eşit ya da ondan daha büyükse ( $T_{d,iç} \geq T_{d,dış}$  ise) ambarlar havalandırılmalıdır (Görsel 1.2.4). Benzer bir şekilde, **iç ortam hava çiy noktası ( $T_{d,iç}$ ) sıcaklığı, dış ortam hava çiy noktası sıcaklığından daha küçükse ( $T_{d,iç} < T_{d,dış}$  ise) ambarlar havalandırılmamalıdır. Bu yöntem için gemilerde kuru hava sıcaklığıyla birlikte çiy noktası sıcaklığının sürekli ölçülmesi ya da psikrometreyle hesaplanıp takip edilmesi gerekir. Gemilerde çiy noktası sıcaklığı doğru bir şekilde ölçülemediği, hesaplanmadığı ya da okunmadığı durumlarda ise üç derece kuralı uygulanır.****

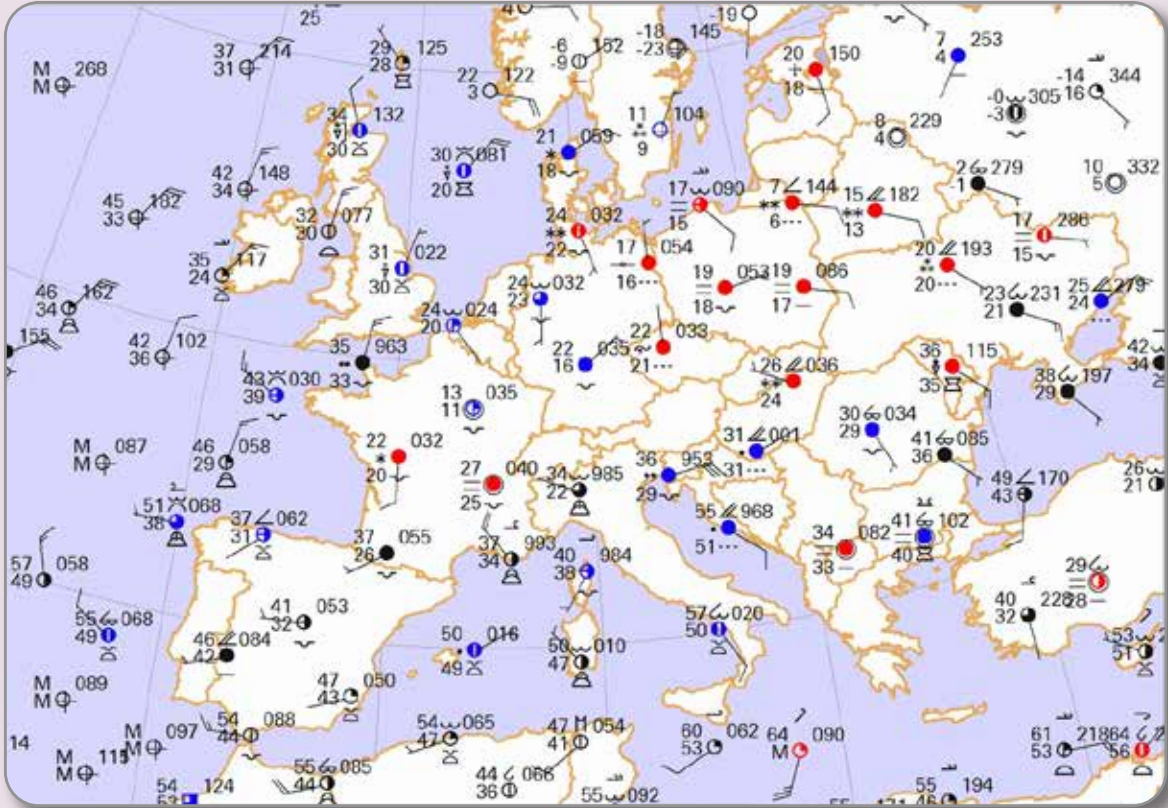
**Üç Derece Kuralı:** Yükleme sırasında ve seferde dış ortam (kuru) hava sıcaklığı ( $T_{dış}$ ), iç ortamdaki kargonun ortalama sıcaklığından ( $T_{kargo}$ ) **3 °C'den daha soğuksa** ( $T_{dış} < T_{kargo}$  ve  $T_{dış} - T_{kargo} < -3$  °C ise) ambarlar **havalandırılmalıdır** (Görsel 1.2.4). Diğer bir deyişle yükleme sırasında ve seferde dış ortam hava sıcaklığı ( $T_{dış}$ ), kargonun ortalama sıcaklığından **3 °C'den daha az soğuk, ona eşit veya ondan daha sıcaksa** ( $T_{dış} \geq T_{kargo}$  ve  $T_{dış} - T_{kargo} \geq 3$  °C ise) ambarlar **havalandırılmamalıdır**. Üç derece kuralını uygulamak için yükleme sırasında kargo sıcaklığının birkaç kez okunup ortalamasının alınması gerekir. Kızılötesi ışınlarla çalışan el termometreleri kargonun sıcaklığını ölçmek için idealdir.



**Görsel 1.2.4:** Gemi ve yük terlemesinde bir cismin yüzeyinde oluşan damlacıklar için dış ve iç ortam ya da kargo sıcaklığı arasındaki ilişki

Kabuller:

1. Geminin iki liman arasındaki gidiş dönüşü sürecinde yol boyunca hava şartları hiç değişmeden kalıyor.
2. Gemi, İzmir ve Oslo'daki limanlardan çıkarken geminin iç ortamdaki çiy noktası sıcaklığı ( $T_{d,ic}$ ) en yakın istasyondaki havanın çiy noktası sıcaklığına ( $T_{d,dış}$ ) eşittir (yani limanda  $T_{d,ic} = T_{d,dış}$ ). Yol boyunca da iç ortam çiy noktası sıcaklığı ( $T_{d,ic}$ ) hiç değişmiyor. Sadece rotası boyunca dış ortam (kuru) hava sıcaklığı ( $T_{d,dış}$ ) görsel 1.2.5'teki haritadan okunacağı şekilde değişecektir.
3. Gemi, İzmir ve Oslo limanlarından çıkarken kargonun ortalama sıcaklığı ( $T_{kargo}$ ) en yakın istasyondaki kuru hava sıcaklığına ( $T_{d,dış}$ ) eşittir (yani limanda  $T_{d,dış} = T_{kargo}$ ). Yol boyunca da kargonun sıcaklığı ( $T_{kargo}$ ) değişmez. Sadece rotası boyunca değişken olan dış ortam (kuru) hava sıcaklığı ( $T_{d,dış}$ ) görsel 1.2.5'teki haritadan okunacaktır.



Görsel 1.2.5: İzmir Limanı'ndan Norveç'in Oslo Limanı'na kuru kayısı götürecek ve Norveç'ten palamut alıp İzmir Limanı'na dönecek olan geminin yol boyunca karşılaştacağı hava şartları (Dikkat, sıcaklıklar Fahrenheit cinsinden verilmiştir.)

Bu kabullere göre yukarıda verilen çiy noktası ve üç derece kurallarından ayrı ayrı yararlanarak görsel 1.2.5'te verilen sinoptik yer kartında;

1. Hava ve deniz suyu nispeten sıcak olan İzmir Limanı'ndan, hava ve deniz suyu nispeten soğuk olan Norveç Oslo'ya kuru kayısı götürecek bir geminin neresinde gemi ve/veya yük terlemesi problemi oluşabilir?
2. Norveç'in Oslo Limanı'ndan donmuş palamut yüklenmiş aynı gemi İzmir Limanı'na dönerken nerede gemi ve/veya yük terlemesi problemi oluşabilir?

**Not:** Çiy noktası kuralını uygularken sinoptik yer kartında yer alan istasyon modellerindeki hava sıcaklığı ve özellikle çiy noktası sıcaklığını doğru okuyabilmek için eğitimcilerinizden yardım isteyiniz.





## ETKİNLİK

**Hissedilen Sıcaklık Hesabı:** Havadaki yüksek bağıl nem, ölçülen sıcaklığın insanlar tarafından çok daha yüksek hissedilmesine neden olur. Sıcak ve nemli havalarda insanlar daha çok terler ve terin buharlaşması sonucu vücut sıcaklığını düşürmeye çalışır. Bağıl nem yüksek olduğunda buharlaşma ve ciltte soğuma yavaşladığı için bunalma başlar. Sıcaklık ve havadaki bağıl nem arttıkça hissedilen sıcaklık da artar. Özellikle çok sıcak ve nemli olan tropikal bölgelerde sağlığını koruyabilmek için ölçtüğünüz hava sıcaklığı ve belirlediğiniz bağıl nem değerlerini kullanabilirsiniz. Bunlarla tablo 1.2.1'den hissedilen sıcaklığı ve ona bağlı olarak hangi kategoride olduğunuzu tespit edip olası sağlık problemleri hakkında fikir sahibi olabilirsiniz.

**Tablo 1.2.1:** Sıcaklık ve Bağıl Neme Göre Hissedilen Sıcaklık Değerleri ve Sağlık Kategorileri

Sıcaklık °C	Bağıl Nem %																							
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95										
44	52	55	60	64	Nem ile Hissedilen Hava Sıcaklıkları °C																			
43	50	54	58	62											65									
42	47	49	54	58											63									
41	45	47	49	54											59	63								
40	43	45	49	49											54	59	64	Kategori I (54 ve yukarı)						
39	41	44	46	47											48	54	58	62						
38	40	42	43	46											49	52	56	59	62					
37	38	40	41	43											46	46	46	54	57	61				
36	37	38	39	41											43	43	44	45	54	55	60			
35	35	37	37	39											40	42	43	45	48	51	55	59		
34	34	35	36	37											38	40	42	42	44	44	45	54	57	59
33	33	34	34	36											36	38	39	41	42	43	45	47	50	55
32	31	32	33	34											35	36	37	38	41	43	45	47	50	53
31	30	31	31	33											33	34	35	36	37	39	41	45	48	51
30	29	30	30	31											31	32	33	34	35	37	37	37	41	47
Kategori IV (27-31)															Kategori III (32-40)							Kategori II (41-53)		

Tablo 1.2.1'e bakıldığında yaz aylarında termometrede ölçülen 30 °C sıcaklık, bağıl nem %25 ise 28 °C olarak hissedilir. Bağıl nem %70'e çıktığında ise 35 °C olarak hissedilir. Düşey ekseninde gösterilen sıcaklık değerleri, aşağıdaki gibi 4 kategoriye ayrılmıştır:

- **Kategori I**, kırmızı renkle gösterilir. Bu sıcaklıklarda dışarı hiç çıkılmaması gerekir. Çünkü sıcaklık veya güneş çarpması sonucu termal şoka girmek her an olasıdır.
- **Kategori II**, pembe renkle gösterilir. Bu bölgede hissedilen sıcaklık değerleri, zorunlu olmadıkça dışarı çıkılmaması gereken sıcaklıklardır. Güneş çarpması, sıcaklık krampları veya bitkinlik günlük hayatı etkiler. Bu sıcaklıklarda fiziksel aktivite yapılmaması tavsiye edilir.
- **Kategori III**, sarı renkle gösterilir ve bu sıcaklıklarda çok dikkatli olmak gerekir. Sarı bölgede yer alan hissedilen sıcaklıklarda fiziksel etkinliğe bağlı olarak termal strese girme olasılığı yüksektir. Sıcaklığa bağlı kramplar, yorgunluklar sık görülür. Ağır fiziksel aktivitelerden kaçınmak gerekir.
- **Kategori IV**, beyaz renkle gösterilmiştir. Bu bölgede verilen hissedilen sıcaklık değerleri insanlar için termal stres, hâlsizlik, sinirlilik hâli vb. arz eden sıcaklıklardır. Fiziksel aktivitelerin süresine dikkat etmek faydalıdır. İnsan için önerilen ideal sıcaklık değeri 17-31 °C ve %40 bağıl nemdir. Bu aralığın dışındaki tüm sıcaklık değerleri insanlarda strese, hâlsizliğe, dolaşım ve solunum sorunlarıyla sinirli ruh hâline neden olabilir.

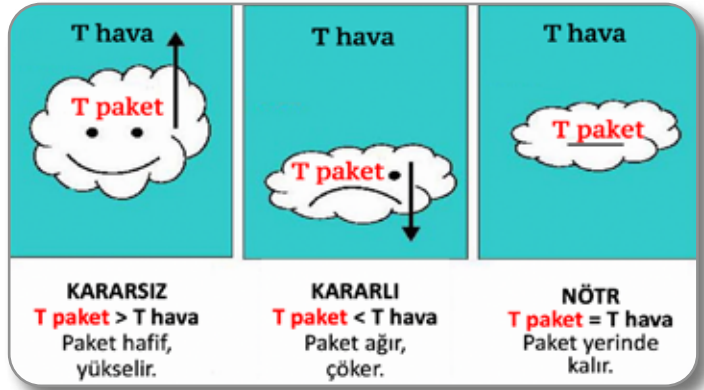
Aşağıda yerel saatle 14.00'te verilen kuru hava sıcaklığı ve bağıl nem gözlemlerine göre tablo 1.2.1'i kullanarak hissedilen sıcaklıkları ve bu sıcaklıklara bağlı oluşabilecek sağlık problemlerini ayrı ayrı belirleyiniz.

1. T = 35 °C ve RH = %65
2. T = 25 °C ve RH = %80
3. T = 37 °C ve RH = %80
4. T = 30 °C ve RH = %70



### 1.2.2. Atmosferde Kararlılık

Üç çeşit kararlılık ya da kararsızlık durumu vardır (Görsel 1.2.6). Havanın kararlı mı yoksa kararsız mı olduğunu belirlemek için yükselen veya çöken hava parçasının sıcaklığı ile çevresindeki havanın sıcaklığı karşılaştırılır (Görsel 1.2.6). Yükselen hava sıcaklığı, çevre havanın sıcaklığından düşükse yükselen hava parçası harekete başladığı eski konumuna dönme eğilimindedir. Düşey yer değiştirmeye karşı direnç gösteren **hava kararlı**dır. Yükselen hava, çevre havadan daha sıcaksa çevre havayla aynı sıcaklık değerine ulaşana kadar yükselmeye devam eder. Düşey yer değiştirmeye karşı direnç göstermediği için **hava kararsız**dır. Bazen hava parçasının sıcaklığı ile içinde bulunduğu havanın sıcaklığı eşittir. Bu durumda hava parçası olduğu yerde kalır yani **hava nötr**dür.

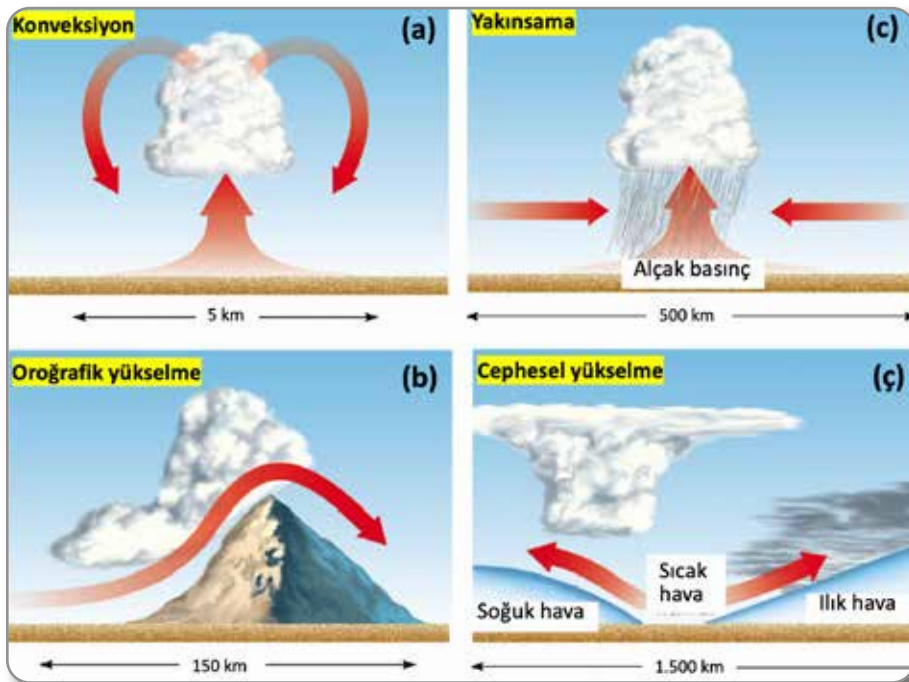


Görsel 1.2.6: Hava parçasının çevredeki havaya göre daha sıcak (hafif) ya da soğuk (ağır) olmasına göre kararlılık durumları

Genel olarak yükselen hava azalan basıncın etkisiyle hacim olarak genişler ve aynı zamanda soğumaya da başlar. Tam tersine çöken hava yine basıncın da etkisiyle hacimce büzülür ve (mekanik olarak) ısınır (Görsel 1.2.6).

### 1.2.3. Havanın Yerden Yükselme (Bulut Oluşumu) Çeşitleri

**Bulut**, havada asılı duran minik su zerrecikleri ve/veya minik buz kristallerinden oluşan bir kümedir. Hava içindeki su buharının yoğunlaşmasıyla oluşur. Bulut oluşumu için üç faktörün mutlaka bir arada bulunması gerekir. Birincisi havanın içinde yeterli miktarda **nem** (su buharı) bulunmasıdır. İkincisi havanın içerdiği su buharının yoğunlaşabilmesi için ortamda mutlaka yeterli miktarda ve boyutlarda **yoğuşma çekirdeklerinin** bulunmasıdır. Üçüncüsü havanın uygun şekilde soğuyarak yani havanın olduğu **yerden yükselerek çiy noktası sıcaklığına ulaşması** şartıdır. Havanın yerden yükselmesi (bulut oluşumu) doğada dört şekilde olur (Görsel 1.2.7).



Görsel 1.2.7: Bulut ve yağışın oluşması için nemli havanın (a) konveksiyon, (b) orografik, (c) siklonik ve (ç) cephesel gibi belli başlı dört yükseltilme/yukarı kaldırılma mekanizması



## 1.2.4. Bulut Tipleri

Günümüzde bulutlar sınıflandırılırken bulutların buldukları yükseklik ve yapıları dikkate alınır:













- **Stratüs** bulutları, düz ve katmanlı tabakalar şeklindeki bulutlardır.
- **Kümülüs** bulutları, yeryüzü yakınlarından başlayarak dikey şekilde pamuk yığınları gibi duran kabarık, küme şeklindeki bulutlardır.
- **Sirüs** bulutları, yerden oldukça uzakta görünen incecik bir tülü ya da kuş tüyünü andıran ince bulutlardır.
- **Nimbüs** bulutları, yere yakın siyaha yakın gri yağmur bulutlarıdır (Tablo 1.2.2).

**Tablo 1.2.2:** Yüksekliklerine ve Gelişim Yönüne Göre Yapılan Temel Bulut Sınıflandırmasında Bulut Tipleri ve Kısaltmaları

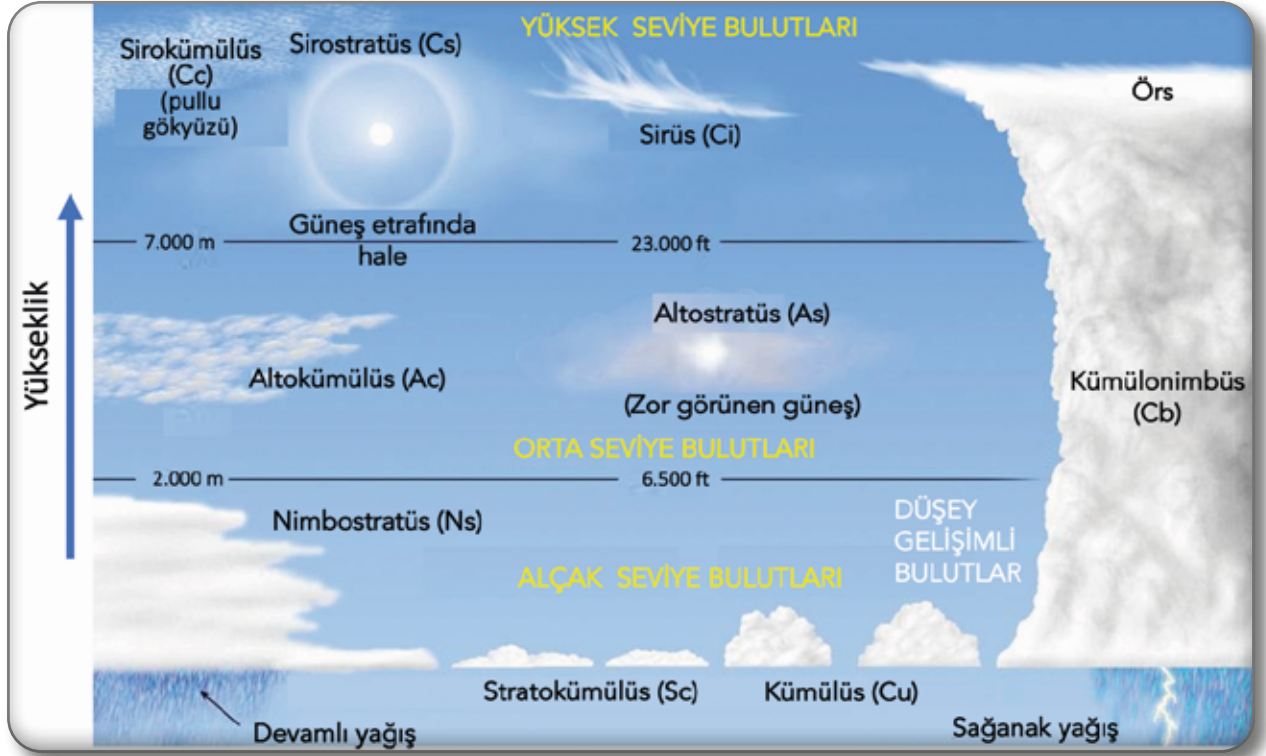
Alçak Seviye Bulutlar	Orta Seviye Bulutlar	Yüksek Seviye Bulutlar	Dikey Gelişimli Bulutlar
Yere yakın bir seviyeden 2 km'ye (6.500 ft)	7 km'den (23.000 ft) 2 km'ye (6.500 ft)	5,5 km'den (18.000 ft) 14 km'ye (45.000 ft)	Yere yakın bir seviyeden 14 km'ye (45.000 ft)
Stratüs (St)	Altostratüs (As)	Sirüs (Ci)	Kümülüs (Cu)
Stratokümülüs (Sc)	Altokümülüs (Ac)	Sirostratüs (Cs)	Kümülonimbüs (Cb)
Nimbostratüs (Ns)		Sirokümülüs (Cc)	

Yaygın olan bulut tiplerinden bazılarının sinoptik bir yer kartındaki istasyon modellerinde kullanılan sembolleri ve yükseklik örnekleri tablo 1.2.3'te verilmiştir.

**Tablo 1.2.3:** Sinoptik Bir Yer Kartındaki İstasyon Modellerinde Kullanılan Bazı Bulut Sembolleri ve Yükseklik Örnekleri

Aşağı Seviye Bulutları			
			
4/30	6/25	7/02	4/15
Kümülüs, 3.000 ft, 4/8 kapalı	Stratokümülüs, 2.500 ft, 6/8 kapalı	Stratüs nebulosus, 200 ft, 7/8 kapalı	Kümülonimbüs capillatus, 1.500 ft, 4/8 kapalı
Orta Seviye Bulutları			
			
8/60	6/62	4/60	7/61
Altostratüs 10.000 ft, 8/8 kapalı	Altokümülüs 12.000 ft, 6/8 kapalı	Altokümülüs merceksi bulut, 10.000 ft, 4/8 kapalı	Altokümülüs kaotik gökyüzü, 11.000 ft, 7/8 kapalı
Yüksek Seviye Bulutları			
			
4/75	3/70	8/75	6/71
Kancalı sirüs uncinus 25.000 ft, 8/8 kapalı	Yoğun sirüs 20.000 ft, 3/8 kapalı	Sirostratüs 25.000 ft, 8/8 kapalı	Sirokümülüs 21.000 ft, 6/8 kapalı

Günümüzde bulutlar taban yüksekliklerine göre alçak, orta ve yüksek seviye bulutları olarak isimlendirilirken tüm seviyelerde görülebilen düşey gelişen bulutlar ayrı bir sınıf olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca her seviyedeki bulut, görünümüne göre isimlendirilmiştir (Tablo 1.2.2, Görsel 1.2.8).



Görsel 1.2.8: Temel bulut tipleri ve gökyüzündeki görünüşleri (Ahrens, 1988)

### 1.2.4.1. Alçak Seviye Bulutları

Alçak seviye bulutları gökyüzünü tamamen kaplayan, Güneş ışığının geçişini engelleyen, grinin farklı tonlarında renge sahip olan düz tabaka görümlü bulutlardır (Görsel 1.2.8). Bu yere yakın seviye bulutlarının belli başlı özellikleri kısaca aşağıdaki gibidir.

**Stratus (St):** Devamlı (parçalar hâlinde değil, bir bütün meydana getiren) tabaka şeklinde bulutlardır. Bu yüzden gökyüzü tamamen kapalıdır. Taban yüksekliği 2 km'nin altındadır. Gri renkli, tabanı görece tekdüze ve yayılmış bir bulut tabakası şeklindedir. Güneş'in hatları, stratus bulutu arkasındayken net olarak seçilebilir. Çisenti şeklinde yağışa neden olabilir. Yere değdiklerinde sis olarak adlandırılırlar.

**Nimbostratus (Ns):** Stratus bulutlarının yağışa neden olan tipidir. Devamlı tabaka şeklinde buluttur. Tabanı genellikle 3 km'nin altındadır fakat bazen deniz yüzeyine kadar inebilir. Koyu gridir ve çoğu zaman gökyüzünü kaplar. Güneş ve Ay'ı tümüyle gizleyecek kadar kalındır. Tabanı yağış nedeniyle sürekli gözünür durumdadır. Altostratus benzer ancak daha koyu renklidir ve tabanı onun gibi tamamen düz değildir.

**Stratokumulus (Sc):** Geniş bir alanı kaplar. Bazı durumlarda ince ve hatta parçalanmış olabilir. Tabanları 2 km'nin altındadır. Gri veya beyazımsı, yamalı veya tabaka şeklindedir. Koyu gri toplanmış kısımlar veya tabakalar arasında kırıklar görülebilir. Bu bulut parçalarının arasından mavi gökyüzü, Güneş ve Ay az da olsa görülür. Bu yüzden bazen kümülüs bulutlarıyla karıştırılırlar. Çoğu zaman altokümülüs bulutlarıyla karıştırıldığından bu ayrımı rahatça yapabilmek için kol, buluta doğru uzatılır ve bulutların şekline göre bir sınıflandırma yapılır. Kol uzatıldığında bulutlar başparmak büyüklüğündeyse altokümülüs, yumruk büyüklüğündeyse stratokümülüs bulutları olduğu anlaşılır.



### 1.2.4.2. Orta Seviye Bulutları

Orta seviye bulutlar, alçak seviye ve yüksek seviye bulutlar arasında kalan, bulut taban yükseklikleri 2 ile 7 km arasında yer alan bulutlardır. Orta seviye bulutları da alçak seviye bulutlarına benzer şekilde genellikle minik su zerreciklerinden oluşur. Hava sıcaklığına bağlı olarak yoğunlukla bulut taban yüksekliklerinin 7 km'ye yaklaştığı durumlarda bulut içinde minik buz kristalleri de görmek mümkündür (Görsel 1.2.8). Belli başlı özellikleri kısaca aşağıdaki gibidir.

**Altostratüs (As):** Devamlı bir örtü gibidir. Bazen parçalansa da genel olarak yatay ve dikey olarak geniş bir alanı kaplar. İnce olanların tabanları 3 km'nin üzerindedir fakat sıcak cephe yaklaştıkça 2 km'ye kadar iner. Sıcak cephenin yaklaştığının habercisidir. Genellikle gri ya da bu rengin maviye çalan tonlarında görünen bulut cinsidir. Su damlacıklarından ve bazen de buz kristallerinden oluşur. Tabakalar hâlinde bir örtü gibi tüm gökyüzünü kaplar. Arkasındaki Güneş ile Ay'ın zor ve donuk görünmesine neden olacak kadar kalın olabilir. Geniş alanları kaplayan altostratüs bulutları sürekli yağışlara neden olan fırtınaların habercisidir. Zaman zaman sirostratüs bulutlarıyla karıştırılırsalar da Güneş ışınlarının yeryüzünde gölge oluşturacak kadar geçişine izin vermeyen yapılarıyla onlardan ayrılırlar.

**Altokümülüs (Ac):** Tabanları 2 ile 6 km arasındadır. Seyrek olarak yağmur veya yere ulaşmayan yağış (virga) ve kar hâlinde yağış yapar. Castellanus (Acc) tipleri oldukça düşey kalınlık gösterir ve borana (oraja) neden olur. Yamalı, düz veya küme küme tabaka beyaz ya da gri gölgelidir. Parçalar, düz veya kıvrımlı desenler ile Güneş çevresinde renkli halka görünümü **korona** oluşturur. Hatlar hâlinde altokümülüs gibi giderek daha kalın bulutların görülmesi, genellikle bir cephenin yaklaştığını gösterir. Altokümülüsler bulut seviyesinde yükselen havanın varlığının işaretçileridir. Ilık ve nemli yaz sabahlarında gökyüzünde bu bulutlar görülürse öğleden sonra fırtına çıkma ihtimali yüksektir. Bazen sirokümülüslerle karıştırılırsalar da altokümülüsler daha büyük bulut kümeleridir.

### 1.2.4.3. Yüksek Seviye Bulutları

Alçak ve orta seviye bulutlarının tersine tümüyle buz kristallerinden oluşur. Renkleri genelde beyazdır. Ancak gün doğumu ve gün batımı sırasında gökyüzünün kırmızı görünmesine neden olurlar (Görsel 1.2.8). Bu seviye bulutlarının belli başlı özellikleri kısaca aşağıdaki gibidir.

**Sirüs (Ci):** İpliksi, beyaz yamalar hâlinde veya ince şeritler hâlinindedir. Tabanları 5 ile 13 km arasındadır. Yüksek irtifada bağıl nemin fazlalığını ve gemi egzoz gazlarının yoğunlaşacağını gösterir.

**Sirokümülüs (Cc):** Bir katman hâlinde yayılmış ince, beyaz parçacıklar şeklindedir. Parçacıklar genellikle buğday ya da mercimek tanesi veya küçük dalgacıklar hâlinindedir. Birbirine bağlı ya da ayırık, genellikle düzenli bir desen oluşturacak şekilde dizilir. Tabanları 5 km'nin üzerindedir. Kalınlıkları değişiklik gösterir. Önde tül gibi çok ince bir tabaka hâlinde görülürlerken arkalarında mavi gökyüzü ile Güneş ya da Ay görülebilir. Bulutu oluşturan minik buz kristalleri Güneş veya Ay'dan gelen ışınları kırarak hale oluşmasına neden olabilir.

**Sirostratüs (Cs):** Şeffaf, beyazımsıdır. İpliksi veya pürüzsüz yapıdadır. Gökyüzünü tamamen veya kısmen kaplar. Tabanı 6 km üzerinde bulunur. Güneş ve Ay etrafında dışı beyazımsı, içi kırmızımsı hale (çember) oluşturur. Güneş arkalarından net bir şekilde görülür. Gökyüzünde kalın ve beyaz renkli sirostratüs bulutları görüldüğünde yaklaşan bir fırtına için dikkatli olunmalıdır.

### 1.2.4.4. Düşey Gelişen Bulutlar

Bu seviye bulutlarının belli başlı özellikleri kısaca aşağıdaki gibidir (Görsel 1.2.8).

**Kümülüs (Cu):** Nispeten küçük beyaz pamuk yığınları şeklinde gökyüzünde görülen kümülüs bulutları çoğu zaman kümülönimbüs bulutlarının başlangıç aşamasıdır. Küme şeklinde geliştiklerinden gökyüzünü tümüyle örtmezler. Taban yükseklikleri neme bağlı olarak değişir. Bulut tabanı genellikle 2 km'nin altındadır ancak sıcak ve kuru havalarda bulut

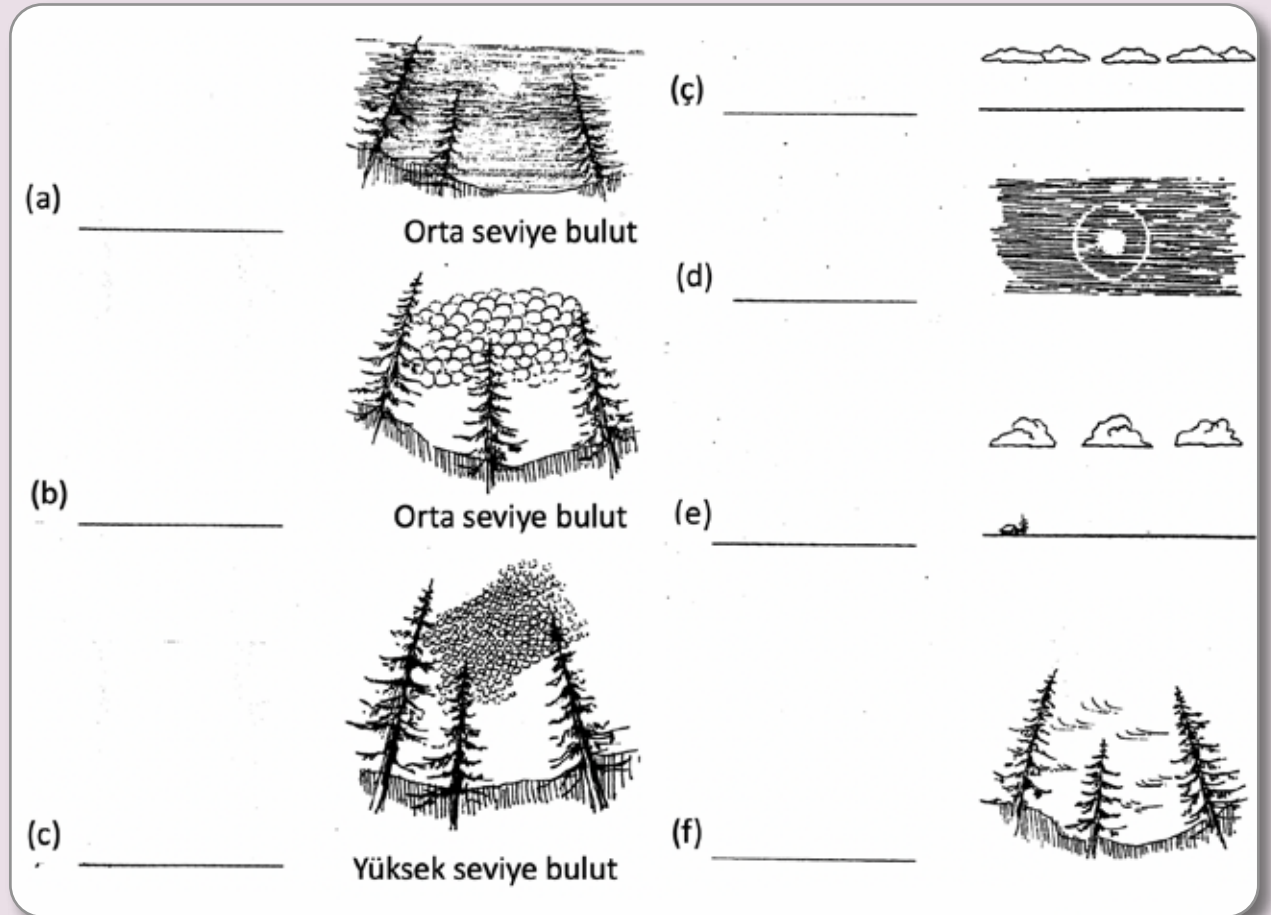


tabanı 3 km civarında olabilir. Kümülüs bulutları çok dağınık olmaları ve aralarından mavi gökyüzünün önemli bir kısmının görünmesiyle stratokümülüslerden ayrılır. Stratokümülüs bulutlarının tepeleri düz, kümülüslerin tepesi ise kubbe veya kule biçimindedir. Bu tip kümülüs bulutlarına **kümülüs humilis** bulutları adı verilir ve iyi havanın işareti sayılır. Eğer kümülüs bulutları küçük parçacıklar hâlinde görülürse bu kez parçalı kümülüs bulutu anlamında **kümülüs fraktus** adını alır. Ilık yaz sabahlarında görülen kümülüs bulutları çoğunlukla öğleden sonraları dikey gelişime neden olabilir.

**Kümülonimbüs-Boran Bulutu (Cb):** Tek başına, gruplar hâlinde veya soğuk cephe hattı boyunca görülür. Havanın kararsızlığına bağlı olarak **kümülüs** bulutundan gelişir. Deniz üzerinde yüzeye kadar inebilen tehlikeli bulutlardır. Soğuk cephe önünde oluşan fırtına hattı hariç, devamlı değildir. Bu bulutların taban kısımları siyaha yakın koyu gri renktedir. Kümülonimbüs bulutlarının tabanı bazen yerden 300 m'ye yaklaşır. Tepeleri 11 km'nin üstüne kadar uzanır ve bir örs şeklinde görünüm kazanır. Şimşek, gök gürültüsü, sağanak yağış, hortum, dolu ve toz/kum fırtınaları bu bulutlar tarafından oluşturulur. Radar ekranında eko oluşmasına neden olurlar.

## ETKİNLİK

**Farklı Yükseklik ve Dokuya Göre Bulut Tanıma:** Aşağıda farklı seviyelerdeki birkaç bulutun temsili çizimi bulunmaktadır (Görsel 1.2.9). Bu bulutları dokusuna, yüksekliğine ve arkalarında kalan Güneş'in ne kadar belirgin olduğu vb. gibi özelliklerine bakarak tanımlayınız. Adlarını yan taraflarındaki çizgiler üzerine yazınız.



Görsel 1.2.9: Farklı seviyelerdeki birkaç bulutun temsili çizimi





## ETKİNLİK

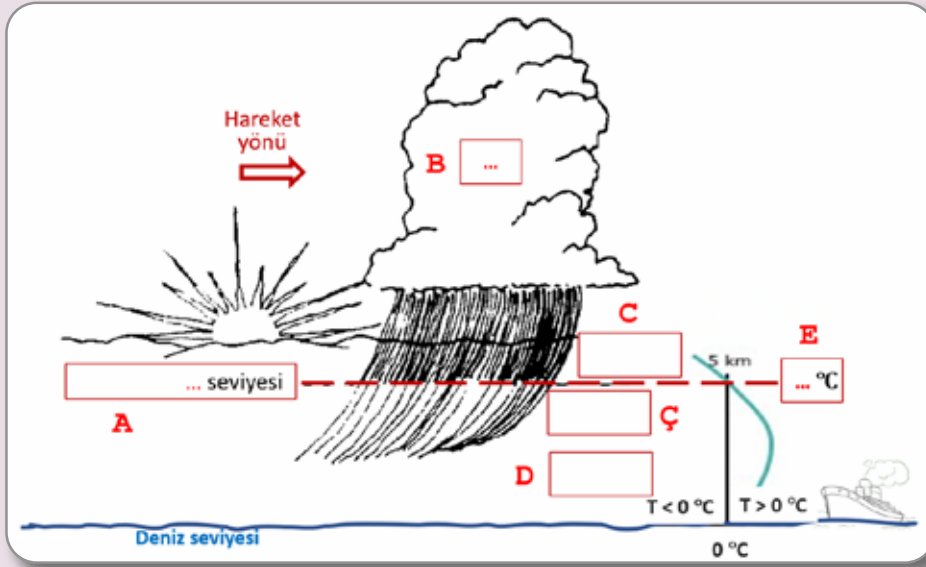
**Bulut Tanıma:** Genel Ağ'da her buluta ait binlerce fotoğraf bulunduğu için bu kitaba bulut fotoğrafları konulmadı. Bununla beraber bulutların belli başlı özellikleri ve birbirleriyle en çok karıştırılan bulutların ayıt edilebilmesi için bazı ipuçları önceki konularda verilmiştir.

Bu etkinlik için;

1. Pencereden bakarak bulut varsa önce gökyüzündeki bulutların alçak, orta ve yüksek seviye bulutu olup olmadığını belirleyiniz.
2. Her bir bulutun türü ve adı hakkında ayrı ayrı bir fikir yürütünüz.
3. Bulutun gerçekten düşündüğünüz bulut olup olmadığını, o bulutun Genel Ağ'daki fotoğraflarına bakarak karar veriniz.
4. Bulutun adıyla ilgili farklı görüşler varsa nedenlerini aranızda tartışınız.

## ETKİNLİK

**Bulut Altındaki Renk Değişimine Göre Yağış Tipi Tahmini:** Görsel 1.2.10'daki gibi gemi rotası üzerinde bir bulut ve bu bulutun altında farklı renk tonları görülür.



Görsel 1.2.10: Denizde bir bulut altında gözlenen renk farkına göre yağış tipinin belirlenmesi

Buna göre;

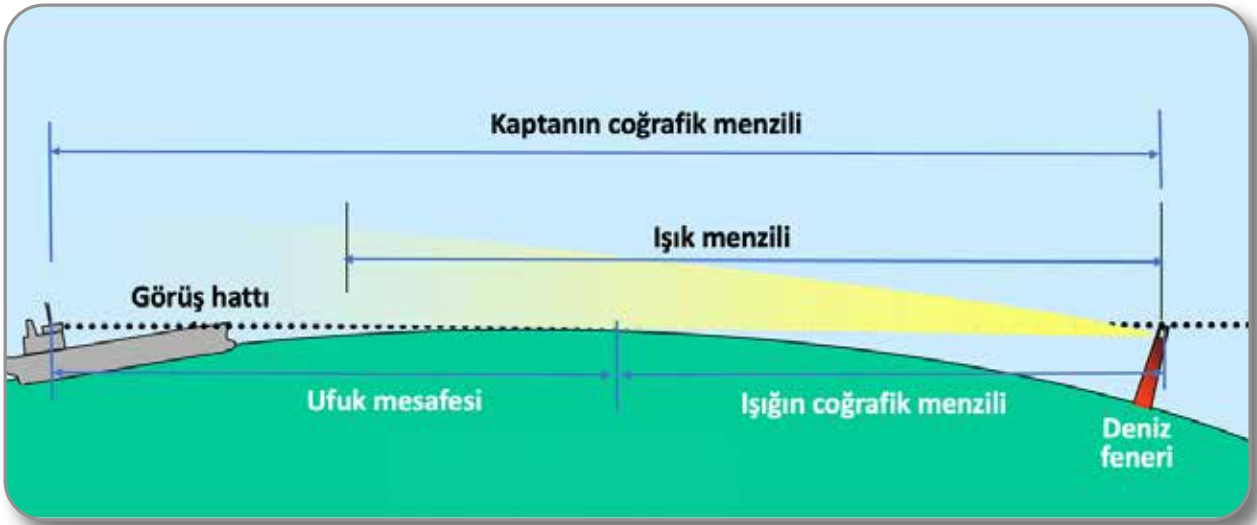
1. A ile işaretlenmiş seviyenin adı nedir? Bu seviyede hangi olay gerçekleşir?
2. E ile gösterilen yerde hava sıcaklığı kaç derecedir? Kutunun içine yazınız.
3. B ile işaretlenmiş yere bulutun adını yazınız.
4. C, Ç ve D harfleriyle gösterilen kutulara (sıcaklık profiline dikkat ederek) olası yağış türünü yazınız.

### 1.2.5. Görüş Tanımları

Denizde bir geminin veya cismin çıplak gözle görülebileceği, net bir şekilde tanımlanabileceği en uzun mesafe **görüş mesafesi** veya **görüş uzaklığı** (rüyet) olarak adlandırılır.

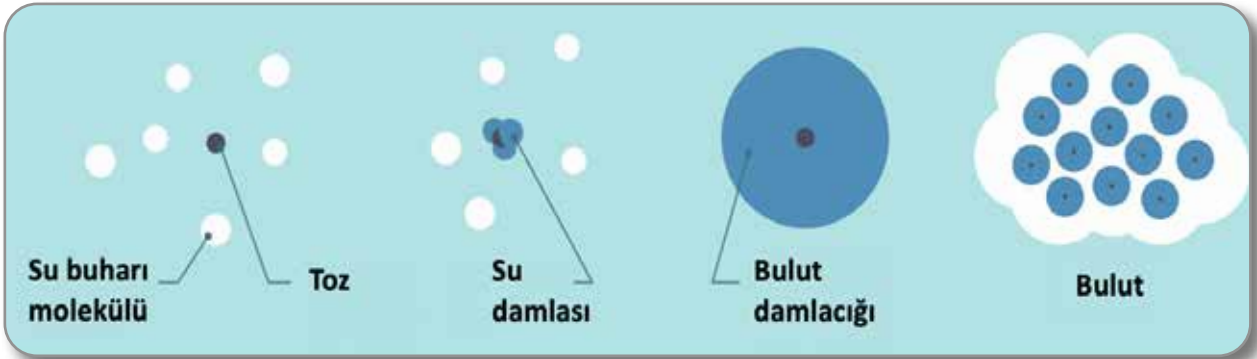
Denizde görüş; bulunulan yükseklik, ışık kaynağı ile gündüz ve gece hava durumuna göre değişir. Yükseklik arttıkça görüş mesafesi de artar. Bu yüzden deniz fenerlerinin bazıları diğerlerine göre daha yükseğe yapılır. Böylece daha uzak bir mesafeden görülmeleri mümkün olur. Havada pus, sis veya yağış yoksa görüş mesafesi o kadar iyi olur.

Dünya yuvarlak olduğundan belli bir mesafeye gelinceye kadar deniz fenerleri gemilerden görülemez. Çünkü ışık, kaynağından gözlemciye **görüş hattı** olarak adlandırılan düz bir çizgi olarak ilerler. Işığın ufka kadar ulaştığı noktaya **ışığın coğrafik menzili** denir. Ufuk, deniz fenerinden gelen ışığın görülebileceği mesafeyi sınırlar. Ama ufka olan mesafe, ışığın ne kadar yüksekte olduğuna bağlıdır. Işık ne kadar yüksekse ufuk o kadar uzaktır (Görsel 1.2.11).



Görsel 1.2.11: Gemide görüş mesafesini etkileyen uzunlukların şematik gösterimi

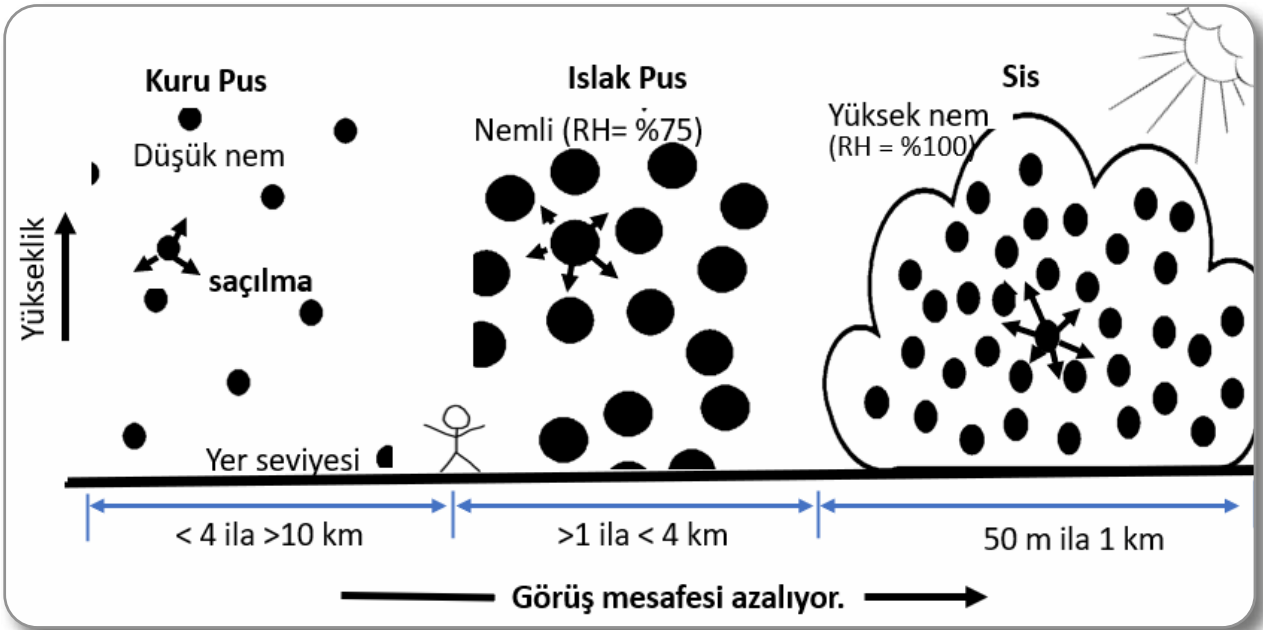
Geminin ufuk mesafesi ve ışığın coğrafik mesafesi kendi ufuk noktasına kadardır (Bunlar Dünya'nın yuvarlak olması yüzünden eğri olan uzunluklardır.). Toplamları, **kaptanın coğrafik menzili**dir. Atmosfer genellikle temizmiş gibi berrak görünür ancak **yoğuşma çekirdeği** olarak adlandırılan toz ve tuz parçacıkları, polen gibi çıplak gözle görülemeyen birçok madde de içerir. Bu parçacıklar nispeten çok sayıdayken pus gibi görünür ve görüş mesafesi azalır (Görsel 1.2.12).



Görsel 1.2.12: Görüş mesafesini etkileyen havadaki nem, yoğuşma çekirdeği (tozlar/aerosollar), su, bulut ve yağmur damlası



Denizde görüş birçok faktöre bağlıdır. Nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık gibi faktörler bunların belli başlılarıdır. Havadaki kuru duman, pus, toz vb. kirlenmelerle beraber sis damlacıkları; Güneş ışığını saçarak görüş mesafesini azaltabilir (Görsel 1.2.13).



*Görsel 1.2.13: Görüş mesafesinin havadaki kuru ve ıslak kirlenici taneciklerin yoğunluğuyla birlikte Güneş ışını saçma miktarına bağlı olarak azalmasının şematik gösterimi*

Kar kristalleri ve yağmur damlaları görüş mesafesini sisten daha fazla azaltabilir. Genel olarak rüzgâr Kuzey Yarım Küre'de kuzey yönünden esince güney rüzgârlarına göre daha iyi bir görüş mesafesi sağlar. Çünkü kuzey rüzgârları genellikle soğuk ve kuru, diğer bir deyişle genellikle temiz hava getirir.

Görüş mesafesinin azalmasına neden olan meteorolojik olaylar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

**Pus (Mist):** Yer seviyesindeki görüş uzaklığını 1 km'nin altına düşürmeden kısıtlayan, havada asıltı hâlinde bulunan mikroskobik büyüklükteki su damlacıklarının meydana getirdiği bulut benzeri atmosferik olaya **pus** (mist) ya da **ince sis** denir. Pus, genellikle 1 km ile 10 km arasında bir görüş olarak tanımlanır ve görüşün 1 km'nin altına düşmesiyle sise dönüşür. Genellikle hafif rüzgârlarda bile hızla dağılır.

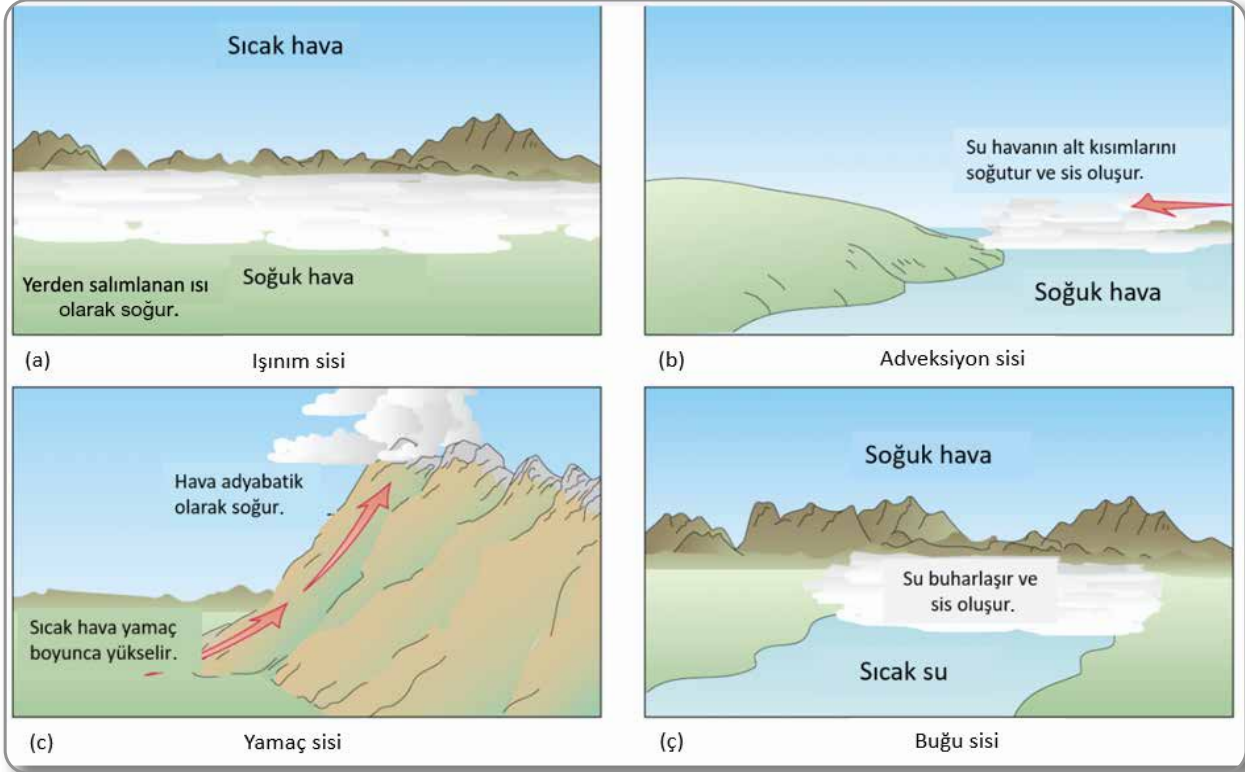
**Kuru Duman (Haze):** Havada asıltı hâlde bulunan kuru toz, kum, egzoz, duman gibi gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıkların Güneş ışınlarını saçarak görüş uzaklığını 1 km'ye kadar sınırlamasına **kuru duman** (dry haze) denir. Kuru dumanı oluşturan parçacıklar aynı zamanda gün doğumunda veya gün batımında kırmızı bir gökyüzü oluşturmaya katkıda bulunabilir. Hem doğal hem de insan yapımı kaynaklara sahiptir. Bu yüzden denizden daha çok kara üzerinde görülür.

**Sis:** Havada asıltı hâlde bulunan mikroskobik büyüklükteki su damlacıklarından oluşan ve yeryüzüne temas eden bulut şeklindeki bir atmosfer olayıdır. Meteorolojide **sis**, yer seviyesindeki görüş uzaklığını 1 km'nin altına düşürerek kısıtlar.

Sis şartlarında emniyetli seyir için emniyetli hızda seyredilmesi gerekebilir. Sis, şiddetli yağmur veya toz fırtınası gibi görüş kısıtlılığına neden olur. Kaptan yaklaşan bu tür hava durumu hakkında bilgi aldığı anda geminin herhangi bir çatışma veya karaya oturma ihtimaline karşı önlemler alır. Bu nedenle deniz taşıtlarında çan, kampana, gonk ve gemi düdüğü gibi ses işaretleri kullanılır. Sisli havalarda veya görüşün kısıtlı olduğu anlarda çalınarak yakındaki deniz taşıtlarına sesli uyarı yapılır.

### 1.2.6. Sis Oluşumu ve Türleri

Gün içinde yüzeydeki nemli hava sıcaklığının soğuyarak çiy noktası sıcaklığına ulaşmasıyla havadaki nem yoğunlaşarak sisi oluşturur. Buharlaşmayla oluşan sis tipleri **buğu** ya da **deniz sisi** ve **cephe sisi** olarak iki grupta ele alınır. Bu yüzden sis oluşumu, pus oluşumunun bir devamı gibidir. Görsel 1.2.14'te gösterildiği gibi belli başlı dört oluşum mekanizması vardır.



Görsel 1.2.14: Belli başlı dört sisin oluşum mekanizması; (a) ışınım (radyasyon), (b) adveksiyon, (c) yamaç ve (ç) buğu sisi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Soğumayla oluşan sisler **ışınım (radyasyon) sisi**, **adveksiyon sisi** ve **yamaç sisi** olarak üç grupta incelenir.

**Işınım (Radyasyon) Sisi:** Bulutsuz gecelerde rüzgârın sakin olması durumunda kara üzerinde gece boyunca havanın soğuması sonucunda oluşan sislere denir (Görsel 1.2.14.a). Işınım sisi genellikle sabah Güneş'in doğmasından öğleye kadar dağılır. En sık sonbaharda gözlenir. Deniz sıcaklığının günlük değişimi, karalara oranla oldukça az olduğundan normal olarak deniz ve okyanuslar üzerinde oluşmaz. Bazen rüzgârla karadan deniz üzerine taşınır. Bu durum kıyıya yaklaşan veya limana girmek için manevra yapan gemiler için tehlike oluşturur. Çünkü başlangıçta görüş yüksekken gemi birden sis içinde kalır.

**Adveksiyon (Taşınım) Sisi:** Soğuk yer yüzeyinin üzerine nispeten sıcak ve nemli hava parçasının geçmesiyle oluşur (Görsel 1.2.14.b). Yaz aylarında bazı denizlerin kıyılarında sıkça görülür. Çünkü sahile yakın yüzey sularının sıcaklığı, açık sulardan daha düşüktür ve soğuk kıyı suları havanın çiy noktası sıcaklığına kadar soğumasına neden olur. Adveksiyon sisi, kara meltemleri etkisiyle kıyıda uzaklaşır, rüzgâr tersine dönünce deniz meltemleriyle yeniden kıyıya dönebilir. Adveksiyon sislerinin etkiledikleri alan kışın daha geniştir. Türkiye'de özellikle Karadeniz Bölgesi'nin kıyı şeridi ile Marmara'nın Karadeniz'e bakan kıyılarında ilkbaharda sıkça görülür. Okyanuslarda sıcaklıkları farklı akıntıların birbirine yaklaştığı bölgelerde de sık sık adveksiyon sisi oluşur. Örneğin Atlantik'te Newfoundland (Nivfaundlind) açıklarında güneye yönelmiş Labrador soğuk su akıntısı, aynı bölgede kuzeye yönelmiş Gulf Stream (Golf Strim) sıcak su akıntısıyla karşılaşıncaya sık sık adveksiyon sisi oluşumuna neden olur.

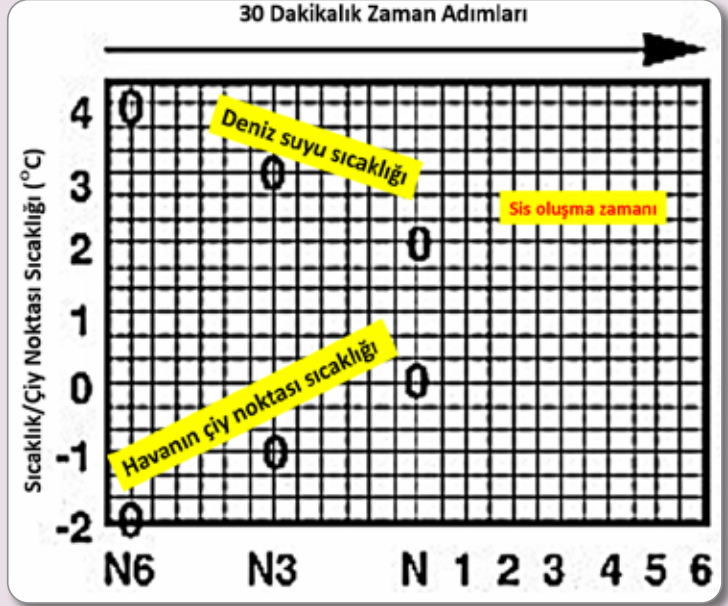




Görsel 1.2.16'da örnek olarak 30 dakika aralıklarla havanın çiy noktası sıcaklığı ve deniz suyu sıcaklığı ölçümleri diyagram üzerine işlenmiştir.

Bu etkinlikte görsel 1.2.16'ya göre soruları cevaplayınız.

1. Açık denizde deniz suyu sıcaklığını nasıl ölçebileceğinizi araştırıp tartışınız.
2. Görsel 1.2.16'daki sıcaklık ölçümlerini kendiniz yapmış varsayıp giderek birbirine yakınlaşan bu sıcaklık değerlerinden görsel 1.2.15'teki gibi cetvelle birer çizgi çizerek onların kesişim noktasını bulunuz.
3. Sizce sis 1, 2, 3 gibi verilen noktaların hangisinde oluşacaktır?
4. Bu nokta sizce zaman olarak kaç dakika sonrasına karşılık gelir?
5. Deniz suyu sıcaklığı yerine havanın çiy noktası sıcaklığı kullanılarak da sis tahmini yapılabilir. Bu tür sis tahmini sizce hangi tür için daha uygundur?



Görsel 1.2.16: Denizde havanın çiy noktası sıcaklığı ile deniz suyu sıcaklığı kullanılarak deniz ya da buğu sisi tahmini yapılmasının şematik gösterimi

### ETKİNLİK

**Sıcaklıkları Takip Ederek Görüş Durumu Tahmini Yapma:** Sis genellikle kısa süreli olsa da sisin tipine bağlı olarak çoğu zaman saatlerce bazen günlerce devam edebilir. Bu durumda gemiler uzun süre sis içinde seyir yapmak zorunda kalabilir. Siste seyir sırasında görüş kapandığı ya da çok düştüğü için tehlike artar. Bu nedenle seyir sırasında deniz suyu sıcaklığı (T) ve havanın çiy noktası sıcaklığı (T<sub>ç</sub>) dikkatli bir şekilde takip edilirse sis oluşumu önceden tahmin edilebilir. Çünkü deniz suyu sıcaklığı, havanın çiy noktası sıcaklığına eşit ya da onun altına düştüğünde sis oluşumu başlar. Bu yüzden sis tahmini için dikkatli bir şekilde deniz suyu sıcaklığı ve çiy noktası sıcaklığı değişimi takip edilmelidir. Böylece denizde sis oluşmadan önce sisin oluşacağı yaklaşık saat ve geminin rotasına göre sisle karşılaşılacak yer, doğru şekilde tahmin edilebilecektir.

Bu etkinlikte görsel 1.2.5'teki sinoptik yer kartını kullanarak soruları cevaplayınız.

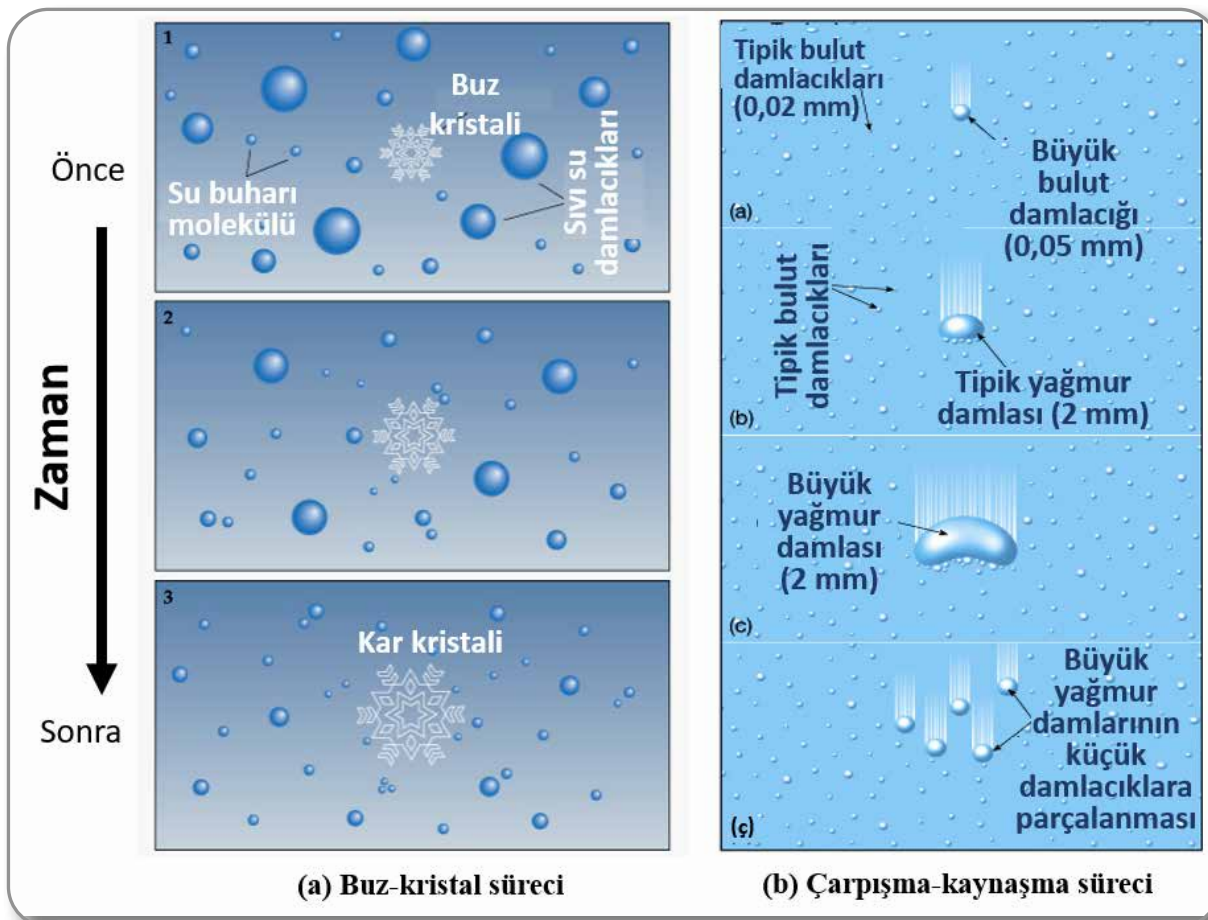
1. Deniz ve karada yer alan tüm istasyonlara bakarak sis sembolü olan istasyonları tek tek belirleyiniz (Sis sembolünü hatırlamak için istasyon modelinin anlatıldığı bölüme bakınız.).
2. Sis sembolü olan istasyonlardaki kuru hava (T) ve çiy noktası (T<sub>ç</sub>) sıcaklıklarının farklarını tek tek inceleyiniz. Sis olan yerlerde bu iki sıcaklık (T-T<sub>ç</sub>) arasındaki fark en fazla ne kadardır?
3. Kuru hava (T) ve çiy noktası (T<sub>ç</sub>) sıcaklıkları farklarının az olup da sis olmayan yerler var mıdır?
4. Rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin diğer istasyonlara göre farkını tartışınız.



## 1.2.7. Yağış Oluşumu ve Çeşitleri

Orta ve yüksek enlemlerde bulutlar, havada donma noktasından (0 °C seviyesinden) tropopozaya kadar yükselebilir. Örneğin bir kümülönimbüs bulutunun alt kısmında yer alan sıcak bölgede sadece sıvı su damlacıkları bulunur. Bu bulutun orta kısmındaki soğuk bölgede ise su buharı ve buz kristalleriyle birlikte aşırı soğumuş sıvı su damlacıkları bulunur.

**Buz-Kristal Yağış Oluşum Süreci:** Bulutun aynı bölgesinde su buharıyla birlikte hem aşırı soğumuş sıvı su damlacıkları hem de buz kristallerinin bir arada bulunması yağış oluşumu için gereklidir. Sıvı su damlacıkları ile buz kristallerinin doymuş buhar basınçları eşit değildir. Aşırı soğumuş sıvı su damlacıklarının doymuş buhar basıncı, buz kristallerininkinden daha büyüktür. Bu yüzden sıvı su damlacıklarından buz kristallerine doğru buharlaşmayla su buharı molekülleri taşınır. Bunun sonucunda sıvı su damlacıkları giderek küçülür. Buz kristalleri ise sıvı damlacıklarından buharlaşan nemin üzerlerinde kırılaşması sonucu büyümeye başlar. Bu şekilde giderek büyüyen buz kristalleri bir süre sonra bulut içinde yer çekiminin etkisiyle düşmeye ya da rüzgârla savrulmaya başlar. Bulutta yağış oluşum sürecinin bu başlangıç aşamasına **buz-kristal yağış oluşum süreci** denir (Görsel 1.2.17).

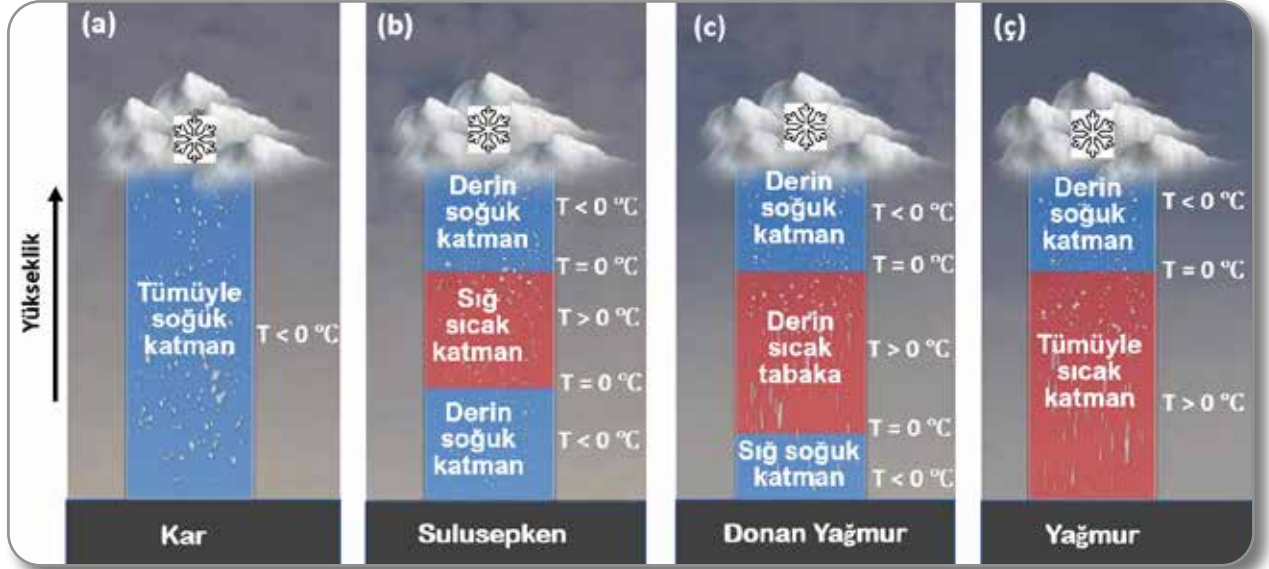


Görsel 1.2.17: Yağış oluşumunun ilk aşamasında baskın olan (a) buz-kristal süreci ve ikinci aşamada etkili olan (b) çarpışma-kaynaşma süreci

**Çarpışma-Kaynaşma Süreci:** Buz kristalleri ve/veya büyük bulut damlacıkları, bulut içindeki hareketleri sırasında bulutu oluşturan sıvı su damlacıklarıyla çarpışmaya devam eder. Küçük buz parçacıkları çarpışıp birleşerek kar kristallerine dönüşür. Bir anlamda birbirlerini besleyen bir çarpışma-kaynaşma zinciri oluşur. Bunlardan yeterli büyüklüğe ulaşanlar **kar kristalleri** olarak yeryüzüne düşmeye başlar. Bazen büyüklükleri çok artar ve **kuşbaşı kar** denilen daha büyük tanelerden oluşan kar olarak yeryüzüne iner (Görsel 1.2.17). Kar taneleri yeryüzüne inmeden sıcak bir hava katmanıyla karşılaşır ve erirse yağmura dönüşür.

Orta ve yüksek enlemlerde yaz aylarında bile yerdeki yağmurun önemli bir kısmı bulut içindeki yolculuğuna kar olarak başlar (Görsel 1.2.18). Ancak kar kristalleri yere düşerken havada ergidiği için yeryüzüne **yağmur** olarak iner. Bazen özellikle kış aylarında kar olarak başlayan yağış, sıcak bir tabakada ergiyerek önce yağmura dönüşür. Sonra tekrar soğuk tabaka içinden geçerek **donan yağış** biçiminde yere iner.

Yukarıdaki bölümlerde açıklandığı gibi havada yeterli nem varsa yoğuşma çekirdekleri bulunuyorsa ve hava uygun bir şekilde (yükselip) soğuyarak doygunluğa ulaşırsa yoğuşmayla bulut ve yağış oluşumu başlayabilir. Fakat kar, yağmur, sulu sepken, donan yağmur gibi yağışın türü; sadece bulut ile yeryüzü arasındaki sıcaklık profiline bağlıdır (Görsel 1.2.18).



Görsel 1.2.18: Hava sıcaklığı profiline göre buluttan kar olarak başlayan yağışın (a) kar, (b) sulu sepken, (c) donan yağmur ve (ç) yağmur olarak yere ulaşmasının şematik gösterimi

**Kar:** Yağış, bulut içindeki yolculuğuna kar olarak çıkar. Herhangi bir sıcak hava katmanı ile karşılaşmazsa ergimeden kar veya kuşbaşı kar olarak yeryüzüne ulaşır (Görsel 1.2.18). Bu süreçte hava sıcaklığı önemlidir. Kış aylarında donma seviyesi yere yakındır ve bazen 300 metrenin bile altına düşebilir. Bu yüzden kış aylarında bulut içindeki yolculuğuna kar olarak başlayan yağış, yolculuğunu çoğu zaman kar taneleri olarak tamamlar.

Karın bir yerden başka bir yere şiddetli rüzgârlarla yerden kaldırılarak belli bir yükseklikte sürüklenmesine **kar sürülmesi** denir. Kıyıya yakın yapılan gemi seyirlerinde veya liman giriş-çıkışlarında, karlı havalarda kar sürülmesinin görüşü kapatacağı unutulmamalıdır.

**Sulu sepken:** Buluttan kar olarak ayrılan yağış veya kuşbaşı kar, yere ulaşmadan önce sığ sıcak bir katman içinde ergir. Yağmur damlasına dönüştükten sonra yere çok yakın seviyelerde derin bir soğuk hava katmanı ile tekrar donar ve buz parçacıklarına dönüşür (Görsel 1.2.18). Nispeten yarı saydam bu buz parçacıklarına **sulu sepken** ya da **buz topları** adı verilir.

**Donan Yağmur:** Kar, yere ulaşmadan önce derin sıcak bir katman içinde ergiyerek yağmur damlasına dönüştükten sonra yere çok yakın bir seviyede sığ bir soğuk hava katmanı ile tekrar donar ama buz parçacıklarına dönüşmez (Görsel 1.2.18). Yani yağmur damlası daha donmaya fırsat bulamadan aşırı soğumuş su damlası olarak yeryüzüne ulaşır. Böylece yerdeki cisimlerle temas ettiği anda hızlıca donar. Belki de yağış tipleri içinde doludan sonra yeryüzüne en fazla zarar veren yağış çeşididir.

**Yağmur:** Bulut içindeki yolculuğuna kar olarak başlar ve tümüyle bir sıcak hava katmanı içinde kalınca yeryüzüne ulaşmadan ergiyerek sıvı su yani yağmur olarak yere ulaşır (Görsel 1.2.18). Özellikle yılın sıcak aylarında donma seviyesi





yerden çok yukarıdadır. Bu yüzden kar taneleri yere yaklaşırken ergiyerek yağmura dönüşür.

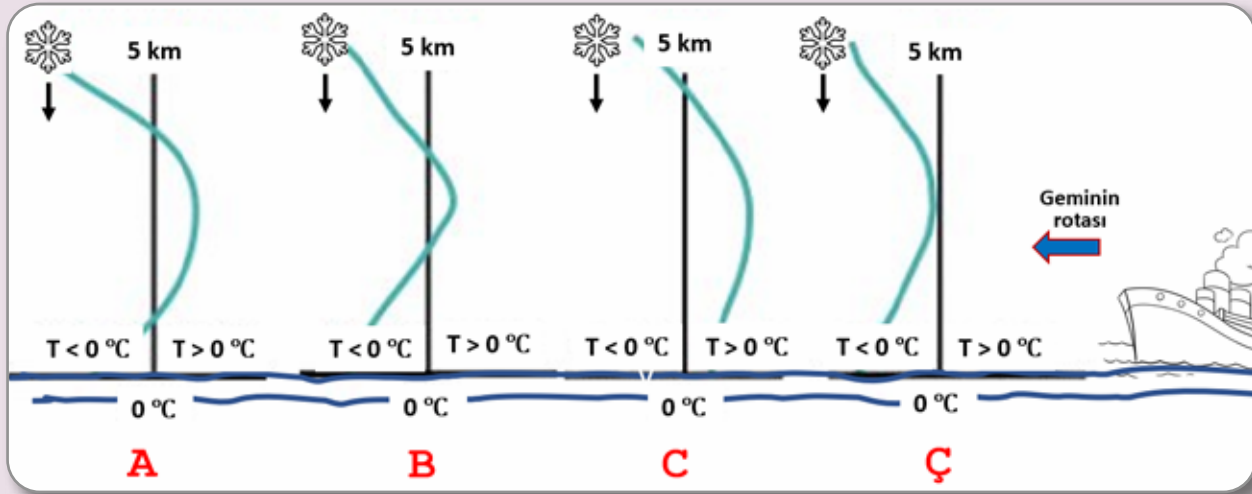
Bir yağışın yağmur olarak adlandırılabilmesi için damla büyüklüğünün 0,5-5 mm aralığında olması gerekir. Büyüklüğü 0,5 mm'den daha küçük yağışlara **çisenti** denir. Bazen bağıl nem çok düşük olduğu hâlde, hızlı soğuma sonucunda da yağış oluşabilir.

Bazen de yeryüzünden atmosferin yukarı katmanlarına doğru kuvvetli hava akımları oluşur ve yağmur damlalarının yeryüzüne ulaşmasını engeller. Bu durumda bulut altında biriken yağış, hava akımının zayıflamasıyla veya yön değiş-tirmesiyle birden yeryüzüne inmeye başlar. Bu duruma **sağanak yağış** denir.

**Dolu:** Bazen oval, yuvarlak olabildiği gibi tamamen farklı şekillerde de görülebilir. Büyüklüğü birkaç mm'den 10 cm'ye kadar değişebilir. Dolu, kümülönimbüs bulutlarında oluşur.

### ETKİNLİK

**Sıcaklık Profiline Göre Yağış Türü ve Görüş Tahmini Yapma:** Geminin rotası boyunca düşey sıcaklık profilleri gösterilen A, B, C ve Ç noktalarından sırayla geçeceği kabul edilmektedir (Görsel 1.2.19). Her bir noktada buluttan kar olarak başlayan yağış, yere inerken karşılaştığı farklı sıcaklıktaki hava katmanlarına göre farklı bir yağış türüne dönüşüyor.



*Görsel 1.2.19: Buluttan kar olarak başlayan yağışın sıcaklık profiline göre tür değiştirmesi esasına dayalı olarak geminin rotası üzerinde karşılaşılabileceği yağış türünü ve görüş durumunu belirleme*

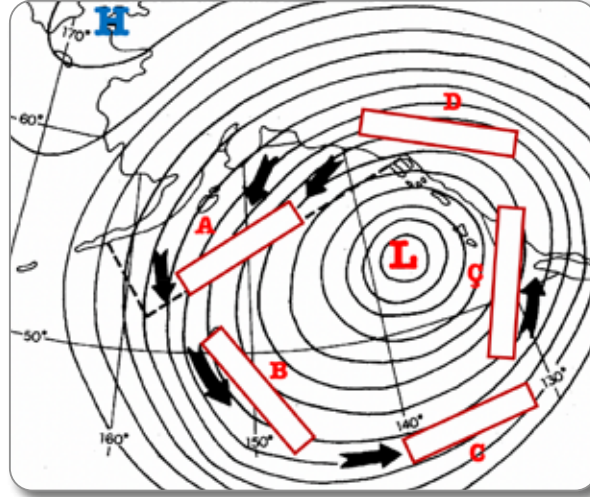
Görsel 1.2.19'a göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Gemi hangi noktadan geçerken yağışın tipi kar, yağmur, sulu sephen ve donan yağmur olacaktır? Ayrı ayrı yazınız.
2. Hangi noktada güvertede buzlanma olabilir?
3. Hangi noktada görüş mesafesi nispeten en düşük değerde olur?
4. Hangi noktada görüş mesafesi nispeten en yüksek değerde olur?

## UYGULAMA 1.2.1

### SICAKLIK ADVEKSİYONU VE BUZLANMA ANALİZİ

Görsel 1.2.20'deki yer kartında kuvvetli alçak basınç merkezinin üzerinde rüzgâr ve hava sirkülasyonu gösterilmektedir. İzobarların sıklığı ve yakınlığına bakılınca bu alçak basıncın etrafındaki rüzgârların çok kuvvetli olduğu görülmelidir. Bu kadar kuvvetli rüzgârda oluşabilecek dalga yükseklikleri ve bu dalgalardan kaynaklanan sprej şeklindeki serpinti de düşünülmelidir. Bu donan serpinti [Freezing Spray (FRZG SPRY)], gemi gövdesini ve varsa üzerindeki kargoyu donduracağından gemi için tehlikeli **buzlanma** problemi oluşturacaktır.



Görsel 1.2.20: Alaska civarında derin bir alçak basınç merkezi ve farklı hava/deniz sıcaklıklarına sahip olabilecek A'dan D'ye beş bölge

İşlem Basamakları	
Bu alçak basınç merkezine göre;	
<input type="checkbox"/>	Sıcak ve soğuk hava adveksiyonu olan bölgeleri işaretleyiniz.
<input type="checkbox"/>	A'dan D'ye gösterilen noktaları SICAK HAVA, ÇOK SOĞUK HAVA, SOĞUK HAVA ve ILIK HAVA şeklinde etiketlendiriniz.
<input type="checkbox"/>	A'dan Ç'ye gösterilen noktaları HAFİF, ORTA ve ŞİDDETLİ BUZLANMA şeklinde etiketlendiriniz.
<input type="checkbox"/>	A ve B noktasının olduğu yerler için basınç gradyanlarını ve rüzgâr şiddetlerini karşılaştırarak değeri büyük olanı yuvarlak içine alınız.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Sıcak ve soğuk hava adveksiyonu olan bölgeleri belirler.				
2. Görsel 1.2.20 üzerinde gösterilen noktaların hava sıcaklık karakteristiğini belirler.				
3. Görsel 1.2.20 üzerinde gösterilen noktalardaki buzlanma türünü belirler.				
4. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
<b>Toplam puan</b>				

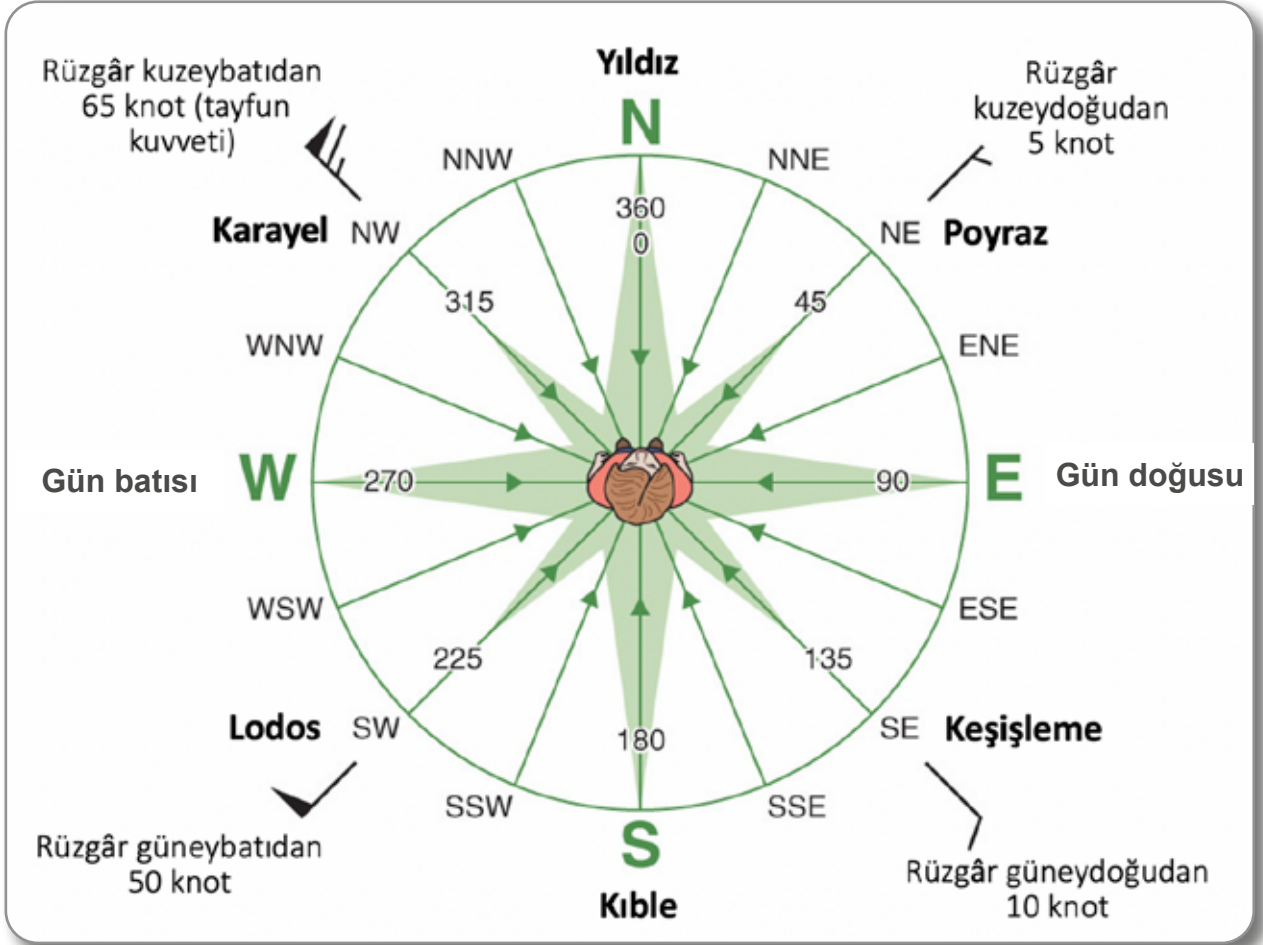
**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.



## 1.3. RÜZGÂRLAR

### 1.3.1. Rüzgâr

Sakin olduğunda halk arasında hava olarak adlandırılan şeffaf ve renksiz şeye, hareket edince **rüzgâr** denir. Sallanan ağaçlar, hareketli bulutlar, denizde köpüren dalgalar ve köşelerden gelen vınlama sesiyle varlığı fark edilebilir. Rüzgâr **hangi yönden esiyorsa/geliyorsa** esme yönü olarak o yöne ifade edilir. Meteorolojik olarak rüzgârın esme yönü, 360°lik bir daire esas alınarak buradaki dereceyle ifade edilir. 16 yön olarak pusula yönleriyle ya da 0-360° arasında 22,5 derecenin katları şeklinde isimlendirilir (Görsel 1.3.1).



Görsel 1.3.1: Rüzgâr yönleri, sembolleri, kısaltmaları ve Türkiye'de yerel rüzgâr isimleri

Meteorolojide;

- Kuzey, güney, doğu ve batı **ana yön**,
- Kuzeydoğu, güneydoğu, güneybatı ve kuzeybatı ise **ara yön** olarak adlandırılır.

Denizciler arasında rüzgâr yönleri bazen “keşişleme 12 kereden”, “lodos 20 kereden” gibi verilir. Ya da **yıldız kerte gün doğusu** (yıldızdan 11,25° gün doğusu tarafına esen rüzgâr) şeklinde adlandırılır. **Kerte**, 360°nin 32’de biridir. Kuzeyden itibaren her biri sırayla numaralandırılmıştır. Örneğin poyraz 45 dereceden esen bir rüzgâr olduğu için  $45 / 11,25 = 4$  olmaktadır. Bu nedenle yönü poyraz olan rüzgâr için “Poyraz 4 kereden esiyor.” denir. Denizde rüzgâr yönünün bu kadar ince tespit edilmesi her zaman pratik ve doğru olmadığından kerte, yön tespitinde yaygın olarak kullanılmaz. Rüzgârlar, derece ve yerel olarak isimlendirilirler (Görsel 1.3.1).

Havanın yatay olarak birim zamanda aldığı yola **rüzgâr hızı** denir. Rüzgâr hızı saatte kilometre (km/h) ya da saniyede metre (m/s) olarak ifade edilir. Denizcilikte rüzgârın hızını belirtmek için **knot** (deniz mili/h) ya da **Bofor kuvveti** kullanılır. Görsel 1.3.1'de kuzeybatıdan 65 knot, kuzeydoğudan 5 knot, güneydoğudan 10 knot ve güneybatıdan 50 knot örnekleriyle meteoroloji haritalarındaki istasyon modellerinde rüzgârın yön ve hızının gösterimine örnekler verilmiştir.

**Hâkim rüzgâr yönü**, belli bir zaman aralığında rüzgârın en sık estiği yön olarak tanımlanır. Liman gibi büyük yatırımlarda bölgenin hâkim rüzgâr yönü mutlaka bilinmelidir. Eğer bir bölgede en fazla doğulu rüzgârlar esiyorsa o bölgenin hâkim rüzgâr yönüne **doğu** denir. Belli bir zaman dilimi içinde esen rüzgârların yüzdesi alınarak yönler göre esme oranı yüzdesini gösteren diyagrama **rüzgârgülü** denir. Meteorolojik olarak hâkim rüzgâr yönünü belirlemede rüzgârgülü kullanılır. Rüzgâr yönünü belirlemek için rüzgârın esme yönüne göre rahatça dönebilen ve esme yönünü bir okla gösteren aletlere **rüzgâr fırılacağı (juriet)** denir. Yol kenarlarında veya havaalanlarında kullanılan koni şekilli, iki ucu açık ince torbaya benzer ölçüm cihazlarına da **rüzgâr çorabı/tulumu** denir. Bunlar rüzgârın esme yönüne doğru rahatça döner ve rüzgâr şiddetlendikçe şişerek yatay bir görünüm kazanır.

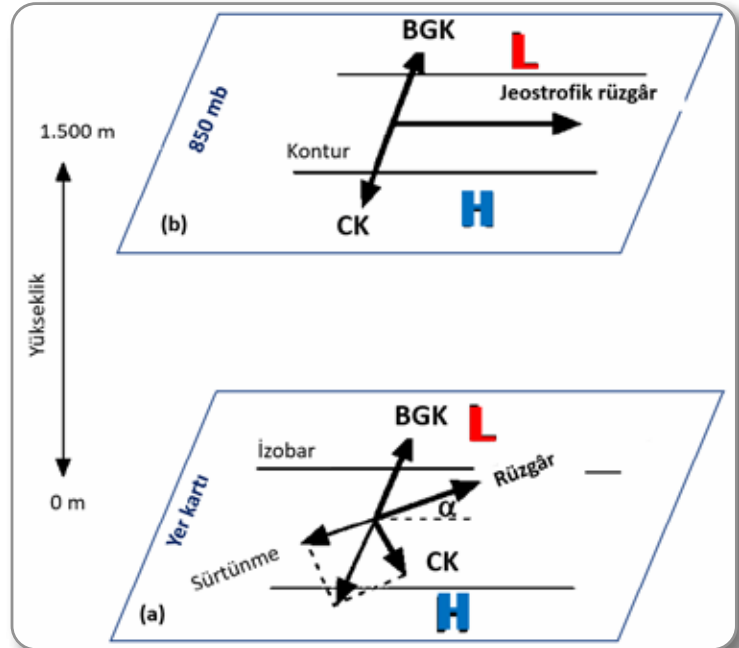
### ETKİNLİK

Genel Ağ'da küçük bir aramayla rüzgârgülü, rüzgâr fırılacağı ve rüzgâr çorabı/tulumu görsellerini bularak gözlemleyiniz.

### 1.3.2. Rüzgâr Kuvvetleri

Hava, yüksek basınç alanları ve alçak basınç alanları arasındaki basınç gradyan kuvveti (BGK) nedeniyle hareket eder. Havanın yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket etmesi rüzgârı oluşturur. Yüksek ve alçak basınç alanları arasındaki fark ne kadar çoksa bu alanlar arasındaki rüzgâr o kadar kuvvetli olur. Rüzgârların yönü farklı kuvvetlerin devreye girmesiyle değişime uğrayabilir. Bu nedenle rüzgârın esme yönünü belirleyebilmek için rüzgâr üzerinde etkili olan kuvvetlere dikkat edilmelidir (Görsel 1.3.2). Bu kuvvetler şöyle sıralanabilir:

- Basınç gradyan kuvveti (BGK)
- Gradyan kuvveti (GK)
- Merkezkaç kuvveti (MK)
- Coriolis (Koriyolis) kuvveti (CK)
- Sürtünme kuvveti (SK)



**Görsel 1.3.2:** (a) Sürtünme olan yer seviyesinde ve (b) sürtünme olmayan 850 mb ile daha yukarılardaki serbest atmosfer seviyelerinde rüzgâra etki eden belli başlı kuvvetler

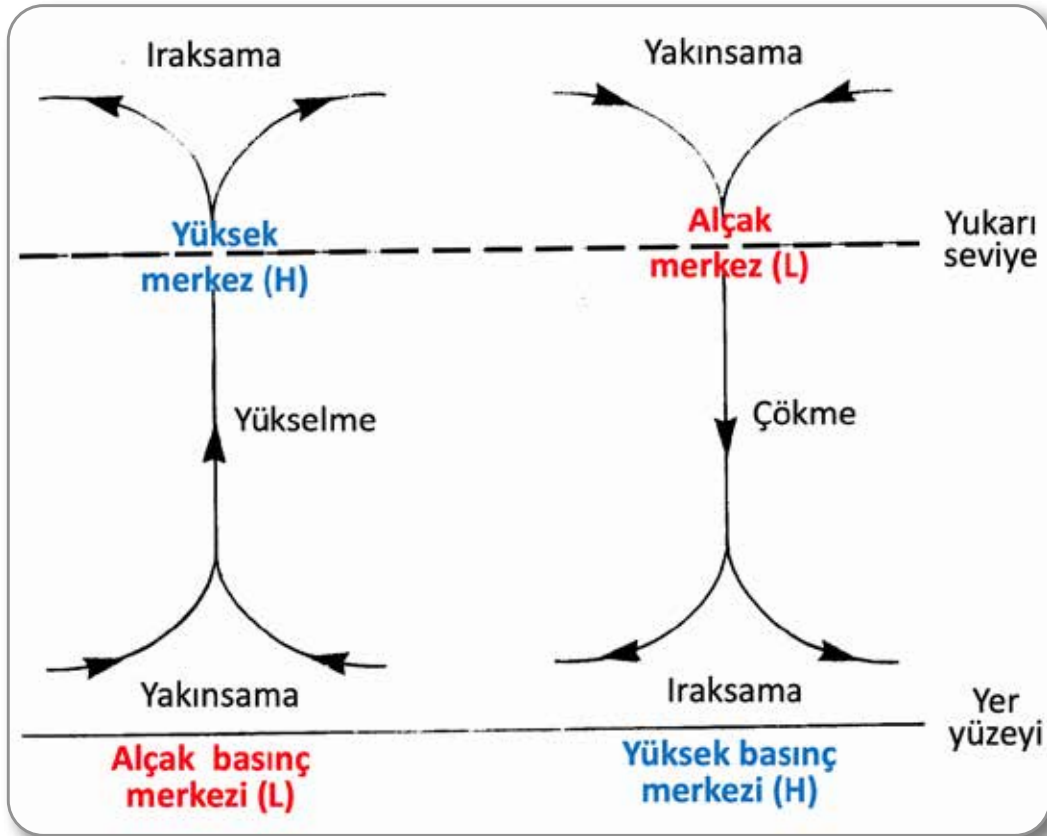
**Coriolis Kuvveti:** Kuzey Yarım Küre'de rüzgârları ve okyanus akıntılarını saat yönünde yani sağa doğru, Güney Yarım Küre'de ise saat yönünün tersine yani sola doğru belli bir açıyla saptıran kuvvete **Coriolis kuvveti** (Coriolis force) denir (Görsel 1.3.2). Dünya'nın dönmesi sonucu ortaya çıkar. Gaspard Gustave de **Coriolis** (Gespar Gústaf dö Koriyolis) tarafından tanımlandığı için onun adıyla anılır. Sürtünme etkisiyle hızı azalan rüzgârı, yeryüzü ve yüzeye yakın mesafelerde daha az etkiler. Ancak sürtünme etkisinin son bulunduğu düşünülen yerden yaklaşık 1,5 km yükseklikten itibaren serbest atmosferde rüzgârların yönünü daha çok etkiler (Görsel 1.3.2.b).





Coriolis kuvveti, tayfunlar ve alçak basınç merkezleri gibi büyük ve orta enlem fırtınaları ölçeğinde, havanın siklonik bir yönde düşük basınçlı bir merkez etrafında dönmesine neden olur. Aslında **siklonik** terimi sadece akışkanın (hava veya suyun) Dünya'yla aynı doğrultuda döndüğünü anlatır. **Antisiklon** terimi de tam tersini ifade eder. Aynı zamanda akışkan dönüşünün Dünya'nın dönmesine bağlı olduğu anlamına gelir. Böylece siklon, tayfun ya da alçak basınç merkezi etrafında akan hava; Kuzey Yarım Küre'de saat yönünün tersine, Güney Yarım Küre'de ise saat yönünde (Dünya'nın kendisi gibi) döner. Her iki yarı kürede de bu dönüş siklonik kabul edilir. Dünya dönmezse hava doğrudan basınç gradyanının yönüne uygun bir şekilde alçak basınç merkezine doğru akar. Dünya'nın dönmesi Coriolis kuvvetine, o da akışkanların siklonik ya da antisiklonik hareket etmesine neden olmaktadır.

**Yakınsama/İraksama:** Hareketli havanın yani rüzgârların birbirine doğru esmesine **yakınsama** (konverjans) denir. Aynı şekilde yukarı seviyelerden aşağı seviyelere doğru çöken hava da yerde yayılmak ve dağılmak zorundadır (Görsel 1.3.3). Rüzgârların birbirinden bu şekilde uzaklaşmasına da **ıraksama** (diverjans) denir.



**Görsel 1.3.3:** Yer yüzeyi ve yukarı seviye arasındaki rüzgâr döngüsü, yakınsama ve ıraksama alanlarının şematik gösterimi

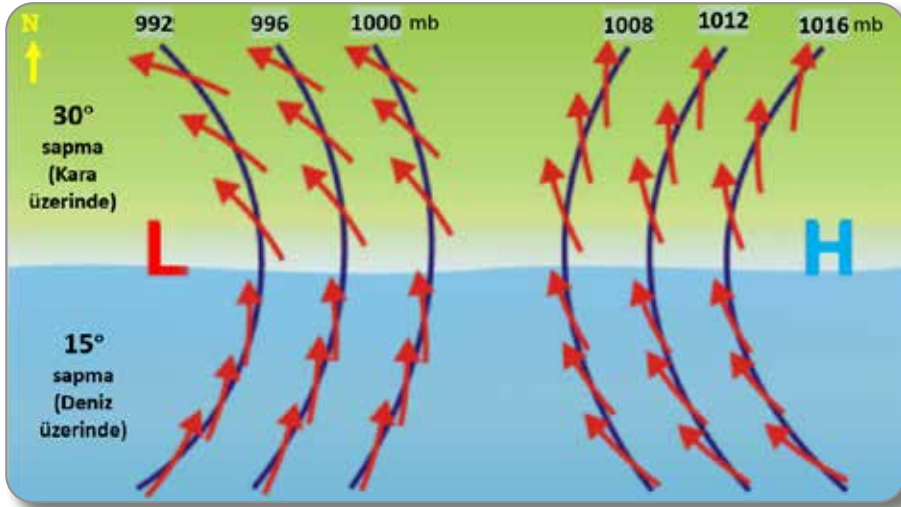
Havanın yukarı seviyelerinde izobarlar yerine **kontur** adı verilen basınç seviyelerinin yükseklikleri kullanılır. Meteoroloji haritalarında yukarı seviyelerde basınç yani izobarlar kullanılmaz. Bu nedenle yerde meydana gelen sisteme **alçak basınç merkezi** ya da **yüksek basınç merkezi** denirken yukarı seviyelerdekine sadece **alçak merkez** ya da **yüksek merkez** denir (Görsel 1.3.3).

### 1.3.3. Yer ve Yukarı Seviye Rüzgârları

Rüzgârlar oluştuğu yere, ölçeklerine ve oluştukları kuvvet dengesine göre çeşitli şekillerde incelenebilir.

**Yer Yüzeyinde Rüzgâr:** Atmosferin sınır tabakasında yani yer yüzeyinin 1,5 km yüksekliğine kadar düz bir hat boyunca esen rüzgârın oluşması için bazı şartlar vardır. Basınç gradyan kuvveti; Coriolis kuvveti ve sürtünme kuvveti arasında bir denge meydana geldiğinde oluşur. Burada sürtünme kuvveti yüzünden rüzgârın hızı azalır ve rüzgâr Coriolis kuvveti yüzünden karada yaklaşık 30°, denizde ise 15°lik açıyla dönerek izobarları keserek eser (Görsel 1.3.2.a,

1.3.4). Bu yüzden yer yüzündeki rüzgâr, sürtünmenin olmadığı atmosferin yukarı seviyesindeki rüzgâra göre daha zayıftır ve yönü izobarlara paralel değildir.



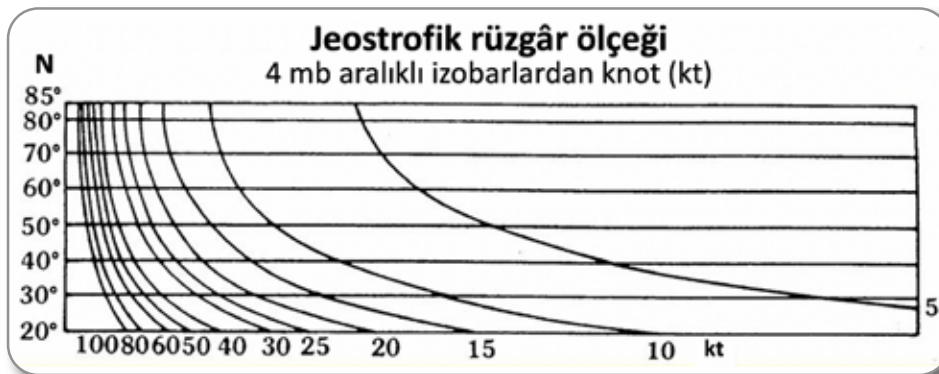
Görsel 1.3.4: Rüzgârın pürüzlülük farkı olması nedeniyle maruz kaldığı sürtünme ve Coriolis kuvveti yüzünden deniz ve karada izobarlarla yaptığı açı

Yeryüzünde basınç gradyan kuvveti değişmez fakat sürtünme kuvvetinden dolayı rüzgâr hızı yavaşladığı için Coriolis kuvveti de zayıf kalır. Bu durumda rüzgâr, basınç gradyan kuvvetini dengeleyemez ve düşük basınca doğru (basınç gradyanının yönünde) döner.

**Yukarı Seviyede Rüzgâr:** Atmosferik sınır tabakada (sürtünmenin olmadığı ve serbest atmosferin başladığı kabul edilen bir seviyede) düz bir hat boyunca esen rüzgâr, sadece basınç gradyan kuvveti ve Coriolis kuvveti arasında bir dengede oluşur. Burada sürtünme kuvveti olmadığı için rüzgârın hızı (yerde olduğu gibi) azalmaz. Coriolis kuvveti yüzünden belli bir açıyla dönmeyi keserek esmez (Görsel 1.3.2.b, 1.3.4). Bu yüzden yukarı seviye rüzgârları yeryüzündeki rüzgârlardan daha hızlı ve konturlara paralel eser. Basınç gradyanı ve Coriolis kuvveti arasındaki dengeden kaynaklanan bu akış **jeostrofik akış** (geostrophic flow), rüzgâr ise **jeostrofik rüzgâr** (geostrophic wind) olarak bilinir.

### 1.3.4. Jeostrofik Rüzgâr Ölçeği

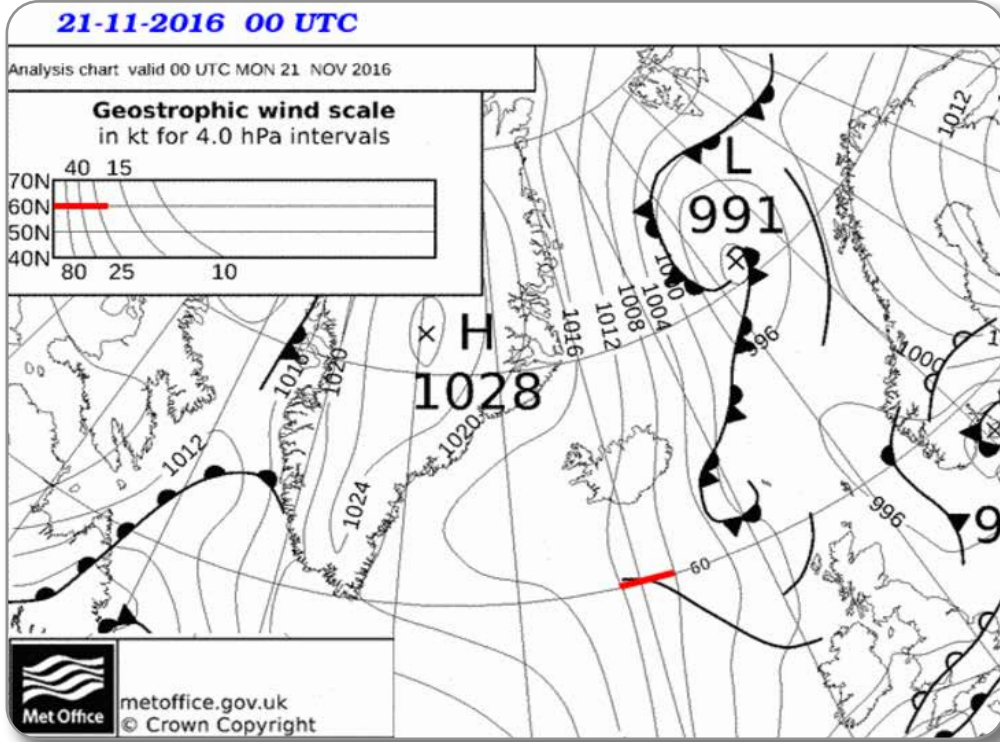
Rüzgâr; deniz, su yüzeyi gibi sürtünmenin az olduğu ya da hiç olmadığı ortamlarda jeostrofik rüzgâra yakın bir değerdedir. Bu nedenle görsel 1.3.5'teki bir ölçekle yer kartı üzerindeki izobarların aralığından yararlanılarak istenilen enlemlerdeki rüzgâr hızı belirlenebilir. Sinoptik yer kartındaki izobar ya da yukarı seviye kartındaki kontur aralıkları kullanılarak rüzgâr hızını belirlemeye yarayan grafiksel araca **jeostrofik rüzgâr ölçeği** (geostrophic wind scale) denir.



Görsel 1.3.5: Deniz ve su yüzeyi gibi sürtünmenin az olduğu ya da hiç olmadığı ortamlarda 4 mb aralıklarla çizilmiş izobarlar kullanılarak yer kartı üzerinden rüzgâr ölçümü için kullanılabilecek bir jeostrofik rüzgâr ölçeği



Belirli bir yerdeki rüzgâr hızını bulmak için önce hangi enlem içinde bulunduğuna belirlenmelidir. Örneğin görsel 1.3.6'da verilen sinoptik yer kartında (Enlemler ölçek üzerinde  $10^\circ$  aralıklarla belirlenmiştir.)  $60^\circ$  kuzey enleminde bulunduğu verilmiş ve buradaki (kırmızı renkli aralıktaki) rüzgâr belirlenmek istenmiştir. Önce o noktada izobarlar arasındaki en kısa mesafe, sonra da ölçeğin sol tarafındaki uygun enleminde aynı mesafe; kör pergelle yardımıyla ölçülmelidir.

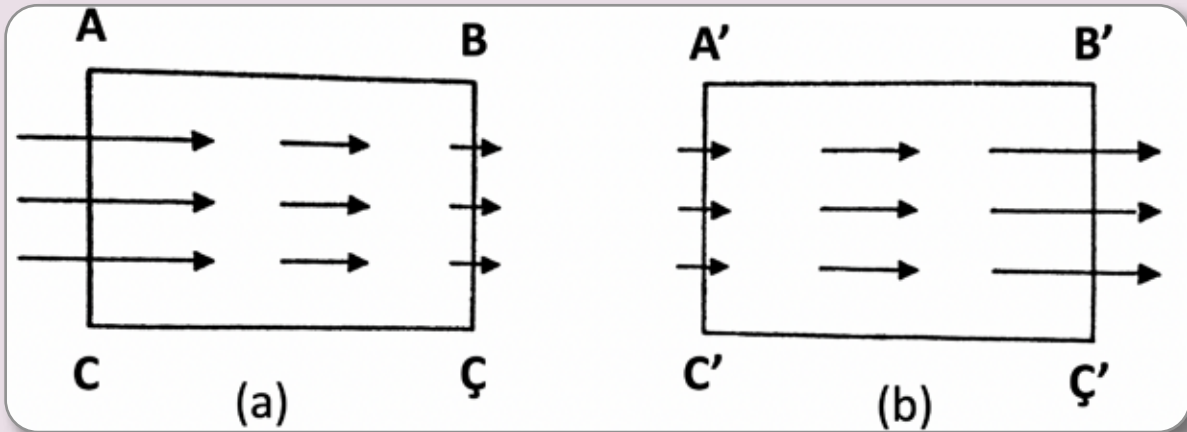


Görsel 1.3.6: Üzerinde jeostrofik rüzgâr ölçeği olan bir yer kartından rüzgâr hızının belirlenmesine yönelik bir harita

Örnekte mesafe kırmızı olarak gösterilmiştir (Mesafe, ölçeğin üzerine bir pergelle kolayca taşınabilir.). Daha sonra rüzgâr hızını okumak için ölçek üzerindeki kavimsi çizgiler kullanılır. Bu örnekte aynı uzunlukta kırmızı çizgi, 15 ile 25 knot arasındaki bir yere kalmıştır. Böylece kırmızı çizginin ucundaki yerde "Rüzgâr hızı yaklaşık 20 knot." ifadesi kullanılır.

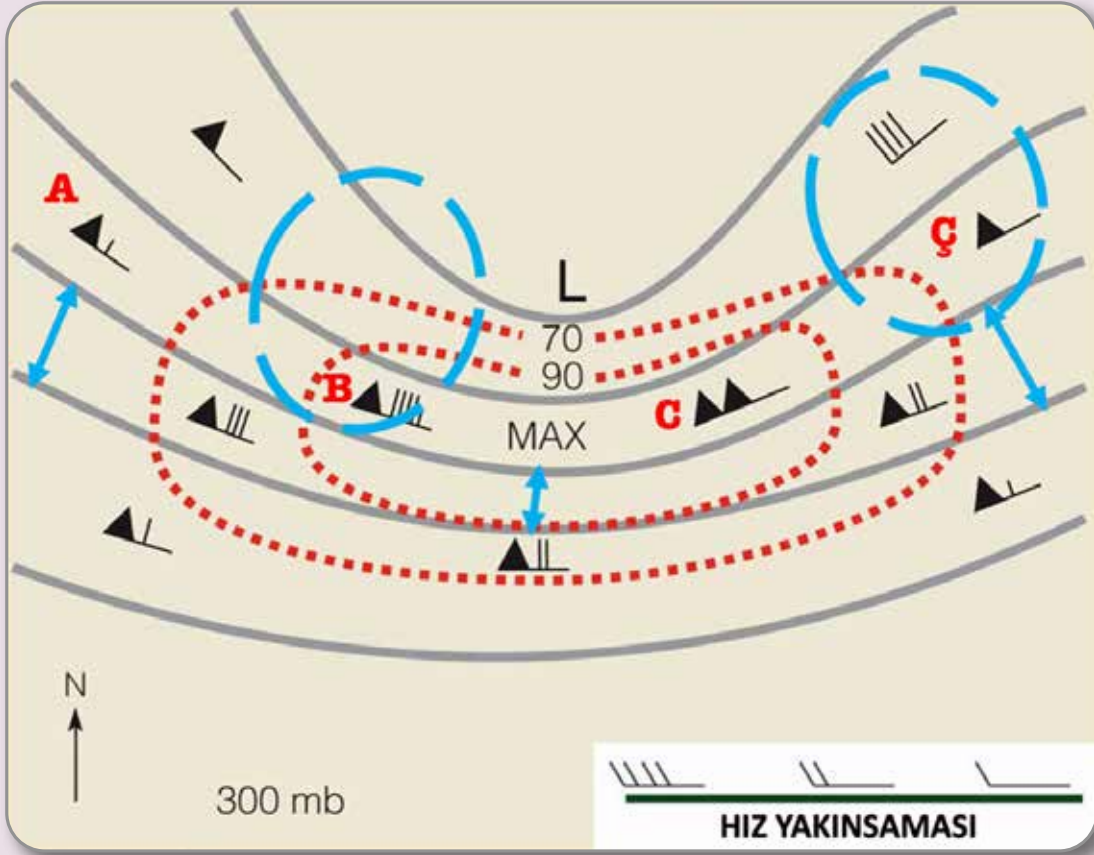
### ETKİNLİK

**Yukarı Seviye Haritalarından Yakınsama ve İraksama Alanlarının Belirlenmesi:** Görsel 1.3.7'de yatay rüzgâr hızının bir yönde giderek azalması (yakınsama) ve artması (ıraksama) durumu gösterilmiştir.



Görsel 1.3.7: Meteoroloji haritalarında yatay rüzgâr hızının bir yönde giderek (a) azalması (yakınsama) ve (b) artması (ıraksama) durumları

Görsel 1.3.8'de verilen haritada hem rüzgâr hızları hem de konturların ıraklaşma (difluence) ve kavuşum (confluence) yaptıkları alanlar görülmektedir. Bunlar yukarı seviyede rüzgâr hız yakınsaması olan seviyede havanın yere çökerek açmasına, hız ıraksaması olan bölgede ise havanın yerden yükselmesine yani fırtına ve yağışa neden olabilir.



**Görsel 1.3.8:** Meteoroloji haritalarında yatay rüzgâr hızının bir yönde giderek azalması (yakınsama) ve azalması (ıraksama) durumlarının belirlenmesi için örnek olarak verilen bir 300 mb haritası üzerinde jet akımı çevresindeki rüzgâr ve konturların gösterimi

Harita üzerinde örnek olarak mavi renkle boyanmış ve kesik çizgilerle gösterilen bölgelerde konturların birbirinden uzaklaştığına ya da yaklaştığına dikkat ediniz. Bu bilgilerden ve haritadan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

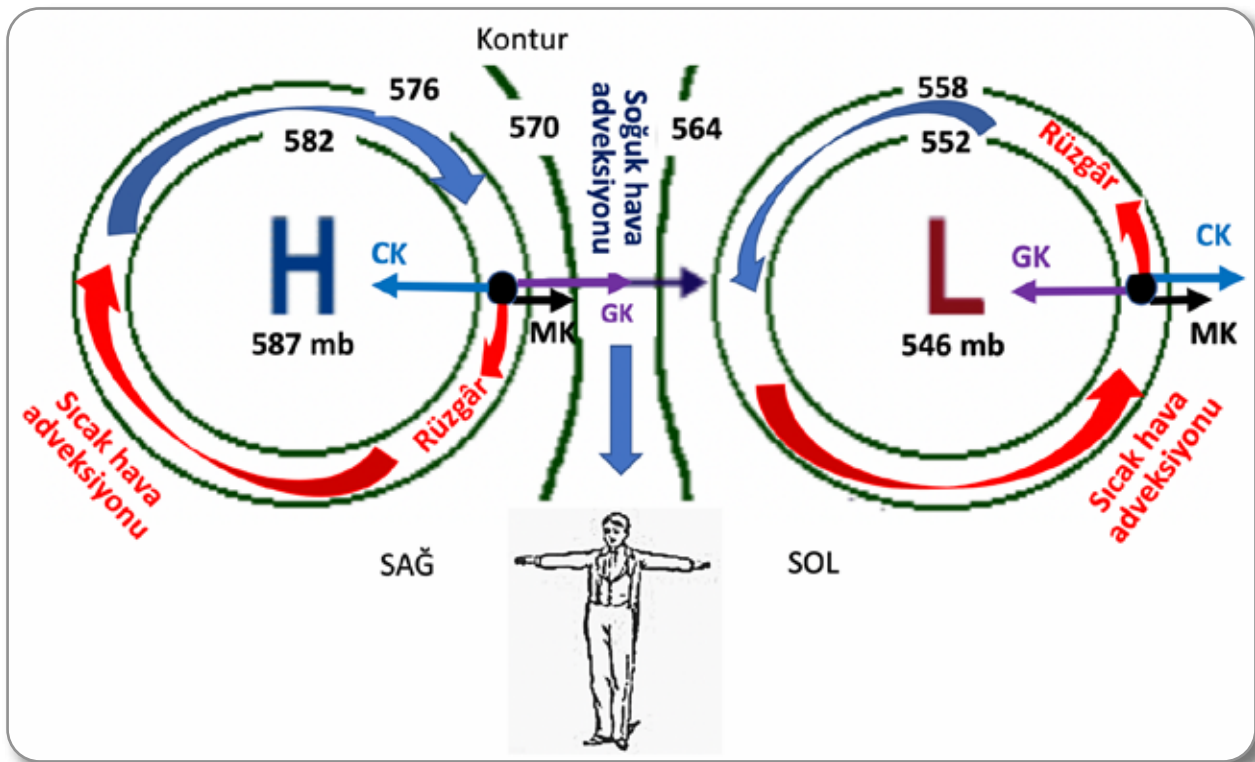
1. Yukarı seviyede A ve B noktalarındaki rüzgâr hızlarını okuyup aralarındaki farkı hesaplayınız. Rüzgâr hızı A noktasından giderek B noktasında artıyor mu yoksa azalıyor mu?
2. B noktası civarındaki bölge (mavi oklarla da gösterilen), konturlar arasındaki mesafenin değişimine göre bir yakınsama mı yoksa ıraksama bölgesi midir?
3. B bölgesinde yakınsayan ya da ıraksayan hava, yukarı seviyede yakınsamaya mı yoksa ıraksamaya mı neden olur? Bunların bir sonucu olarak yerde hava ve görüş durumu ne olabilir?
4. Yukarı seviyede C ve Ç noktalarındaki rüzgâr hızlarını okuyup aralarındaki farkı hesaplayınız. Rüzgâr hızı C noktasından giderek Ç noktasında artıyor mu yoksa azalıyor mu?
5. Ç noktası civarındaki bölge (mavi oklarla gösterilen), konturlar arasındaki mesafenin değişimine göre bir yakınsama mı yoksa ıraksama bölgesi midir?
6. Ç bölgesinde yakınsayan ya da ıraksayan hava, yukarı seviyede yakınsamaya mı yoksa ıraksamaya mı neden olur? Bunların bir sonucu olarak yerdeki hava ve görüş durumu ne olabilir?





### 1.3.5. Denge Rüzgârları

Rüzgâr hızını belirleyen en baskın kuvvet **basınç gradyan kuvvetidir** (BGK). Konunun daha kolay anlaşılabilmesi için sürtünmesiz yukarı seviyedeki bir hava parçası ele alınacaktır. Yukarı seviyede **basınç değerleri** yerine **standart basınç yüzeylerinin yükseklikleri** kullanıldığı için basınç gradyan kuvveti yerine sadece **gradyan kuvveti** (GK) ifadesinin kullanıldığına dikkat edilmelidir. Diğer bir deyişle 500 mb vb. yukarı seviye sabit basınç yüzeyi haritalarında basınç farkı olmayıp yükseklik farkı vardır. Hava parçası önce gradyan kuvveti yönünde yani yüksek merkezden (H) alçak merkeze (L) doğru hareket etmeye başlar. Hava parçası hareket etmeye başladığı andan itibaren Coriolis kuvvetinin (CK) etkisine girer ve bu onun hızını etkilemez. Yönünü sağa doğru saptırır. Gradyan kuvveti ise aynı anda hava parçasını alçak merkeze doğru yönlendirmeye zorlar. Rüzgâr ancak bu iki kuvvet dengeye geldiğinde konturlara paralel esmeye başlar ve **jeostrofik rüzgâr** olarak adlandırılır. Fakat jeostrofik rüzgâr; alçak merkez, yüksek merkez, oluk ve sırtlar gibi yukarı seviyedeki dairesel alanlarda merkezkaç kuvvetini (MK) de etkilediği için rüzgâr hızı artık jeostrofik rüzgârla aynı değildir. Bu nedenle yukarı seviyedeki bir antisiklon ve siklon etrafında görülen rüzgârlara **denge rüzgârı** ya da **gradyan rüzgâr** denir (Görsel 1.3.9).



**Görsel 1.3.9:** Kuzey Yarım Küre'de sürtünmesiz bir ortamda siklonik (L) ve antisiklonik hareket (H) altında, gradyan kuvveti (GK), merkezkaç kuvveti (MK) ve Coriolis kuvvetiyle (CK) birlikte oluşan denge rüzgârlarının fırtına merkezinin Buys Bullot yasasına göre belirlenmesi

Kuzey Yarım Küre'de sürtünmesiz bir ortamda siklonik yani alçak merkez (L) etrafında kavisli konturlara paralel esen rüzgârlar, saat ibresinin tersi yönünde eserken alçağın merkezine doğru yönelmiş gradyan kuvvetine (GK) maruz kalır. Gradyan kuvveti yüzünden alçağın merkezine doğru hareket etmeye başlayan hava paçası harekete başlar. Coriolis kuvveti (CK) hava parçasına sağ tarafından etki ederek onu merkezin dışına doğru yönlendirir. Böylece hava alçağın merkezinden dışarıya doğru merkezkaç kuvveti (MK) ve Coriolis kuvvetinin (CK) etkisiyle yönelir. Bu durumda MK ve CK kuvveti alçak merkez etrafında aynı yönde birlikte hareket eder. Gradyan kuvvetinin karşıt yönden bu iki kuvveti tek başına dengelemesi gerekir (Görsel 1.3.9).

Benzer bir şekilde sürtünmesiz bir ortamda antisiklonik yani yüksek merkez (H) etrafında kavisli konturlara paralel esen rüzgârlar, saat ibresi yönünde eserken merkezden uzağa doğru hareket eden bir merkezkaç kuvvetine (MK) maruz kalır. Aynı zamanda antisiklonlarda gradyan kuvveti (GK) de dışa yani alçak merkeze doğru yönelmiştir. Böylece yüksek

merkez etrafında iki kuvvet aynı yönde dışarıya doğru birlikte hareket eder. Bu durumda Coriolis kuvveti (CK) hava parçasının yatay hareketine yani rüzgâra yine sağından etki eder. Onun merkezine doğru yönelir. Böylece yükseğin merkezine doğru yönelmiş olan Coriolis kuvveti, dışarıya yönelmiş iki kuvveti (CK) tek başına dengeler (Görsel 1.3.9). Sonuç olarak Coriolis kuvveti, gradyan kuvvetinden her zaman daha küçüktür. Bu nedenle belirli bir kontur aralığı içindeki bir antisiklon (yüksek merkez etrafındaki rüzgârlar) bir siklondan (alçak merkez etrafındaki rüzgârlar) daha güçlüdür.

### 1.3.6. Fırtınalar (Buys Ballot) Yasası

Görsel 1.3.9'da gösterilen basınç merkezleri ve rüzgâr arasındaki ilişkiden yararlanarak denizde veya karada meteorolojik veriye ulaşılamadığı zamanlarda **Buys Ballot** (Buys Ballot) **yasası** (fırtınalar yasası) olarak adlandırılan yasa kullanılır. Bu şekilde fırtınanın yeri (alçak basınç merkezi) yaklaşık olarak belirlenebilir. Buys Ballot yasasına göre görsel 1.3.9'da gösterilen kişi Kuzey Yarım Küre'de sırtını (Güney Yarım Küre'de yüzünü) rüzgâra doğru döndükten sonra (rüzgâr arkasından gelirken) yönünü 15 derece sağa çevirdiğinde sağ kolu yönünde yüksek basınç merkezi, sol kolu yönünde ise alçak basınç merkezi bulunur.

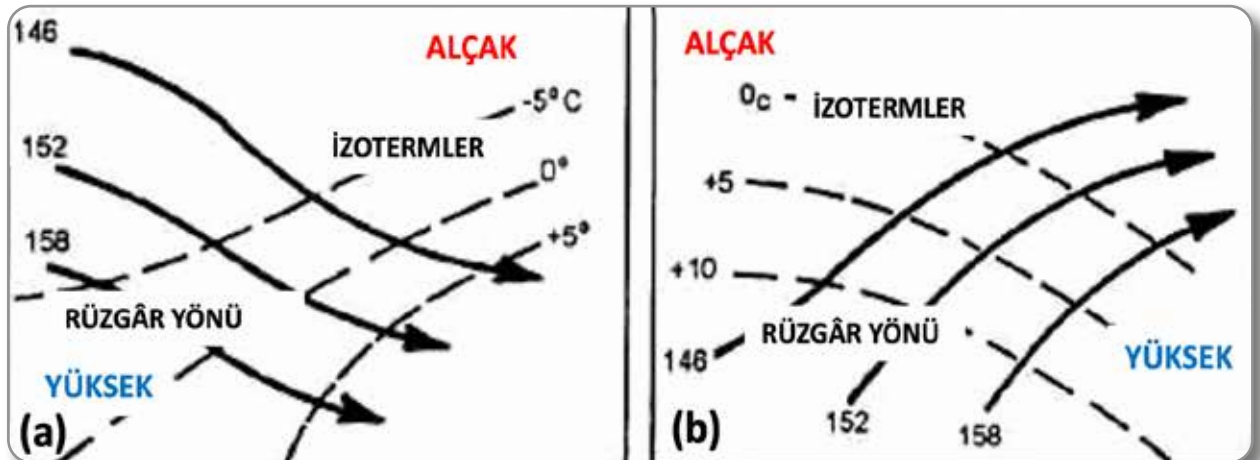
Seyir hâlindeki bir gemide Buys Ballot yasasını uygularken sırtın bağlı rüzgâra değil, gerçek rüzgâra döndük olduğundan emin olunmalıdır. Eğer rota, alçak basınç merkezine yani fırtınaya doğru ise rotanın değerlendirilmesinde yarar vardır.

#### ETKİNLİK

Ekvator'a yaklaştıkça Coriolis kuvveti çok zayıfladığı için Buys Ballot yasasının geçerli olup olmadığını tartışınız.

### 1.3.7. Rüzgârlar ve Sıcaklık Adveksiyonu

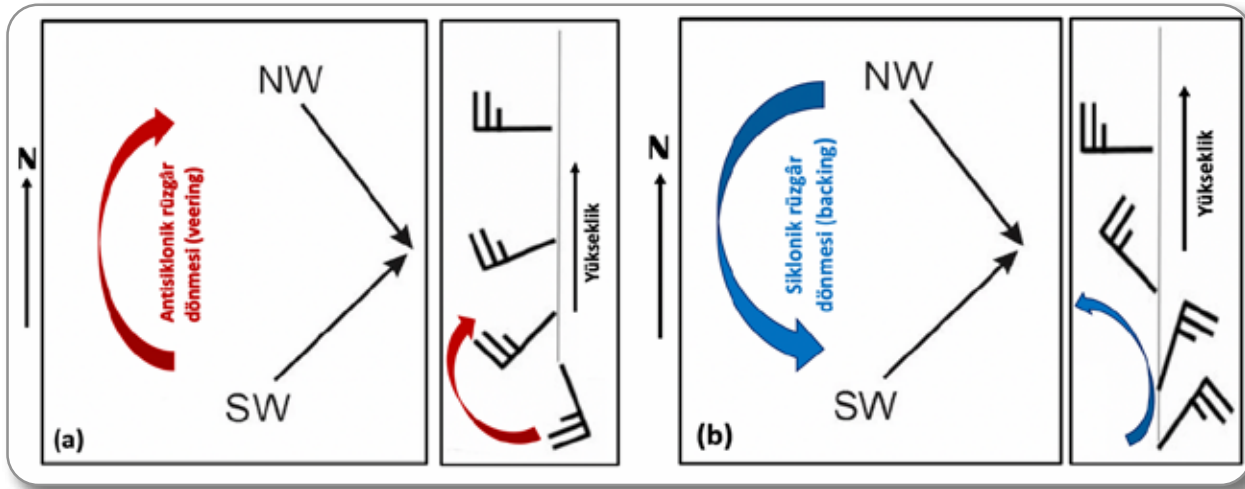
Rüzgârla taşınan soğuk ve sıcak havanın yatay hareketi **sıcaklık adveksiyonu** (taşınımı) olarak tanımlanır. **Soğuk hava adveksiyonu**, soğuk havanın rüzgâr tarafından sıcak olan yere yatay taşımadır (Görsel 1.3.10.b). Benzer bir şekilde soğuk ya da ılık bir yere rüzgâr tarafından sıcak havanın yatay taşımına da **sıcak hava adveksiyonu** denir (Görsel 1.3.10.a).



Görsel 1.3.10: (a) Sıcak hava adveksiyonu, (b) soğuk hava adveksiyonu

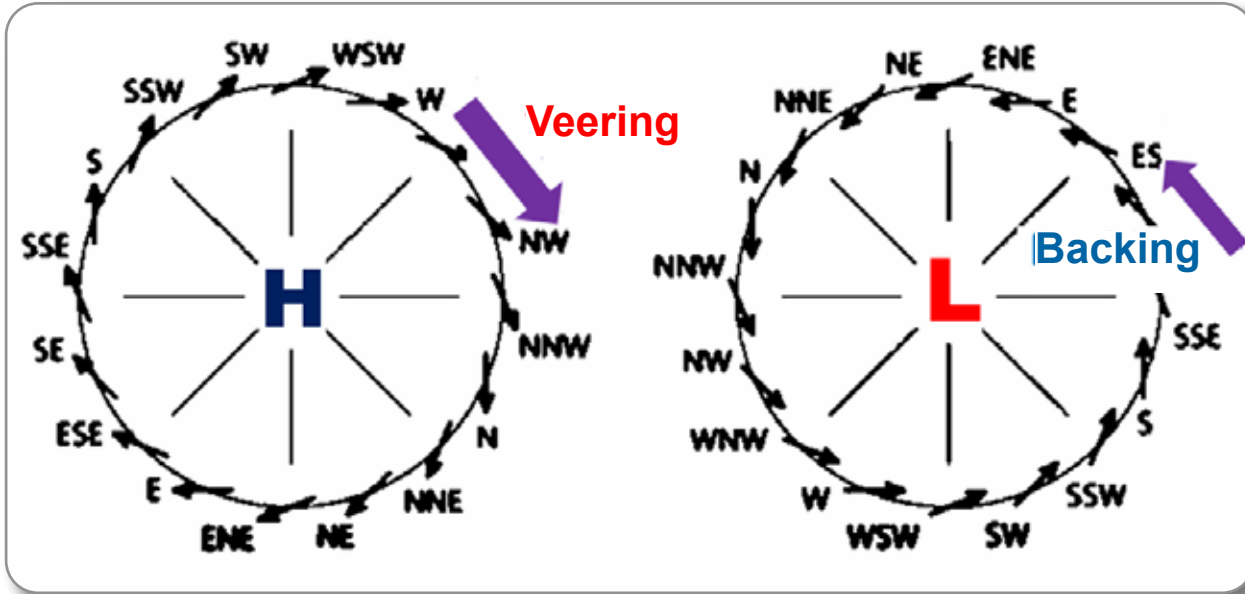


**Veering** (viyring), rüzgârın yatayda veya yükseklikle saat ibresi yönünde yani antisiklonik yönde dönmesidir (Görsel 1.3.11.a). **Backing** (beking) ise rüzgârın yatayda veya yükseklikle saat ibresinin tersi yönünde yani siklonik yönde dönmesidir (Görsel 1.3.11.b). Bunların hava sıcaklığı üzerine etkileri birbirinin tam tersidir.



**Görsel 1.3.11:** Yatay ve düşey yönde rüzgâr yönünün değişimine göre belli bir bölgede (a) soğuk hava adveksiyonuna işaret olarak siklonik (backing) ya da (b) sıcak hava adveksiyonuna işaret olarak antisiklonik (veering) olarak yön değiştirmesinin şematik gösterimleri

Bir bölgeye ait rüzgârın yönündeki yerel ya da zamanla ilgili değişiminin siklonik (backing) ya da antisiklonik (veering) olup olmadığı görsel 1.3.12'ye göre tespit edilir.



**Görsel 1.3.12:** Kuzey Yarım Küre'de bir antisiklon ve siklon etrafındaki veering ve backing yapan rüzgârların şematik gösterimi

### ETKİNLİK

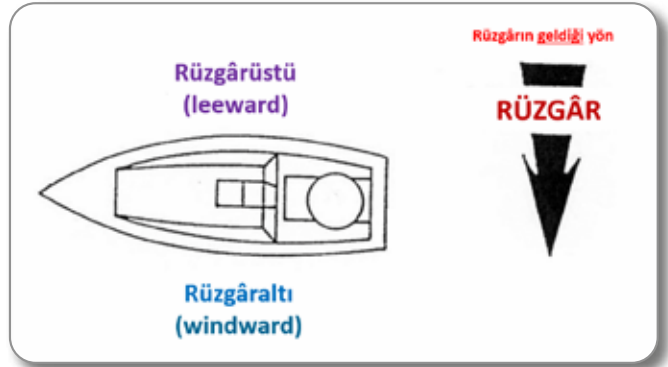
Veering ve backing ile sıcaklık tahmini yapmanın sadece orta enlemlerde işe yarayan pratik bir kural olup olmadığını tartışınız.

### 1.3.8. Gemideki Rüzgârlar

Rüzgâr hızının gemi performansına etkisini belirlemek zordur. Seyreden bir gemi, rüzgârı baştan alıyorsa hız kaybeder, kıçtan alıyorsa hız kazanır. Gemide, şiddetli rüzgârlarda rüzgârı başomuzluk ve kıçomuzluktan alacak şekilde rota ayarlaması yapılır. Çünkü şiddetli rüzgâr dalga yüksekliğini artırarak geminin kırılmasına neden olabilir. Bu yüzden seyir hâlindeki gemiler için rüzgâr ve rüzgârın oluşturduğu dalgaların doğru tahmin edilmesi çok önemlidir.

Geminin rüzgârı aldığı tarafa **rüzgârüstü** (leeward), rüzgârın gemiden ayrıldığı/uzaklaştığı tarafa ise **rüzgâraltı** (windward) taraf denir (Görsel 1.3.13).

Hareket hâlinde olmayan bir gemideki anemometrenin gösterdiği yönde esen rüzgâra **gerçek rüzgâr** (true wind) ve rüzgâr hızına da **gerçek rüzgâr hızı** (true wind speed) denir. Rüzgârsız bir günde seyir hâlindeki bir geminin güvertesinde yüze vuran rüzgâr gerçek rüzgâr değildir. Geminin hareketi sonucunda oluşan bu rüzgâra **gemi rüzgârı** (ship wind) denir. Gemi rüzgârıyla gerçek rüzgârın bileşkesi olarak etki gösteren rüzgâra **bağıl rüzgâr** (apparent wind), rüzgâr hızına da **bağıl rüzgâr hızı** (apparent wind speed) denir. Diğer bir ifadeyle seyir hâlindeki bir gemide gözlenen rüzgâr yönü ve şiddeti gerçek rüzgârı değil, bağıl rüzgârı ifade eder. **Yer rüzgârı** (ground wind), karada ve limanda meteorolojik aletlerle ölçülen rüzgâra verilen isimdir.



Görsel 1.3.13: Bir deniz aracının rüzgâraltı ve rüzgârüstü gösterimi

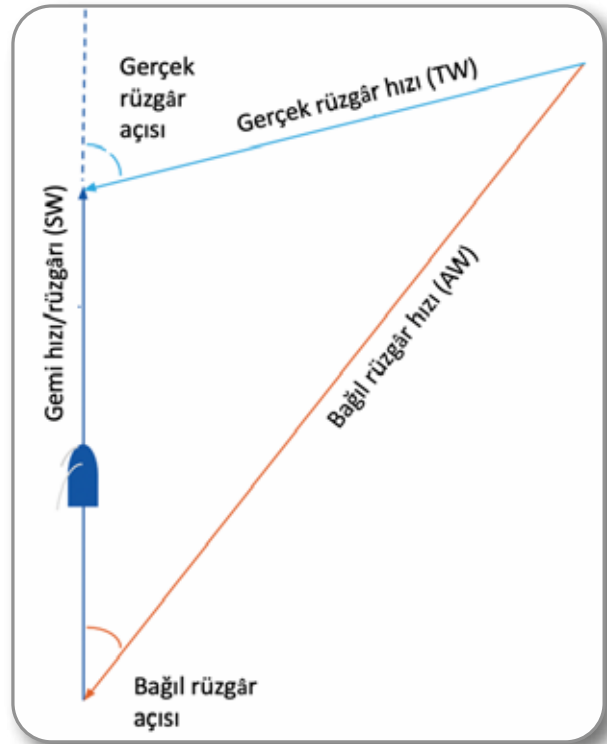
Görsel 1.3.14'te geminin seyir yönüne göre bağıl rüzgâr, gemi rüzgârı ve gerçek rüzgâr arasındaki vektörel ilişki görülmektedir. Bu vektörel ilişki şöyle ifade edilebilir:

$AW = SW + TW$  (Burada matematiksel toplama değil, vektörlerin uç uca eklenmesi kastedilmektedir.)

Bu vektörel ilişkiyi dikkate alarak geminin rüzgârsız, tamamen sakin bir günde seyir hâlinde olduğu varsayılırsa (gerçek rüzgârın sıfır olduğu durumda) sadece gemi rüzgârını dikkate almak gerekir. Bu durumda gemi rüzgârının şiddeti, gemi hızına eşit olur. Gerçek rüzgâr sıfır olduğu için bağıl rüzgâr da gemi rüzgârına eşit olur.

Gerçek rüzgâr geminin seyir yönünün tersine esiyorsa gerçek rüzgâr, gemi rüzgârı ve bağıl rüzgâr birbirine paralel olacaktır. Bu durumda gerçek rüzgâr ve gemi rüzgârı şiddetinin bileşkesi, doğal olarak aynı yönde ve birbirine eklenecektir. Diğer bir ifadeyle bağıl rüzgârın şiddeti, gerçek rüzgârdan daha büyük olacaktır. Gerçek rüzgâr kıçtan esiyorsa yani gemiyle aynı yönde ise gemi rüzgârıyla zıt yönlü olacaktır. Bu durumda gerçek rüzgârdan gemi rüzgârı çıkarıldığında bağıl rüzgârın şiddeti gerçek rüzgârdan küçük olacaktır.

Seyir hâlindeki bir gemide seyir haritası üzerinde yer alan pusula gülünü kullanarak klasik yöntemle bağıl ve gerçek rüzgârı hesaplamak mümkündür (bk. Uygulama 1.3.1).



Görsel 1.3.14: Geminin seyir yönüne göre bağıl rüzgâr (AW), gemi rüzgârı (SW), gerçek rüzgâr (TW), yer rüzgârı (GW) gösterimleri (Sarı ve Kadioğlu, 2020)





## ETKİNLİK

**Rüzgârın Personel Üzerine Olası Etkileri:** Sonbahar ve kış aylarında güvertede yapılacak çalışmalarda personel sağlığı için **rüzgâr soğuğu**na (wind chill) dikkat edilmelidir. Rüzgârın soğutma etkisi genellikle hava sıcaklığının 5 °C'nin altına düştüğü günler veya dönemlerde insan sağlığı için önemli hâle gelir.

Eğer rüzgâr varsa rüzgârın hızına bağlı olarak ölçülen sıcaklık çıplak tende daha az hissedilir. Rüzgâr hızı arttıkça hava daha soğuk hissedilir.

**Tablo 1.3.1:** Hava Sıcaklığı ve Rüzgâr Hızına Göre Rüzgâr Soğukluğu

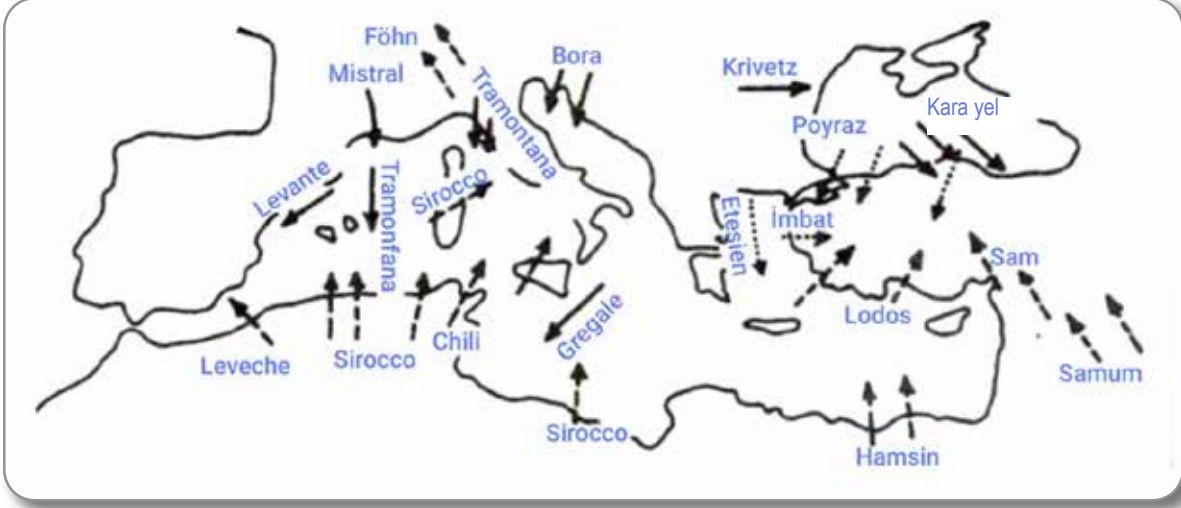
Sıcaklık (°C)													
Rüzgâr Şiddeti km/saat	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
Sakin	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
10	8	2	-3	-9	-14	-20	-25	-31	-37	-42	-48	-53	
20	3	-35	-10	-16	-23	-29	-35	-42	-48	-55	-61	-68	
30	1	-6	-13	-20	-27	-34	-42	-49	-56	-63	-70	-77	
40	-1	-8	-16	-23	-31	-38	-46	-53	-60	-68	-75	-83	
50	-2	-10	-18	-25	-33	-41	-48	-56	-64	-71	-79	-87	
60	-3	-11	-19	-27	-35	-42	-50	-58	-66	-74	-82	-90	
70	-4	-12	-20	-28	-35	-43	-51	-59	-67	-75	-83	-91	
	<b>Küçük tehlike:</b> Açık cilt yüzeylerinde 5 saatten az sürede ciltte çatlama, rüzgâr ısırtığı tehlikesi var.				<b>Artan tehlike:</b> Açık cilt yüzeylerinin 1 dakika içinde donma tehlikesi var.				<b>Büyük tehlike:</b> Açık cilt yüzeylerinin 30 saniye içinde donma tehlikesi var.				

Rüzgâr soğuğu, insan sağlığı üzerindeki etkilerine göre dört seviyede değerlendirilir. Tablo 1.3.1'de görüldüğü gibi eğer hesaplanan rüzgâr soğuğu sıfırın üzerinde ise sağlıklı insanlar için problem yoktur. Diğer bir deyişle bu düşük değerde uygun giyinmek koşuluyla hastalık, yaşlılık gibi özel durumu olmayan insanlar için tehlike yok denecek kadar azdır. Eğer rüzgâr soğuğu 0 ile -30 °C arasında ise uygun giyinildiğinde az tehlike var demektir. Vücudun açıkta kalan el, yüz, burun, kulak gibi kısımlarında donma olabilir. Eğer rüzgâr soğuğu -30 ile -60 °C arasında ise bu havada denizciler dâhil dışarı çıkılması çok tehlikelidir. İyi (ince fakat kat kat) giyinilse bile donma tehlikesi yüksektir. -60 °C'den daha soğuk olduğunda ise donma tehlikesi daha da artar ve kesinlikle güverteye çıkılmamalıdır.

Rüzgârlı havalarda hissedilen hava sıcaklığı azalacağı için rüzgâr soğuğu oluşumuna dikkat etmek gerekir. Gemi mürettebatının donmamak için giyeceği kalın, ağır kıyafetlerin verimliliği düşürüp düşürmeyeceği ve kaza riskini artırıp artırmayacağını tartışınız.

### 1.3.9. Yerel Rüzgârlar

Etki alanları genellikle dar ve esiş süreleri kısa olan rüzgârlardır. Kısa süreli sıcaklık değişimleri ve basınç farkları bu rüzgârların oluşumundaki temel etkenlerdir. **Sıcak yerel rüzgârlar** estikleri yere göre daha sıcak olup kurutucu etkiye sahiptir. **Föhn, siroko, hamsin, sam yeli** (keşişleme), **lodos** ve **kible** bu rüzgârlara örnektir. **Soğuk yerel rüzgârlar** genellikle kış aylarında, dağlık alanlardan ve soğuk enlemlerden ılık kıyılara doğru eser. Soğuk yerel rüzgârların en bilinenleri mistral, bora, krivetz, etezyen, kara yel, yıldız ve poyrazdır (Görsel 1.3.15).



Görsel 1.3.15: Akdeniz ve civarındaki belli başlı yerel (sıcak ve soğuk) rüzgârlar (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Yerel soğuk rüzgârlar kuzeyden Akdeniz kıyılarına doğru esen rüzgârlardır (Görsel 1.3.15). Türkiye’de etkili olan kara yel kışın kar, yazın sağanak yağmurlara; yıldız ise Karadeniz kıyılarında sağanak yağmurlara neden olur. Poyraz, Türkiye’nin hemen her yerinde esen rüzgârdır. Yaz poyrazı serinletici etki yaparken kış mevsiminde kuru soğuklara neden olur.

Soğuk dağların tepesinden gelip yer çekimi kuvvetiyle yamaçlardan hızla sahile inen soğuk ve yoğun hava hareketi, **katabatik** bir rüzgârdır. Yamaçtan yukarı esen rüzgâr da **anabatik** bir rüzgârdır. Hava, çok soğuk dağ zirvelerinden yamaç aşağı inerken ısınsa da çoğu kez sahile göre daha kuru ve soğuktur. Bunlar, Balkanlardaki bora rüzgârına çok benzeyen rüzgârlardır. Bazen bu rüzgârlar, İskenderun’daki **yarıkkaya rüzgârı** gibi yamaçlardaki boğaz ve yarıklar tarafından kanalize edildiğinde daha şiddetli ve yıkıcı bir şekilde esebilir.

Sıcak rüzgârlar, **föhn** rüzgârı gibi yamaçtan aşağı inen hava kütlelerinin sıcaklığının her 100 m’de 1 °C artmasına bağlı olarak oluşan sıcak ve kuru rüzgârlardır. İsviçre Alpleri’nde yaygın olan bu rüzgârlar, Türkiye’de Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerindeki dağ sıralarının iç kesimlerinde görülür. Siroko, hamsin, kible gibi Büyük Sahra’dan ve Kuzey Afrika’dan Akdeniz’e doğru esen sıcak ve kurutucu rüzgârlar çoğu zaman beraberlerinde toz taşıyan tipik çöl rüzgârlarıdır. Havanın içindeki tozdan dolayı çoğu zaman neden oldukları yağışlar renkli olur. Lodos da sıcak bir rüzgâr olmasına rağmen havadaki nem miktarını artırır. Genellikle kışın soğuk cephenin önünde ve “sıcak sektör” denilen bölgede estiği için halk arasında “Lodosun gözü yaşlı.” ya da “Lodos kar topluyor.” şeklinde ifade edilir. Lodosun eşlik ettiği sıcak havaları yağmur veya kar takip edebilir.

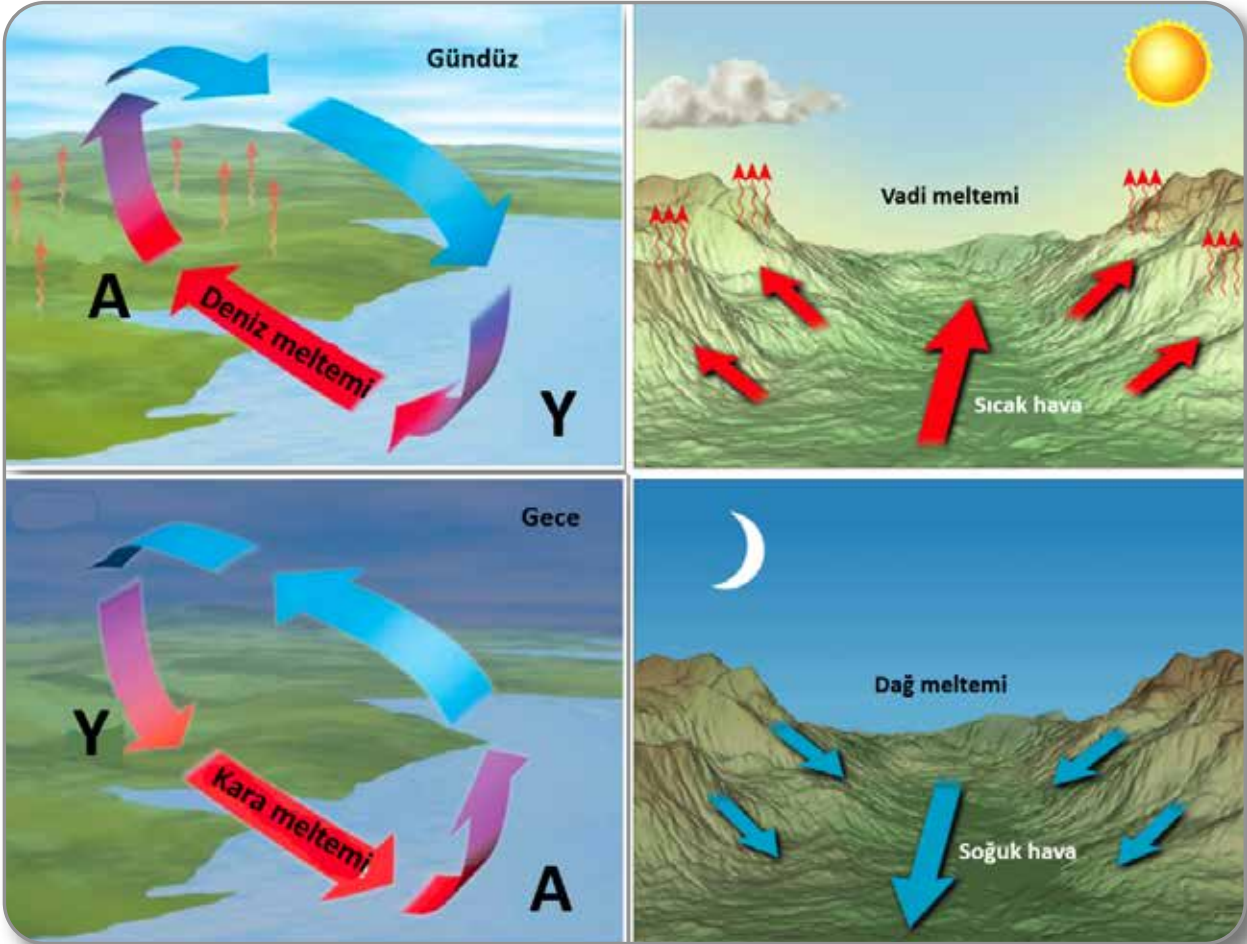
**Deniz-Kara ve Dağ-Vadi Meltemleri:** Meltemler, deniz-kara ve dağ-vadilerdeki günlük sıcaklık ve basınç farklarından doğan rüzgârlardır (Görsel 1.3.16). **Meltem** terimi genellikle hafif esişli rüzgârlar için de kullanılmakla birlikte daha çok kara ile deniz, dağ ile ova arasında gerçekleşen günlük çevrimsel rüzgârlara verilen genel addır.

Gündüzleri karalar denizlere göre çok daha hızlı ısındığı için kara üzerinde termik alçak basınç alanı oluşur. Karaya göre daha soğuk kalan deniz üzerinde ise termik yüksek basınç alanı oluşur. Basınç farkına bağlı olarak denizden karaya doğru esen ve öğleden sonra en yüksek şiddetine ulaşan kıyı rüzgârına **deniz meltemi** denir.



Geceleri karalar hızlıca soğurken deniz suyu nispeten sıcak kalır. Bu nedenle karalar üzerinde termik yüksek basınç alanı, denizler üzerinde ise termik alçak basınç alanı oluşur. Basınç farkına bağlı olarak gece havanın yönü karadan denize doğru döner. Karadan denize doğru esen bu melteme **kara meltemi** denir. Bu meltemin en kuvvetli estiği zaman sabah saatleridir. Gündüz kara ve deniz arasındaki sıcaklık farkı yüksek, gece ise daha azdır. Bu nedenle deniz meltemi, kara melteminden daha güçlüdür.

Aynı şekilde büyük göller çevresinde gün boyunca kara ve su kütleleri arasındaki ısınma farkından ötürü öğleden sonraları göllerden kıyıya doğru esen, deniz meltemini andıran ancak daha hafif olan rüzgârlara da **göl meltemi** denir.



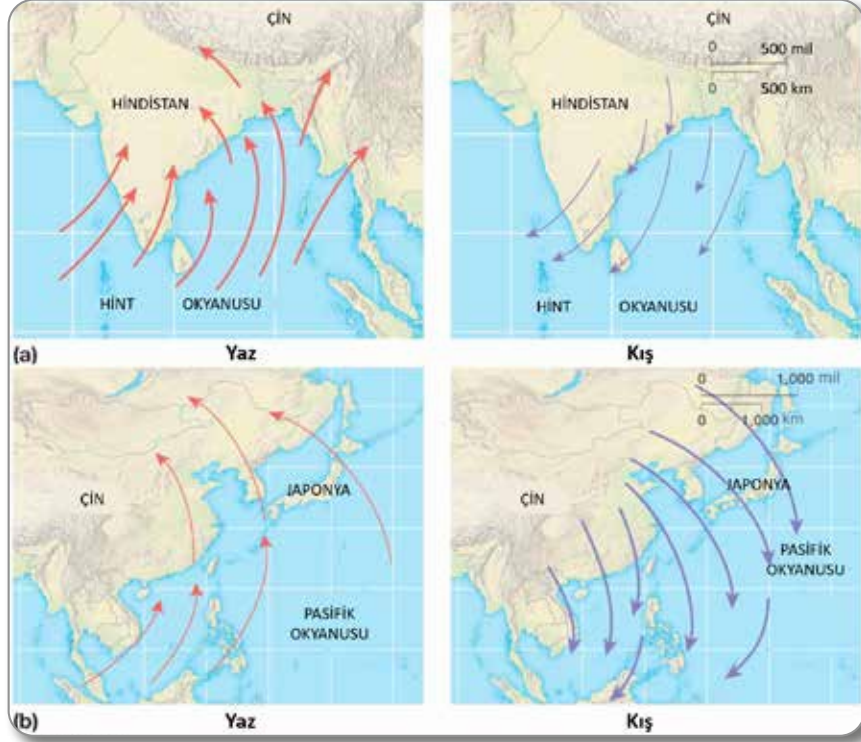
**Görsel 1.3.16:** Gündüz ve gece, deniz ve vadi meltemlerine neden olan rüzgârların şematik gösterimi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Dağ ve vadi meltemleri, deniz-kara meltemlerine benzer bir şekilde oluşur. Örneğin gece dağ zirveleriyle birlikte yamaçlar hızla soğur. Vadi tabanı veya ovalar daha sıcak kalır. Gece vakti rüzgârlar, daha çabuk soğuyan dağların doruklarından daha geç soğuyan çukur alanlara doğru gerçekleşir. Bu rüzgârlara **dağ meltemi** denir. Güneş gündüz vakti vadi yamaçlarını ısıtırken vadi tabanı gölgede kaldığından yamaçlara göre daha serin olur. Bu durumda yamaçlar termik alçak, vadi tabanları ise termik yüksek basınç alanları olur. Böylece rüzgârlar vadi tabanından yamaçlara doğru gerçekleşir ve bu rüzgârlara **vadi meltemi** denir (Görsel 1.3.16).

Bazı meltem rüzgârlarının uluslararası tanınırlığı vardır. Örneğin imbat, İzmir'de yaz aylarında esen, diğer bir adıyla "meltemi" olarak da bilinen bir deniz meltemidir. Benzer bir şekilde, Ege Denizi'nde nisan-ekim ayları arasında kuzeyde Yunanistan'ın kara kesiminden başlayıp Akdeniz'e kadar uzanarak esen ve etezyen olarak bilinen hâkim rüzgâr, aslında büyük bir kara meltemidir. Meltemler havanın durgun olması nedeniyle Ekvator'da yıl boyunca, orta enlemlerde ise en çok yaz mevsiminde görülür.

### 1.3.10. Bölgesel Rüzgârlar

Bölgesel rüzgârlara en iyi örnek yaz ve kış muson rüzgârlarıdır. Muson, Arapça'da mevsim anlamına gelir. Bu yüzden muson rüzgârları, mevsimlik rüzgârlardır. Asya'nın doğu ve güneydoğusunda sık görülen bu rüzgârlar mevsimsel olarak yön değiştirir (Görsel 1.3.17).



Görsel 1.3.17: Asya'da doğu ve güneydoğu muson rüzgârlarının yaz ve kış mevsimlerine göre değişen yönleri (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Muson rüzgârlarının oluşma nedeni meltemlerde olduğu gibi termal sirkülasyonlardır. Ancak burada ölçek büyür ve kıta ile okyanus arasında oluşan büyük ölçekli hava akımı sistemleri devreye girer. Kışın karalar yani kıtalar soğuk, okyanuslar sıcak olur. Karaların soğuması sonucu Asya kıtası üzerinde, sık olan **Sibirya Yüksek Basınç Alanı** oluşur. Okyanus sıcak olduğu için burada bir alçak basınç alanı gelişir. Sonuçta Asya kıtası üzerinden Güney Çin Denizi ve Hint Okyanusu'na doğru uzun süreli rüzgârlar oluşur (Görsel 1.3.17). Bunlara **kış muson rüzgârları** denir. Çöken havanın ısınması ve bu sistemin bulut oluşumuna izin vermemesi yüzünden kış musonlarının estiği dönemde yağış olmaz, hava genellikle açık olur.

Yazın tam tersi durum söz konusudur. Karalar hızlı ısındığı için Asya kıtası ısınır ve üzerinde **Tibet Alçak Basınç Alanı** oluşur. Okyanus ise enerjisini çabuk kaybetmediği için karalara göre daha az ısınır ve serin olur. Bu yüzden okyanus üzerinde yüksek basınç alanı gelişir. Deniz üzerindeki ılık ve nemli hava yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eder ve bu nemli hava kıta üzerine taşınır. Bu olaya **yaz muson rüzgârları** denir. Ilık ve nemli hava kıta üzerinde ısınarak yükselir ve bu sırada doyma noktasına ulaşarak soğur ve yağışur. Bu sürecin sonunda şiddetli sağanak yağışlar oluşur. Böylece kış musonlarında hava açık ve yağışsız geçtiği hâlde, yaz musonları şiddetli yağışa ve fırtınalara neden olur.

Hint Okyanusu ve Güney Çin Denizi'nden geçen rotalarda muson alanları dikkate alınmalıdır. Örneğin Arap Denizi'nde yaz aylarında görülen musonlardan kaçınmak için rotayı Kızıl Deniz'den Batı Pasifik Okyanusu'na, Doğu Hint Okyanusu'ndan Ekvator'a doğru değiştirmek gerekebilir. Bu dönemde Basra Körfezi'nden geçilecekse olabildiğince güney ve batı yönünde rotalar oluşturmak önerilir. Kış musonları sırasında Kızıl Deniz'den Pasifik Okyanusu'na geçilmesi gerektiğinde veya tersi rotalarda ağır deniz şartlarından kurtulmak için olabildiğince kuzeyden geçilmesi tavsiye edilir. Aynı şey Bengal Körfezi için de geçerlidir. Güney Çin Denizi'nde, Palawan Kanalı'ndan geçilecekse kuvvetli, ters rüzgâr ve deniz şartlarına ilişkin tahminlerde geçilmesi önerilir. Bu duruma özellikle kış musonları sırasında dikkat edilmelidir.



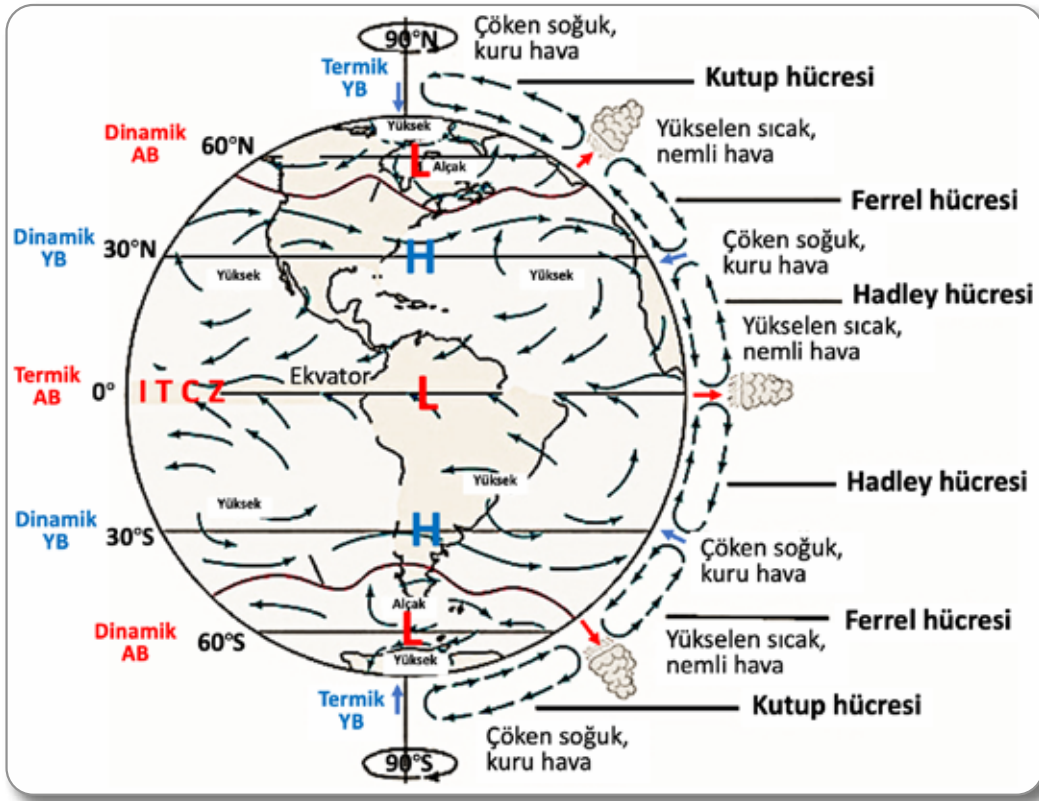


### 1.3.11. Büyük Ölçekli Rüzgârlar

Hava sistemleri bakımından yerel, küresel diye bir ayırım yapmak zordur. Çünkü her yerel hava olayı aslında küresel ölçekli meteorolojik olayların bir parçasıdır. Aşağıda atmosferin genel dolaşımı içinde yer alan belli başlı küresel rüzgârlar ele alınacaktır.

**Atmosferin Genel Dolaşımı:** Dünya’da atmosferin genel dolaşımının (sirkülasyon) nedeni, yeryüzünün Güneş’ten gelen ısı enerjisinden eşit şekilde yararlanamamasıdır. Dünya’nın gelen ve kaybedilen toplam ısı enerjisi miktarı dik-kate alındığında bu iki enerji miktarının birbirine denk olduğu görülür. Ancak enlemlere göre enerji kazancı ve kaybına bakıldığında Ekvator bölgesinde net bir enerji fazlası, kutuplarda ise net bir enerji azlığı görülür. Bu dengesizlik yüzünden hem hava hem denizlerdeki akıntılar sıcak havayı ve sıcak deniz suyunu kutuplara doğru taşıırken bir taraftan da kutuplardaki soğuk hava ve soğuk deniz suyunu Ekvator’a doğru getirir.

Atmosferin genel dolaşımını anlayabilmek için günümüzde üç hücreli model kullanılmaktadır (Görsel 1.3.18). Üç hücreli modelde Dünya, birden fazla dönen hücreye bölünmüştür. Üçlü hücre modeli şöyle özetlenebilir: Atmosferin genel dolaşımını 0-30° enlemleri arasında **Hadley hücresi**, 30-60° enlemleri arasında **Ferrel hücresi** ve 60-90° enlemleri arasında **Kutup hücresi** sağlar. Ekvator’dan başlamak üzere her 30°lik enlem, bir hücre olarak kabul edilmiştir.



Görsel 1.3.18: Üçlü hücre modeline göre atmosferin genel dolaşımı, belli başlı hücreler, rüzgârlar, termik ve dinamik basınç merkezleri

Ekvator’da yakınsamayla bir araya gelen yer yüzeyindeki hava, sıcak ve nemlidir (Görsel 1.3.18). Burada hava yaklaşık 16 km’deki tropopoz’a kadar yükselir. Tropopoz’a kadar yükselen sıcak ve nemli hava burada soğur ve iraksamayla kuzeye ve güneye doğru hareket eder. Bu hareket, 0° enleminden 30° kuzey ve güney enlemine kadar uzanan Hadley hücrelerinin oluşumuna neden olur. Hadley hücrelerinin 30° enlemlerinde yukarı seviyedeki havası çok soğuk ve kurudur. Burada Ferrel hücrelerinin yukarı seviyedeki havası da çok soğuk ve kurudur. Böylece Hadley hücresi ve bitişindeki Ferrel hücrelerinin havası yakınsayıp birleşerek çökmeye başlar. 30° enlemleri civarında (diğer bir adıyla at enlemlerinde) havanın çökerek yığılması sonucu, yerde atmosferik basınç artar ve dinamik basınç merkezi olan yüksek basınç (H) kuşakları oluşur. Yüksek basınçlarda bulut ve yağış oluşmadığı için 30° enlemleri çok kurak ve çöldür. Benzer bir şekilde Ekvator’da ve 60° enlemlerinde hava, yerde yakınsayarak yükseldiği için yerde atmosferik basınç

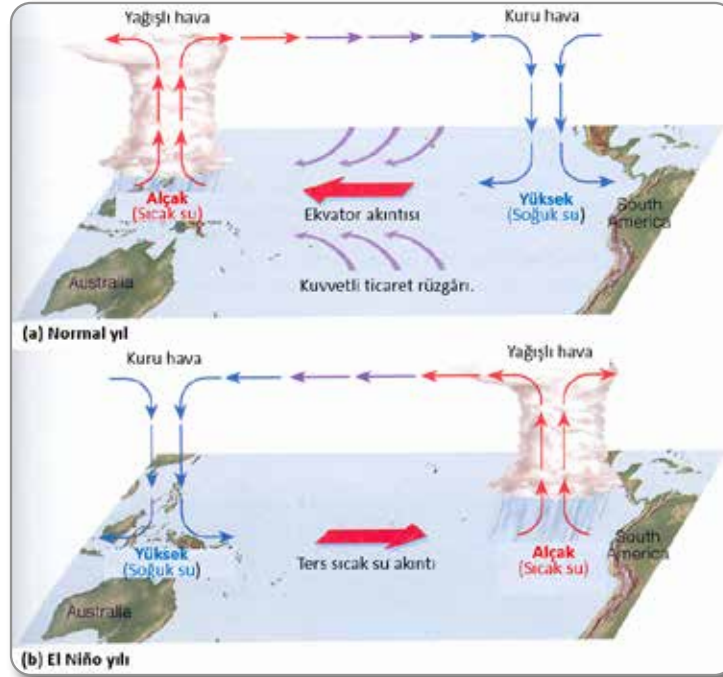
azalır. Dinamik alçak basınç (L) merkezleri ortaya çıkar. Alçak basınç kuşakları bulut ve yağış oluşumu için yükselen nemli havaya sahip olduğundan bu kuşaklar genellikle yağışlıdır.

Basınç gradyan kuvveti nedeniyle yüksek basınç kuşaklarından alçak basınç kuşaklarına doğru hava hareketleri vardır. Ancak havanın bu hareketi yani rüzgârların yönü Coriolis kuvveti yüzünden doğrusal değildir. Böylece W (batı), NE (kuzeydoğu), SE (güneydoğu) ve tekrar W yönünden küresel rüzgârlar oluşur (Görsel 1.3.18). Bu rüzgârlara **ticaret rüzgârları** veya **alizeler** adı verilir.

Kuzeyli ve güneyli ticaret rüzgârları Ekvator civarında dönencelerarası yakınsama kuşağı [İntertropikal konverjans zonu (ITCZ)] adında bir yakınsama (konverjans) bölgesinin oluşumuna neden olur. Böylece Ekvator'un 5° kuzey ve güney enlemleri arasında **doldurumlar** olarak adlandırılan zayıf rüzgârlar bölgesi oluşur. Alize rüzgârına dönüşmeyen 30° enlemi civarındaki havanın bir kısmı ise kutuplara doğru yönelir. Batılı rüzgârlar daha ılıman bir havayı kuzeye doğru taşıdıklarından kutuplardan gelen soğuk havayla karşılaşır. Her iki havanın sıcaklıkları birbirlerinden çok farklı olduğu için hemen karışmaz. Kutup ya da **kutupsal cephe** (polar front) olarak adlandırılan bir atmosferik cephe kuşağıyla birbirinden ayrılır.

Kutuplar üzerinde yer alan soğuk hava, bu bölgelerde termik yüksek basınç merkezlerinin oluşumuna neden olur. Aynı zamanda kutupsal cephelerden, nispeten daha sıcak ve alçak basınç alanı olan kutupaltı (subpolar) kuşağına doğru bir hava hareketi başlar. Kış aylarında kutupsal cepheler, arkasına aldığı kutupların soğuk havasıyla orta ve alttropikal (subtropik) enlemlere kadar iner. Atmosferin yukarı seviyelerinde kutuplara doğru sarkan bu kutup cephe havası, kutuplar üzerinde soğuyarak çöker ve kutup cepheye doğru yavaşça hareket eder. Bu döngüye de **kutup hücre** (polar cell) adı verilir.

**El Niño/La Niña:** Ekvator'dan Peru'nun güney kıyılarına doğru akan batı pasifik sıcak su akıntıları Humboldt soğuk su akıntısının yerini alır. Bu durum okyanus su yüzeyinin normalin üzerinde ısınmasına yol açar. Bu ısınma sonucunda ortaya çıkan etkilere **El Niño** denir (Görsel 1.3.19.b). El Niño (El Ninyo), 2 ila 7 yılda bir ortaya çıkar. Balıkçılığa büyük zarar verir. Kelime anlamıyla yerel halk tarafından genellikle Noel zamanında ortaya çıktığı için Hz. İsa'nın bebekliğine atıfta bulunan "özel çocuk" veya "o erkek çocuk" anlamında kullanılır. La Niña ise Pasifik Okyanusu'nun doğu ve tropikal enlemlerindeki su yüzey sıcaklıklarının soğuk, diğer bir deyişle su yüzey sıcaklıklarının mevsim normallerinin altında (su sıcaklıklarının normalinden daha soğuk) olduğu yıllardır. "Kız çocuğu" veya "kız kardeş" anlamına gelir.



**Görsel 1.3.19:** Pasifik Okyanusu'nda (a) normal ve (b) El Niño yıllarındaki su akıntıları, rüzgâr ve basınç sistemlerindeki değişimlerin bir karşılaştırılması



## ETKİNLİK

**At Enlemleri (Horse Latitudes):** Denizcilerin 30 derece kuzey ve güney enlemlerine neden “at enlemleri” adını verdiğini araştırınız.

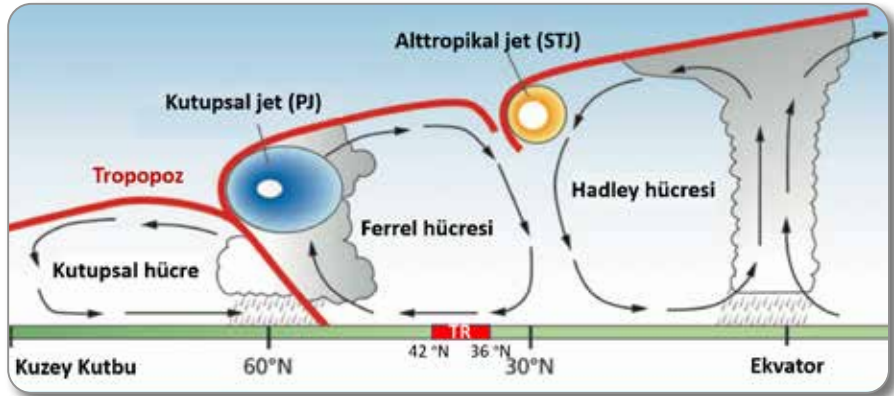
El Niño'nun görülmediği yıllarda Pasifik Okyanusu'nda doğudan batıya doğru esen ticaret rüzgârları hakimdir. Bu rüzgârlarla batı kıyılarında deniz yüzeyi sıcaklıklarının ve su derinliğinin artmasıyla Avustralya ve Endonezya gibi ülkelerde yağış artar. Peru ve Ekvator'un yer aldığı doğu kıyılarında deniz dibindeki soğuk suyun yukarıya yükselerek (upwelling) batıya hareket eden sıcak suyun yerini almasını sağlar (Görsel 1.3.19.a). İçerdiği mineraller nedeniyle balıklar için en uygun ortam olarak kabul edilen soğuk su, bölge ekonomisinin de belirleyicisi durumundadır.

El Niño yıllarında ise sıcak su akıntısının olduğu yerlerde gök gürültülü fırtınalar, okyanus üzerindeki sıcak ve nemli havayla beslenir. Hava ne kadar sıcaksa fırtınalar o derece şiddetlidir. El Niño yıllarında Pasifik'teki sıcak sular doğuya doğru yayıldıkça büyük fırtınalar da onunla birlikte hareket ederek yer değiştirir (Görsel 1.3.19.b). Bu durumda El Niño ve Güneyle Salınımlar (ENSO), Dünya atmosferindeki havanın genel dolaşımını da etkiler.

**Jet Akımları:** Jet rüzgârları, yukarı seviyelerde batıdan doğuya doğru esen ve sıcak hava kütleleri ile soğuk hava kütlelerini birbirinden ayıran büyük ve şiddetli rüzgâr sistemleridir (Görsel 1.3.20). Dünya'nın genellikle tropopoz katmanı civarında görülür. Dar bir parkur üzerindeki şeritler hâlinde 60 km/saatten daha hızlı esen rüzgârlar olarak tanımlanır.

Kutupsal jet (PJ) rüzgârları en güçlü olduğu kış aylarında güneye doğru sarkar. Kışın en soğuk zamanlarında şiddetli orta enlem fırtınalarına neden olur. Kutupsal jet rüzgârları yaz aylarında kuzeye yöneldiği için orta enlem fırtınaları, Avrupa ve Kanada'nın kuzey bölgelerinde daha etkili olur.

Jet akımları yerdeki fırtına sistemlerinin hareketini yönlendirme gücüne de sahiptir. Aynı zamanda jet akımları, kuzeydeki daha soğuk havayı güneydeki daha sıcak havadan da ayırır. Örneğin kuzeybatıdan Türkiye üzerine inen bir jet akımı, hava sıcaklığını düşürür. Diğer yandan, güneybatıdan bir yılan gibi kıvrılarak ülke üzerine yönelen jet akımları ise sıcak ve nemli havayı getirir.



Görsel 1.3.20: Atmosferin genel dolaşımında tropopoz, yükselen ve çöken hava kuşakları, kutupsal (PJ) ve altropikal (STJ) jet akımları ile birlikte Türkiye'nin (TR) pozisyonunun şematik gösterimi

## ETKİNLİK

**Türkiye'yi Etkileyen Genel Sirkülasyon Hücreleri:** Görsel 1.3.20'deki şemadan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

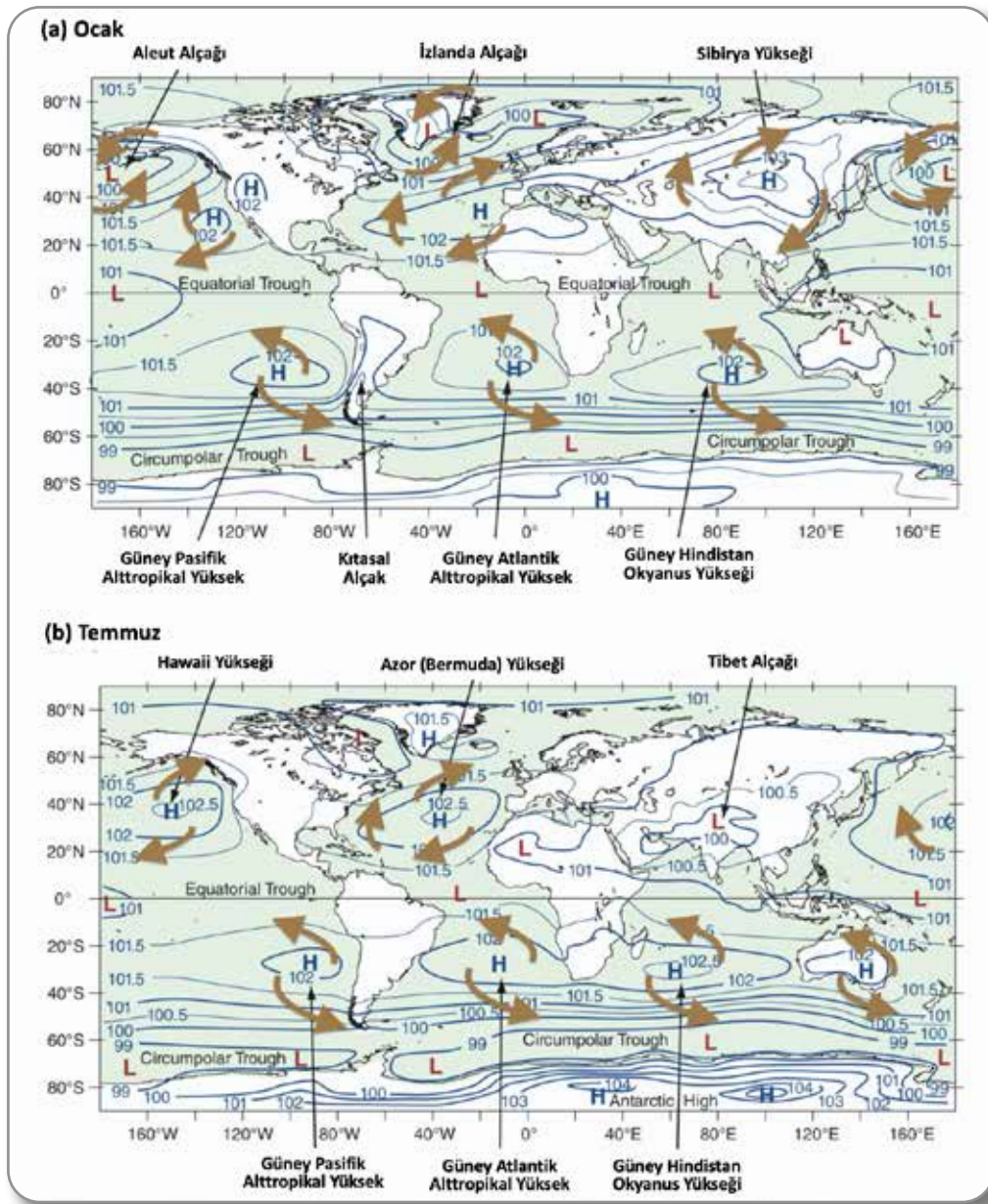
1. Türkiye genel olarak atmosferin hangi genel dolaşım hücresinin etkisindedir?
2. Türkiye'nin güneyinde yer alan 30°N enleminde hangi iklim türü vardır?
3. Türkiye'nin güneyinde 30°N enlemlerindeki iklim şartları, küresel iklim değişikliği nedeniyle kuzeye doğru ilerlediğinde ikliminde ne tür değişiklikler olabilir?



### 1.3.12. Ortalama Rüzgâr ve Basınç Dağılımı

Yeryüzündeki ortalama rüzgâr, basınç ve basınç merkezlerinin dağılımı görsel 1.3.21 a ve b'de verildiği gibidir. Gör-seller sırasıyla ocak (a) ve temmuz (b) aylarında, deniz seviyesindeki rüzgâr ve basınç dağılımını göstermektedir. Gör-sellerden de görüldüğü gibi bazı sistemler yıl boyu çok az bir değişime uğramaktadır. Bu tür alçak ve yüksekler **yarı daimî alçaklar** ve **yüksekler** olarak adlandırılır.

Görsel 1.3.21 a'da kışın ocak ayında, Kuzey Yarım Küre'de üç yarı daimî basınç sistemi dikkat çekmektedir. Bunlar **Sibiryaya Yüksekliği**, **İzlanda Alçağı** ve Türkiye'ye çok uzak olan **Aleut (Alösyen) Alçağı**'dir. **Azor (Bermuda) Yüksek Basınç Merkezi** ise Atlantik Okyanusu'nda zayıf bir şekilde yer alır. Bunlara karşın Güney Yarım Küre'de ve Güney Amerika'da kıtasal alçak basınç merkezi bulunur. Benzer bir şekilde alttropiklerde de Güney Hint Okyanusu yüksek basınç merkezi yer alır. Ayrıca Güney Pasifik, Güney Atlantik olmak üzere üç adet alttropikal antisiklon bulunmaktadır. Bu sistemler etrafında yüzey rüzgârları antisiklonik olarak estiği için ticaret rüzgârları güneye, hâkim batılı rüzgârlar ise kuzeye doğru eser. Güney Yarım Küre'de karaların az olması nedeniyle kara ve su arasındaki sıcaklık farkı daha azdır. Bu nedenle bu yarım kürede daha çok alttropikal yüksekler gelişir.



Görsel 1.3.21: Yeryüzünde belli başlı ortalama rüzgâr ve basınç merkezlerinin (a) ocak ve (b) temmuz aylarındaki dağılımı



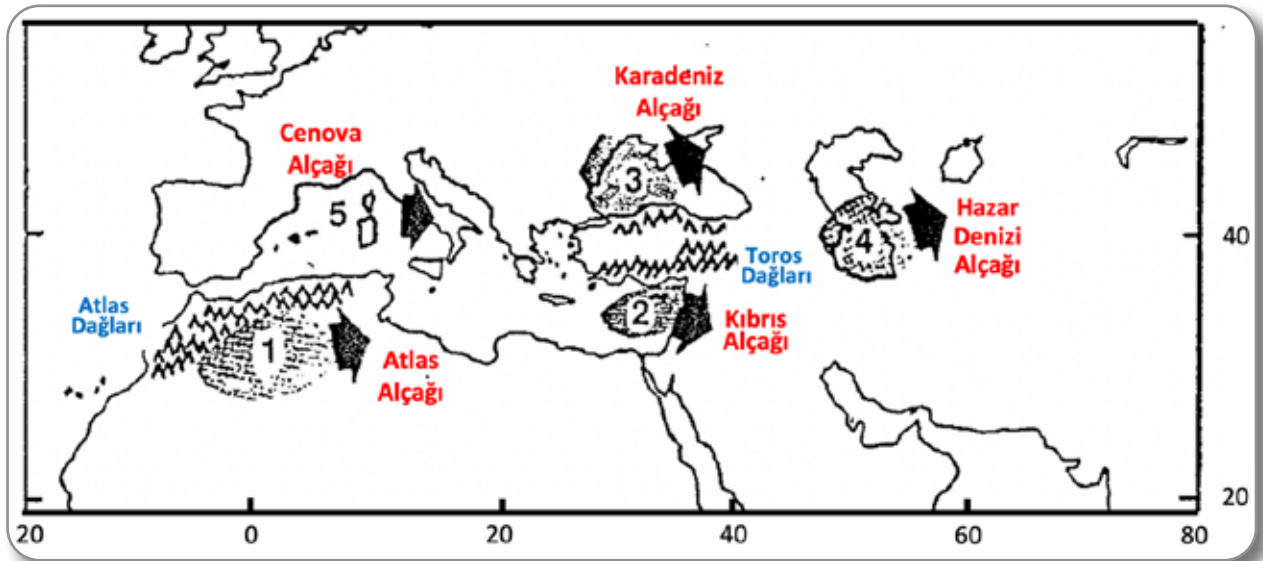


Kutup cephenin normal olarak bulunduğu enlemlerde iki yarı daimî alt kutupsal alçak dikkat çekmektedir. Bunlar, Kuzey Atlantik'te İzlanda ve Grönland'ı kapsayan bölge üzerindeki İzlanda Alçağı ile Kuzey Pasifik'teki Aleut adaları üzerinde konumlanmış olan **Aleut Alçağı**'dır. Bu siklonik aktivite bölgesi, kışın doğuya doğru hareket eden çok sayıda fırtına oluşumuyla tanınır.

Ocak ve temmuz aylarına ait haritalar karşılaştırıldığında yarı daimî basınç sistemlerinde bazı değişikliklerin olduğu görülür. Örneğin Kuzey Yarım Küre'de ocak ayında iyi gelişmiş olan alt kutupsal alçaklar, temmuz ayında iyice zayıflar. Buna karşın alttropikal yüksekler her iki mevsimde de kuvvetlidir (Görsel 1.3.21.a, b).

Diğer bir deyişle yaz mevsiminde kara ısınır ve soğuk, sıg yüksek basınç alanları ortadan kalkar. Bazı bölgelerde yüzeydeki alçak basınç alanları, yüksek basınç alanlarının yerini alır (Görsel 1.3.21.b). Bu şekilde **Tibet Alçağı** gibi oluşmuş alçaklar, **termal alçaklar** olarak adlandırılır. Hindistan civarındaki bu termal alçağın ters oluşunun İran Platosu ve Basra Körfezi üzerinden Türkiye'ye kadar ulaştığı görülür (Görsel 1.3.21.b). Buna **Basra Oluğu** denir ve yazın musonla beraber bu termal alçak şiddetlendiği zaman, Türkiye'nin doğu ve güney doğusunda çok sıcak bir hava hâkim olur. Yazın **Azor (Bermuda) Yüksek Basınç Merkezi** daha güçlü bir şekilde Atlantik Okyanusu'nda yer alır. Saat ibresi yönündeki rüzgâr akışı, Akdeniz Bölgesi'ne gelmekte olan yağışlı sistemleri batıdan kuzeydoğuya yönlendirerek **blokaj** görevi görür.

Bazı topoğrafik ve sinoptik şartlar da yerel olarak siklonların doğuş alanlarını ve hareketlerini belirler. Türkiye'yi etkileyen hava şartları daha çok cephesel geçişler tarafından kontrol edilir. Bununla birlikte Türkiye'yi etkileyen siklonların birçoğu var olan cephelerin üzerinde, bir kısmı da görsel 1.3.22'de gösterilen bölgelerde doğar. Türkiye'yi etkileyen belli başlı beş adet yerel **siklojenez** (siklonların doğma ve gelişme) alanı vardır. Bunların oluşum bölgeleri ve hareket yönleri görsel 1.3.22'de gösterilmiştir.



**Görsel 1.3.22:** Türkiye'nin yakın çevresindeki siklojenez bölgeleri: Atlas Alçağı (1), Kıbrıs Alçağı (2), Karadeniz Alçağı (3), Hazar Denizi Alçağı (4) ve Cenova Alçağı (5) (Walters vb., 1991 ve Vojtesak vb., 1991)

Görsel 1.3.22'de gösterilen bölgesel siklojenez alanlarının temel özellikleri şöyledir.

**Atlas Alçağı:** Marttan nisan ayına ve ekim ayından aralık ayına kadar Cezayir'in kuzeyinde Atlas Dağları'nın güneyinde bulunur. Bu alçak basınç merkezi genellikle İspanya üzerindeki orta ve yukarı seviye oluşu NE-SW yönünde, yer yüzündeki zayıf bir alçak veya yavaş hareket eden soğuk cephe üzerinde bulunduğu oluşur.

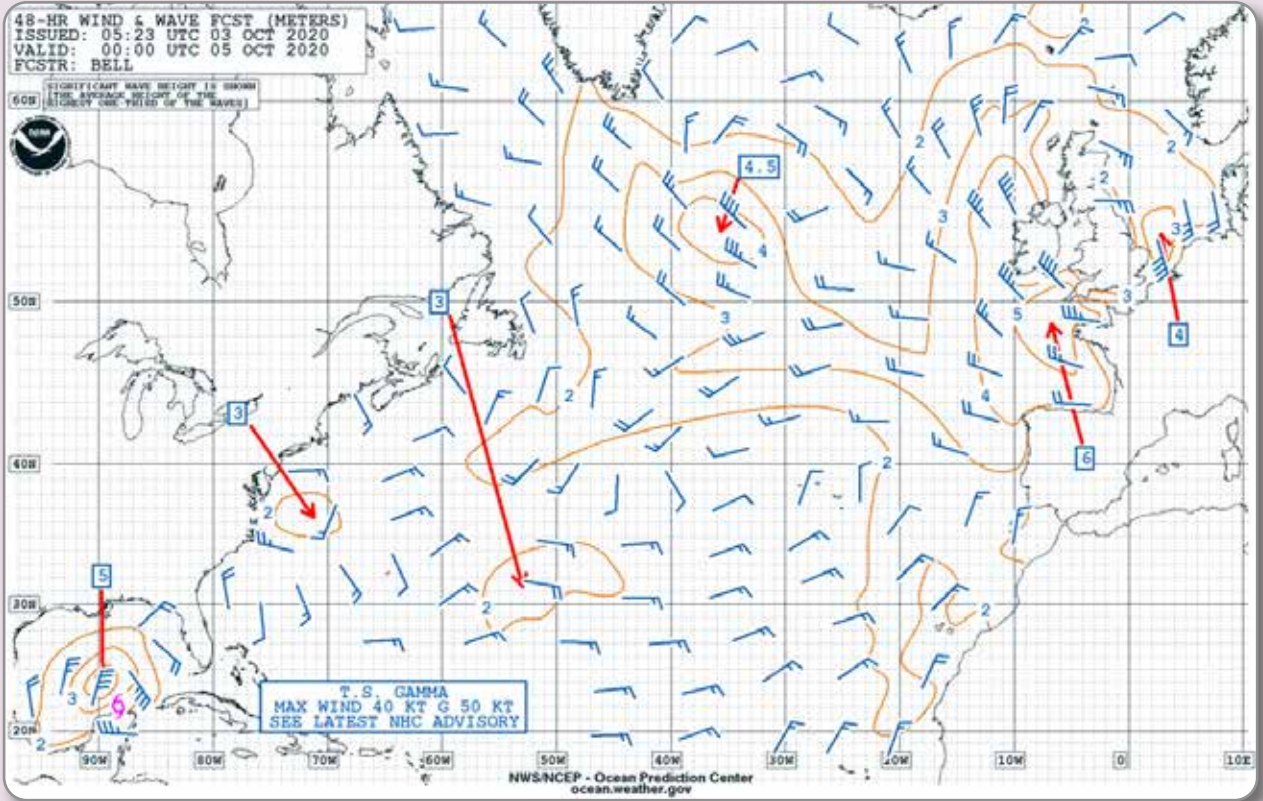
**Kıbrıs Alçağı:** Sürekli göç eden bu alçak basınç merkezi; aralık ayından marta kadar Doğu Sahra, Kızıldeniz'in ortası ve Arabistan Çölü'nün kuzeyinde şiddetli gök gürültülü fırtınalara neden olur. Kıbrıs Alçağı'nın oluşumuna iki faktör

katkıda bulunur. Birincisi, Ege Denizi'nin üzerinden Doğu Akdeniz'in sıcak suları üzerine gerçekleşen kuzeybatılı aşağı seviye akışıdır. İkincisi ise soğuk, yavaş hareket eden (orta ve yukarı seviye) kutup oluklarının neden olduğu yukarı seviyedeki kararsızlıktır.

**Karadeniz Alçağı:** Bu alçak basınç merkezi yıl boyunca oluşabilir de nisandan ekim ayına kadar tipik bir ikincil alçak olarak görülür. Bu dönem boyunca birincil yüzey siklonları Orta ve Kuzey Avrupa'yı geçer fakat derin orta enlem oluşu seyrek olarak güneye -Karadeniz üzerine- sarkar. Karadeniz'in kuzey kıyıları kışın donar fakat güneyde kalan bölüm buzlanmaz. Sıcak su yüzeyi sık sık siklojeneze neden olur.

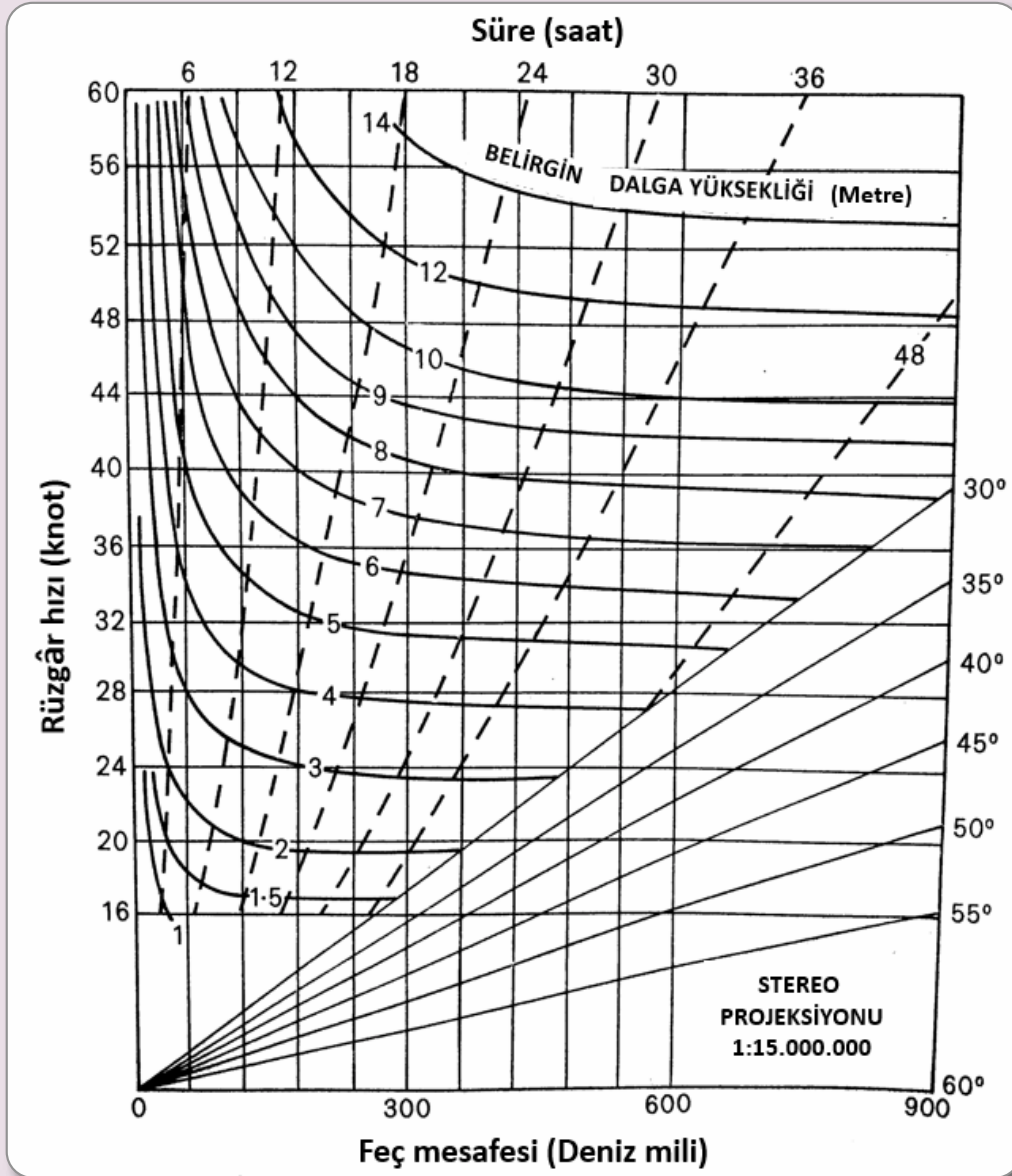
### ETKİNLİK

**Rüzgâr ve Dalga İlişkisi:** Dalgalar geminin pervane itişini azaltır ve dümen düzeltmelerinin etkisini kırarak geminin sürüklenmesine neden olur. Gemi hızıyla dalga yönü ve yüksekliği arasındaki ilişki, rüzgâr etkisiyle benzerdir. Kafadan alınan dalgalar gemi hızını düşürür. Kıçtan alınan dalgalar gemiyi belli bir noktaya kadar hızlandırır. Ağır deniz şartlarında geminin idaresi ve konforu için uygun hızın belirlenmesi zordur. Gemiler için deniz şartları ve ölü dalgaların etkisi rüzgâra oranla daha büyük olsa da rota hesaplanırken ikisini birbirinden ayırmak zordur. Aşağıda örnek olarak Atlantik Okyanusu için bir rüzgâr ve dalga yüksekliği tahmin haritası verilmiştir (Görsel 1.3.23).



Görsel 1.3.23: NWS/NCEP Okyanus Tahmin Merkezi tarafından yayımlanan rüzgâr ve dalga tahmin haritası

Rüzgâr ve dalga yüksekliği tahmin haritasıyla beraber açık denizde bulunulan noktadaki rüzgâr ve feç mesafesine bakılarak belirgin dalga yüksekliği yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bunun için geliştirilen pek çok diyagramdan biri olan Dorrestein (Doreştayn) diyagramı görsel 1.3.24'te verilmiştir.



Görsel 1.3.24: Feç mesafesi, rüzgâr hızından ve rüzgârın esme süresinden yararlanarak belirgin dalga yüksekliğini belirlemek için kullanılan Dorrestein diyagramı örneği

Bu etkinlikte örneğin denizde gözlenen rüzgâr hızının 30 knot olduğu varsayalım. Görsel 1.3.24'teki diyagramın sağ düşey kolonunda 30 knotı bulup sola doğru gidilerek belirgin dalga yükseklik eğrisini kesiniz. Eğriyi kestiğiniz yerde 30 knotluk rüzgârın (en yüksek feç ve en yüksek rüzgâr esme süresinden bağımsız olarak) neden olabileceği en büyük belirgin dalga yüksekliğinin 4,9 m olacağı görülür. Bu açıklamalara göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Rüzgâr esme süresi hâlâ en yüksek kabul edilip feç uzaklığı 240 deniz mili olarak alınırsa 30 knota karşılık gelen en yüksek belirgin dalga yüksekliği kaç metreye düşer?
2. Rüzgâr esme süresi 12 saat ve feç uzaklığı 240 deniz mili olarak alınırsa 30 knota karşılık gelen en yüksek belirgin dalga yüksekliği kaç metre olur?
3. Dorrestein diyagramına bakarak dalga yüksekliği üzerinde rüzgâr hızı, feç uzaklığı ve süre parametrelerinden hangisi daha etkilidir? Örnekteki 5 metre civarındaki belirgin dalga yüksekliğinin artması ya da azalmasında en önemli parametre ne olur?

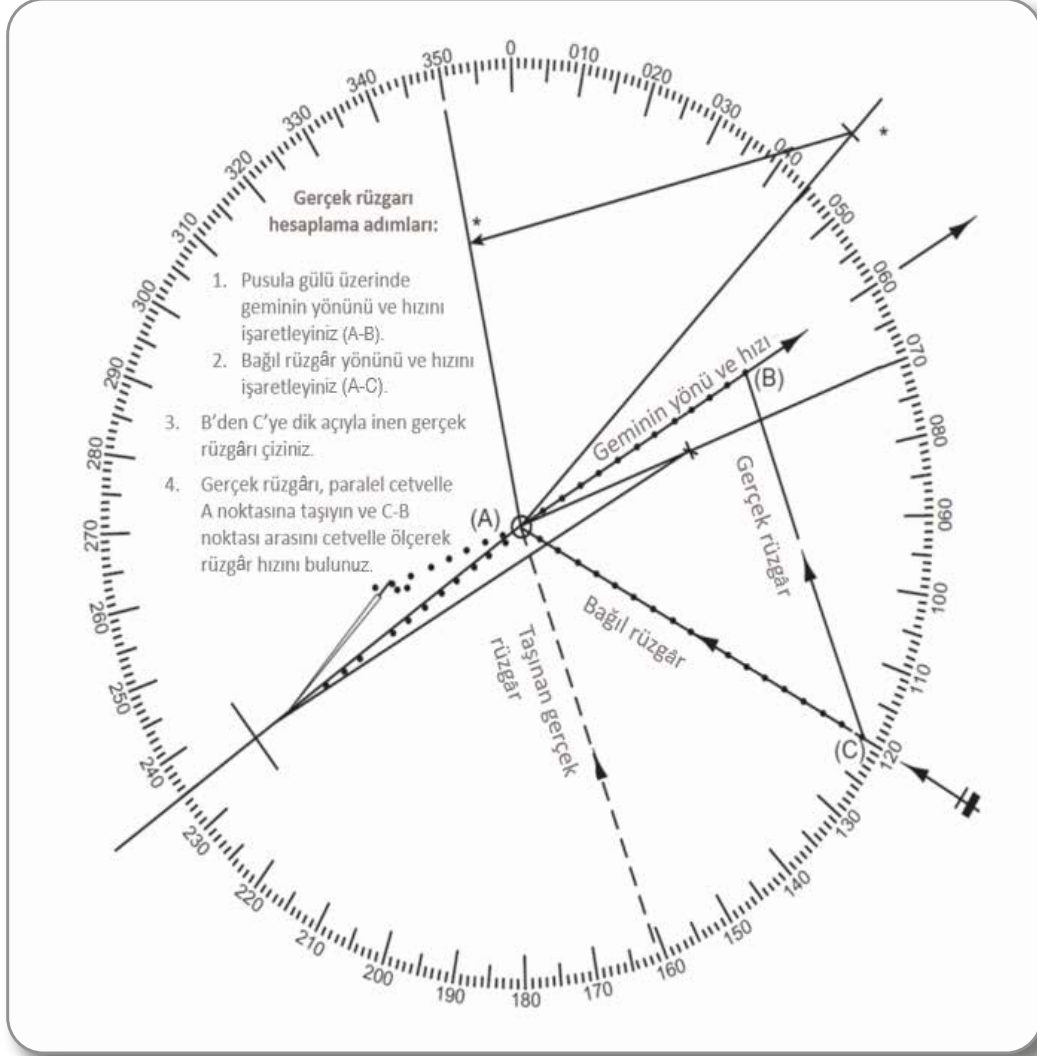
## UYGULAMA 1.3.1

### PUSULA GÜLÜ ÜZERİNDE GERÇEK RÜZGÂRI HESAPLAMA



KOD=24342

60 derece yönüne doğru 12 knot hızla yol alan bir gemide bağıl rüzgârın 120 dereceden ve 18 knot hızla estiği varsayalım. Bu verilere göre pusula gülü kullanılarak gerçek rüzgârın hesaplanması görsel 1.3.25'te gösterilmiştir.



Görsel 1.3.25: Pusula gülü kullanarak bağıl ve gerçek rüzgârın hesaplanması (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.3.25 incelendiğinde öncelikle gemi rüzgârının yön ve hızını pusula gülüne çiziniz (Geminin oluştu- racağı rüzgâr; gemi yön ve hız vektörünün tersi alınarak bulunur.).
<input type="checkbox"/>	Gemi seyir hâlindeyken ölçülen (bağıl) rüzgârın yön ve hızını pusula gülüne çiziniz.
<input type="checkbox"/>	Gemi rüzgârının yön ve hızını gösteren vektör ile bağıl rüzgâr yön ve hızını gösteren vektörü uç uca ek- leyiniz. Daha sonra bağıl rüzgâr vektörünün başlangıç noktasıyla gemi rüzgârı vektörünün bitiş noktası birleştiren vektörü (gerçek rüzgârın yön ve hızını gösteren vektör) çiziniz.
<input type="checkbox"/>	Gerçek rüzgârın yön ve hızını gösteren vektörü pusula gülü üzerine taşıyınız.
<input type="checkbox"/>	Pusula gülü üzerine taşınan gerçek rüzgârın yön ve hızını ölçünüz.



Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

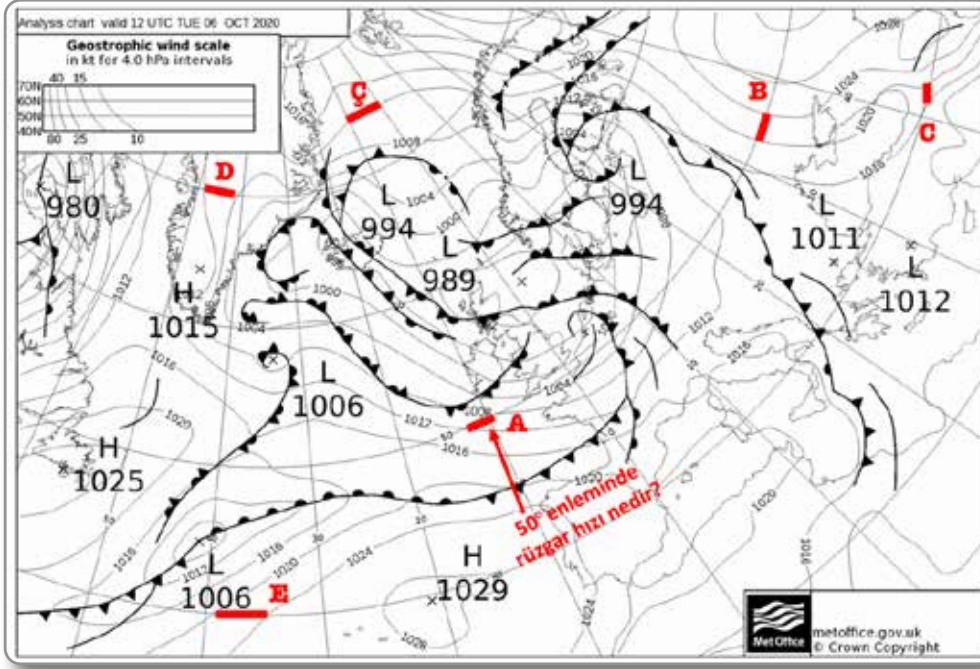
Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Gemi rüzgârının yön ve hızını pusula gülüne çizer.				
2.	Bağıl rüzgârın yön ve hızını pusula gülüne çizer.				
3.	Gerçek rüzgârın yön ve hızını pusula gülüne çizer.				
4.	Gerçek rüzgârın yön ve hızını pusula gülü merkezine taşıyarak yön ve hızını hesaplar.				
5.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.3.2

### JEOSTROFİK RÜZGÂR ÖLÇEĞİNİ KULLANARAK YAKLAŞIK RÜZGÂR HIZINI TESPİT ETME

Yer kartlarının köşesinde jeostrofik rüzgâr ölçeği (geostrophic wind scale) yer alır. Bu ölçekten yararlanılarak istenen yerdeki izobarlar arasında esen rüzgârın hızı yaklaşık olarak belirlenebilir.



Görsel 1.3.26: Sinoptik yer analiz kartı

İşlem Basamakları	
Görsel 1.3.26'da verilen yer kartı analizinden yararlanıp jeostrofik rüzgâr ölçeğini kullanarak;	
<input type="checkbox"/>	A'dan F'ye kadar işaretlenmiş noktadaki rüzgârın hızını, yaklaşık olarak hesaplayınız.
<input type="checkbox"/>	En yüksek rüzgâr hızının hangi noktada olduğunu belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	En düşük rüzgâr hızının hangi noktada olduğunu belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	En yüksek ve en düşük rüzgâr hızının bulunduğu noktalar arasındaki rüzgâr hızlarındaki farkın nedenlerini belirleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

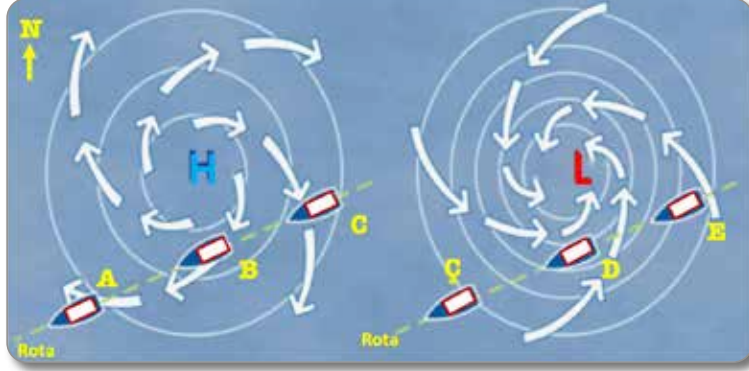
Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	A'dan F'ye kadar işaretlenmiş noktadaki rüzgârın hızını hesaplar.				
2.	Rüzgâr hızının en yüksek olduğu noktayı tespit eder.				
3.	Rüzgâr hızının en düşük olduğu noktayı tespit eder.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.

### UYGULAMA 1.3.3

#### ALÇAK VE YÜKSEK BASINÇ MERKEZLERİNDE RÜZGÂRLAR DURUMLARI

Kuzey Yarım Küre'de yer alan antisyklon ve siklon üzerinde bir geminin üçer farklı konumu görsel 1.3.27'de gösterilerek harflerle işaretlenmiştir.



Görsel 1.3.27: Kuzey Yarım Küre'de yer alan bir antisyklon ve siklon üzerinde bir geminin üçer farklı konumu

İşlem Basamakları	
Bu haritayı kullanarak (Görsel 1.3.27);	
<input type="checkbox"/>	Yüksek basınç merkezi etrafındaki A'dan C'ye olan noktalardaki oklarla gösterilen gerçek rüzgâr yönlerini tek tek N ve SE gibi harf olarak belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Yüksek basınç merkezi etrafındaki A'dan C'ye olan noktalardaki gemi hızının sabit olduğunu varsayınız. Geminin çizdiği rotaya göre ve rüzgâr yönlerine uyumlu olarak bağıl rüzgâr hızının en yüksek ve en düşük olduğu noktaları belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Alçak basınç merkezi etrafındaki Ç'den E'ye olan noktalardaki oklarla gösterilen gerçek rüzgâr yönlerini tek tek N ve SE gibi harf olarak belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Alçak basınç merkezi etrafındaki Ç'den E'ye olan noktalarda gemi hızının sabit olduğunu varsayarak geminin çizdiği rotaya göre ve rüzgâr yönlerine uyumlu olarak bağıl rüzgâr hızının en yüksek ve en düşük olduğu noktaları belirleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Görsel 1.3.27 üzerinde verilen A ve C noktaları üzerindeki gerçek rüzgâr yönlerini belirler.				
2. Gemi hızının sabit olduğu düşünülerek görsel 1.3.27 üzerinde verilen A ve C noktaları üzerindeki bağıl rüzgâr hızının en yüksek ve düşük olduğu noktaları tespit eder.				
3. Görsel 1.3.27 üzerinde verilen Ç ve E noktaları üzerindeki gerçek rüzgâr yönlerini belirler.				
4. Gemi hızının sabit olduğu düşünülerek görsel 1.3.27 üzerinde verilen Ç ve E noktaları üzerindeki bağıl rüzgâr hızının en yüksek ve düşük olduğu noktaları tespit eder.				
5. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## 1.4. ATMOSFERİK CEPHELER

### 1.4.1. Hava Kütleleri

Yatay bir doğrultu boyunca binlerce kilometre devam eden, sıcaklık ve nem gibi özellikleri homojen olan büyük hava parçasına **hava kütlesi** (air mass) denir.

Hava kütleleri barındırdığı havanın özelliğini oluşturduğu bölgeden alır. Bir hava kütesinin homojen olabilmesi için öncelikle oluşturduğu bölgede şiddetli rüzgârlar bulunmamalıdır. Oluşum alanları geniş, düz ve benzer özellikte olmalıdır. Bu tanımlamaya göre yaz aylarında dönencealtı (subtropik) okyanuslar ve çöller, kış aylarında kar ve buzla kaplı kutup bölgeleri ideal oluşum bölgeleridir. Orta enlemler yeryüzü şekilleri, sıcaklık ve nem özellikleri bakımından çok değişkendir. Hava kütlesi oluşturma özelliğine sahip değildir.

**Hava Kütlelerinin Sınıflandırılması:** Hava kütlelerini sınıflandırırken coğrafik oluşum bölgesi veya kara (c) ve su (m) (yani kıta içi ve deniz) üzerinde hangi bölgeden kaynaklandığı esas alınır. Hava kütleleri bir bölgeyi etkileyen “genel meteorolojik şartlar” denen iklim özelliklerini anlamak için kullanılır. Gündelik hava tahmininde yağış durumu, günün en düşük ve en yüksek sıcaklık miktarları hakkında herhangi bir şey vermez. Coğrafik ve sıcaklık özelliklerine göre hazırlanan sınıflandırma ve tipik özellikleri tablo 1.4.1’de verilmiştir.

Tablo 1.4.1: Hava Kütlelerinin Sınıflandırılması ve Tipik Özellikleri

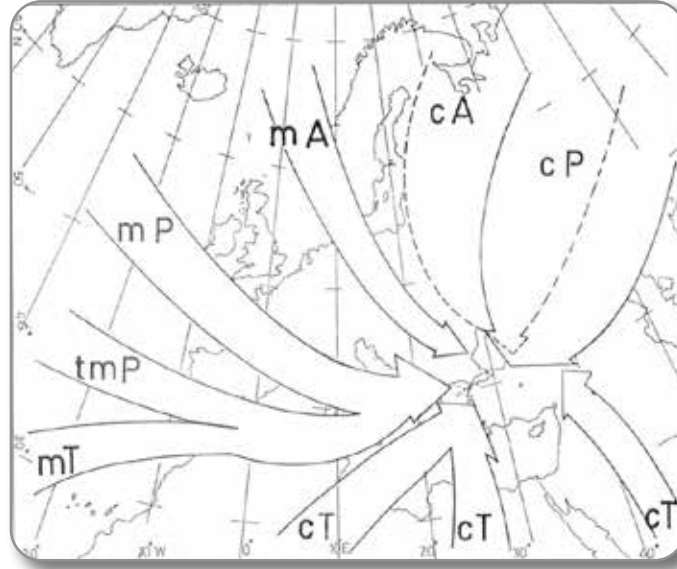
	Karasal Tropikal (cT)		Karasal Polar (cP)		Denizsel Tropikal (mT)	Denizsel Polar (mP)	Denizsel Arktik (mA)
	Yaz	Kış	Deniz Üzerinde Uzun Yol Alan	Deniz Üzerinde Kısa Yol Alan			
<b>Sıcaklık</b>	Sıcak ya da çok sıcak	Orta	Soğuk	Çok soğuk	Deniz suyu sıcaklığına yakın	Daha soğuk	Soğuk (mP’den soğuk)
<b>Nem</b>	Nispeten kuru	Oldukça nemli	Aşağı seviyelerde nemli	Çok kuru	Çok nemli	Nemli	Nemli ama mP kadar değil
<b>Kararlılık</b>	Genellikle kararlı	Kararlı	Kararsız	Kararlı	Yukarıda kararlı	Kararsız	Kararsız
<b>Hava</b>	Açık, nadiren gök gürültülü sağanak	Açık	Yağmur veya kar sağanağı	Açık	Aşağı seviye bulutu, çisenti	Değişken bulutlulu, sağanaklar	Sağanaklar (daha çok kıyıda)
<b>Görüş</b>	Orta ya da kötü	Orta ya da kötü	İyi	Orta ya da kötü	Bazen kıyıda sis yüzünden kötü	İyi	Çok iyi

Bu yaklaşıma göre hava kütleleri kaynak bölgelerine göre dört sınıfta incelenir. Kutupsal (polar) enlemlerden kaynaklanan hava kütleleri **P**, sıcak tropikal enlemlerden kaynaklanan hava kütleleri ise **T** harfiyle gösterilir. Eğer kaynak bölgesi kara ise hava kütlesi kuru olacaktır. Böyle bir hava kütlesi **P** veya **T** harfinden önce gelen **c** (karasal/kontinental) harfiyle gösterilir. Eğer hava kütlesi okyanus üzerinde oluşmuşsa en azından aşağı tabakalarda nemli bir karaktere sahiptir. Böyle bir hava kütlesi de **P** veya **T** harfinden önce gelen **m** (denizsel/maritim) harfiyle gösterilir. Yer-hava haritalarında kara üzerinde gelişmiş olan hava **karasal polar hava** (cP), su üzerinde gelişmiş olan tropikal hava **denizsel tropikal** (mT) şeklinde gösterilir (Tablo 1.4.1). Böylece Akdeniz havzasında biri **karasal tropikal** (cT), diğeri ise **denizsel tropikal** (mT) olmak üzere iki tip tropikal hava kütlesi ayırt edilir (Görsel 1.4.1). Kışın daha soğuk olan **denizsel polar**



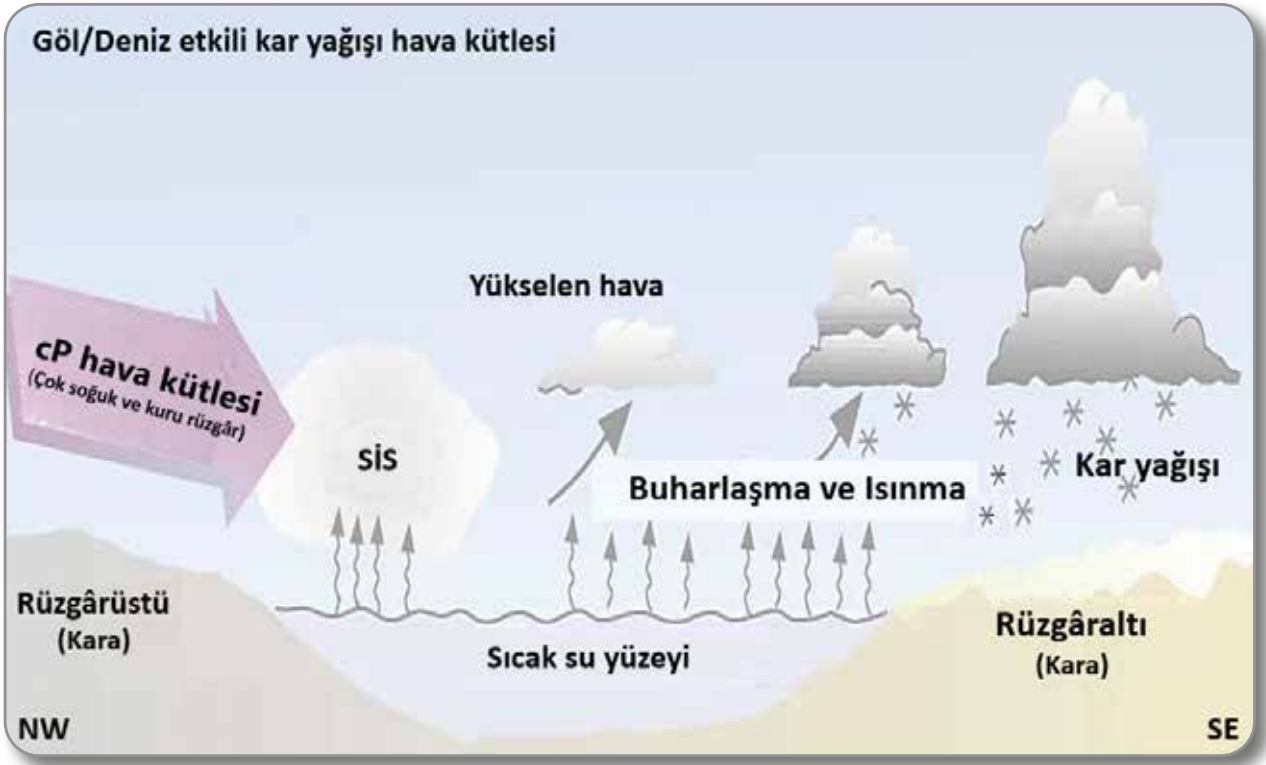


(mP) hava kütlesi **denizsel arktik** (mA) ve **karasal polar** (cP) hava kütlesi ise **karasal arktik** (cA) ile gösterilir. Ancak arktik hava kütesinin daha sıcak bir bölge üzerinden geçmesi durumunda polar hava kütesinden ayırt edilmesi zordur.



Görsel 1.4.1: Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (Kadioğlu, 1998)

Kutiplardan gelen karasal kutup havası (cP) Ukrayna'nın güneyinden Karadeniz'e girerek Karadeniz üzerinden Türkiye'ye ulaşır. Böylece örneğin İstanbul'un günlerce şiddetli kar yağışı altında kalması, çok sık olmasa da arada yaşanan bir olaydır. Çok soğuk ve kuru olan cP hava kütlesi Karadeniz'in nispeten sıcak olan yüzeyi üzerinden geçerken alttan hem ısınır hem de nem kazanır. Diğer bir deyişle cP, artık orijinal kaynağında olduğu kadar kuru ve soğuk değildir; değişime uğramıştır. Karadeniz'in üzerinde yeterince nem kazanıp ısınması sonucu yükselen hava, kıyıya ulaştığında kuvvetli bir kar yağışına neden olabilmektedir (Görsel 1.4.2). Bu şiddetli kar yağışı, kıyılarda limanlara denk gelmesi durumunda sıkıntı oluşturur.



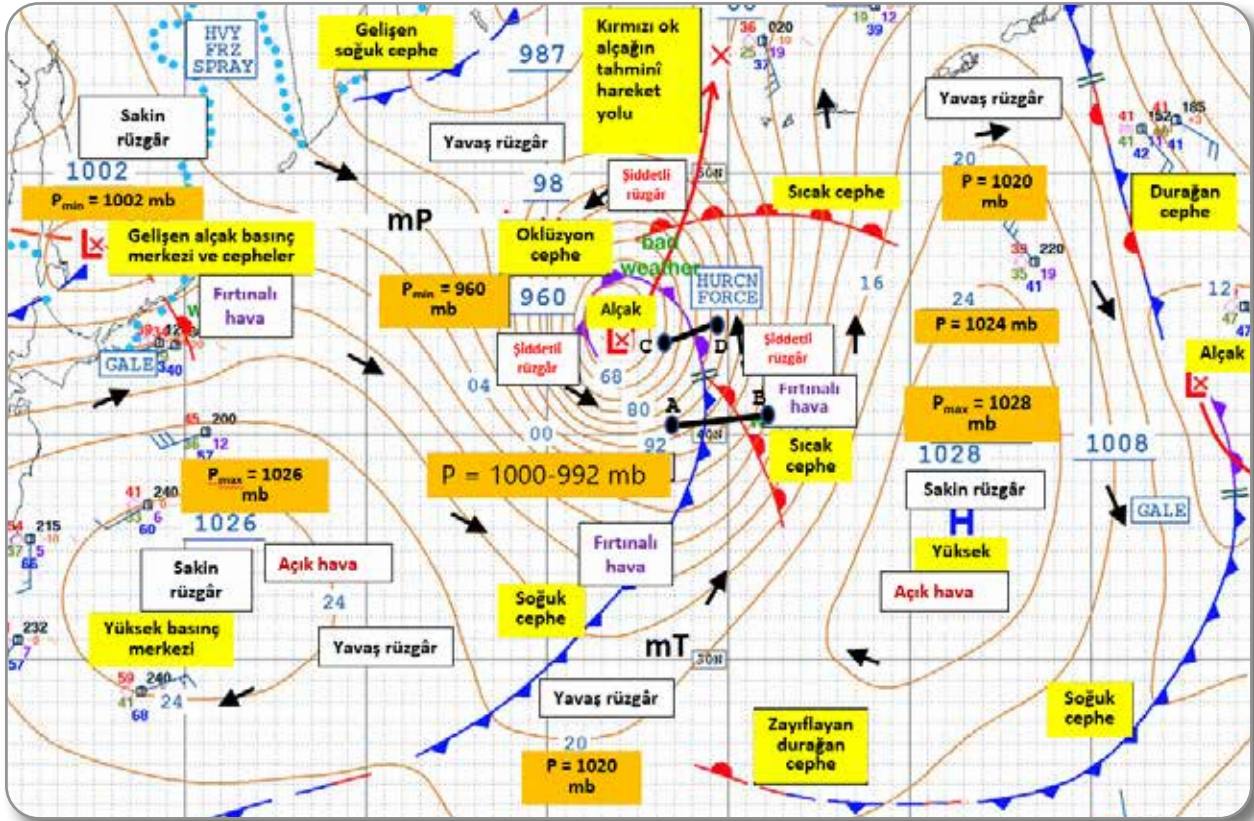
Görsel 1.4.2: Göl ya da deniz etkili kar yağışın şematik gösterimi

### 1.4.2. Atmosferik Cepheler

Bir hava kütlesi ne kadar büyük olursa olsun mutlaka başka bir hava kütlesiyle temas hâlinindedir. Birbirinden farklı sıcaklık, nem ve yoğunluğa sahip iki hava kütlesi arasındaki geçiş bölgesine **atmosferik cephe** (atmospheric front) adı verilir (Görsel 1.4.3).

Siklonlara (alçak basınç merkezi) bağlı olarak hareket eden cephe sistemleri, görsel 1.4.4'teki gibi yürüyen bir kişinin bacakları şeklinde düşünülebilir. Adım atar gibi ileride olan bacak genellikle sıcak cephe, arkadaki ise soğuk cephedir. Sıcak cephenin arkasında ve soğuk cephenin önünde kalan yani adım aralığındaki bölge (sıcak ve nemli olan havanın bulunduğu bölge) **sıcak sektör** (warm sector) olarak adlandırılır. Bu bölgede soğuk cephenin önünde lodostan (Türkiye'de adlandırıldığı şekilde) esen rüzgârdan dolayı hava önce ısınır, sonra soğuk cephe gelip geçince de hızla soğur. Soğuk cepheyle gelen yağıştan sonra rüzgâr da genellikle kara yele döner ve hava basıncının artmasıyla birlikte hava açarak ayaz/don/sis yapar.

Bazen bir siklonun dağılması, yeni bir siklonun doğumuna neden olarak birbirini takip eden siklonların oluşması sonucunu doğurabilir. Birbirini takip eden bu siklonlara **siklon ailesi** adı verilir. Görsel 1.4.3'te basitleştirilmiş bir meteoroloji haritasında karşılaşılan dört farklı cephe tipi ve onlara bağlı olarak hava kütlelerinin dağılımıyla birlikte sinoptik yer kartlarındaki adları ve sembolleri gösterilmiştir.



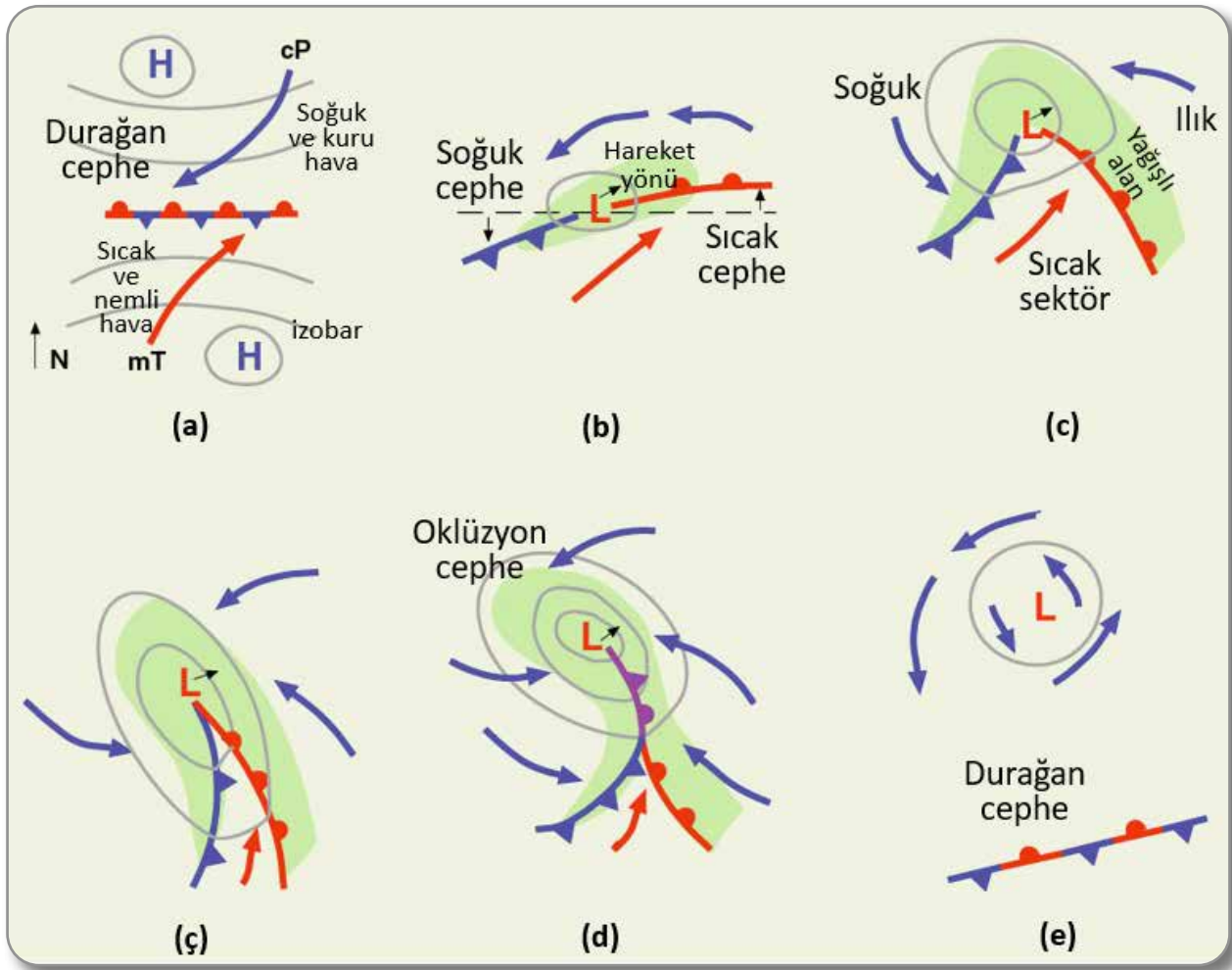
Görsel 1.4.3: Pasifik Okyanusu'na ait basitleştirilmiş bir meteoroloji yer haritasında karşılaşılan farklı hava olayları ve onların gösteriminde kullanılan standart semboller ve kısaltmalar

Cepheler alçak basınç merkezleri etrafında yer alır ve tipine göre sinoptik yer kartlarında çok farklı sembollerle gösterilir (Görsel 1.4.3).

Kutupsal cepheler soğuktur ve sıcak orta enlem hava kütlelerinin kutuplara doğru hareketini engeller. Diğer bir ifadeyle yukarı yönlü sıcak orta enlem havası ve aşağı yönlü soğuk kutup havası karşılaşır. Karşılaşma bölgesi boyunca du-



**rağan cephe** (stationary front) olarak adlandırılabilir nispeten kararlı bir oluşum meydana getirir (Görsel 1.4.4.a).



Görsel 1.4.4: Norveç siklonik cephe modeline göre bir orta enlem siklonunun (a) oluşumu, (b-d) gelişme aşamaları ve (e) dağılmasıyla birlikte farklı cephe tipleri ve yer kartı üzerinde gösterilmesinde kullanılan semboller

Bu hattın kuzeyinde yüksek basınç, güneyinde ise alçak basınç alanları söz konusudur. Ancak bu havalar zıt yönlü hareket eder. Sıcak hava kuzeydoğu yönlükken soğuk hava güneybatı yönlü hareket eder (Görsel 1.4.4.b). İki hava kütlesi arasında oluşan bölge alçak basınç sisteminin etkisiyle bir taraftan kuzeye doğru yükselirken bir taraftan da yüksek basınç sisteminin etkisiyle güneye doğru ilerler. Böylece alçak ve yüksek basınç merkezleri arasında ters **v** harfini andıran **sıcak sektör** olarak adlandırılan bir bölge oluşur (Görsel 1.4.4.c). Zamanla alçak basınç merkezinde basıncın iyice düşmesine neden olan bu süreç sonunda Kuzey Yarım Küre'de de yönü saat ibresinin tersine siklonik bir rüzgâr oluşmaya başlar. Oluşan rüzgâr düz esmez ve dalga formunda hareket ettiği için **cephesel dalga** (frontal wave) adını alır. Cephesel dalganın hızı gittikçe artarak bir siklona dönüşür. Böylece **orta enlem siklonu** adı verilen sistem 12-24 saat aralığında oluşur ve tam olarak olgunlaşır. Sıcak sektörün kuzeydoğusunda yer alan sıcak cephe, geniş bir alanda nispeten hafif yağışa neden olur. Sıcak sektörün kuzeybatısında yer alan soğuk cephe ise dar bir alanda fırtınayla birlikte şiddetli yağışa neden olur. İki cephe arasında kalan sıcak sektörde hava parçalı bulutlu ve kararsızdır.

Siklon doğuya veya kuzey doğuya doğru hareket etmeye başlar. Soğuk cephedeki hava, sıcak cepheye daha hızlı olduğu için soğuk cephe zamanla sıcak cepheyi yakalayarak ortada üçüncü bir cephe olarak **oklüzyon cephenin** (occluded front) oluşmasına neden olur (Görsel 1.4.4.d). Oklüzyon cephenin oluşmasından sonra sıcak cephe küçülürken oklüzyon cephe büyür. Son aşamada siklon dağılır ve tekrar eski kararlı duruma döner (Görsel 1.4.4.e). Bir orta enlem siklonunun oluşmasından sistemin bozularak dağılmasına kadar bir süre geçer. Geçen süre, birkaç günden bir haftaya hatta bir haftadan daha uzun bir süreye kadar yayılabilir.



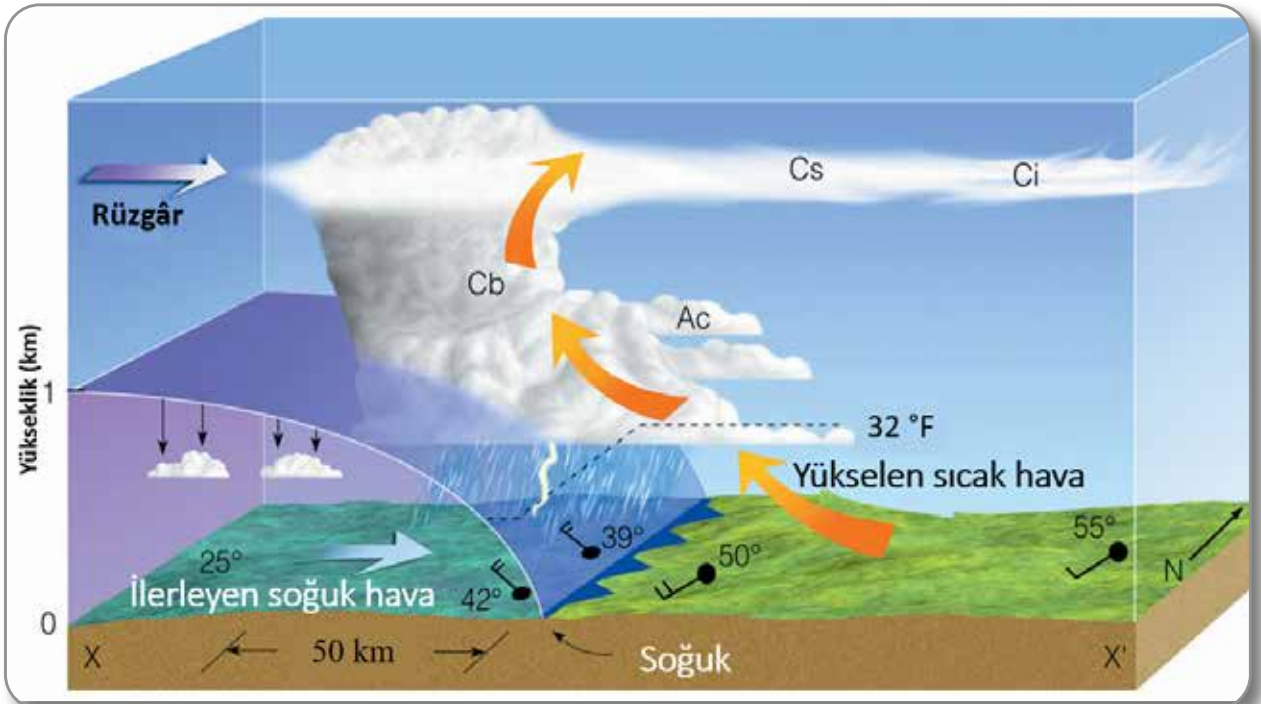
### 1.4.3. Durağan Cephe

Hareketsiz konumda bir cephe'dir. Renkli hava haritalarında birbirini takip eden kırmızı ve mavi çizgilerden oluşur. Kırmızı çizgi üzerine konan yarım daireler soğuk havayı, mavi çizgi üzerine konan üçgenler ise sıcak havayı gösterir. Görsel 1.4.4 a'daki durağan cephe, kuzeyden inen soğuk ve kuru **cP** hava kütlelerinin güneydeki sıcak ve nemli **mT** hava kütleleriyle karşılaştığı sınırı gösterir. Durağan cephenin her iki tarafındaki yüzey rüzgârları, cepheye paralel ve zıt yönlüdür.

Bu cephe boyunca hava açık veya parçalı bulutlu arasında değişir. Eğer sıcak hava harekete geçer ve batıdaki daha soğuk havayla yer değiştirirse görsel 1.4.4 b'de verilen cephe artık durağan olarak kalmaya devam edemez. Bundan dolayı durağan cephe, sıcak cepheye dönüşür. Bu olayın tersine daha soğuk olan hava diğer taraftaki sıcak havayla yer değiştirirse bu durağan cephe de soğuk cepheye dönüşür.

### 1.4.4. Soğuk Cephe

Soğuk hava kütleleri, kendine göre daha sıcak bir hava kütleleriyle karşılaştığında daha ağır olduğu için çöker. Sıcak hava kütlelerinin altına doğru sokulur. Soğuk ve sıcak hava kütlelerinin karşılaştığı hat boyunca oluşan cepheye **soğuk cephe** (cold front) adı verilir (Görsel 1.4.4.b, d). Soğuk cephe, meteorolojik haritalar üzerinde mavi bir çizgi üzerinde yer alan yine içi dolu mavi üçgenlerle gösterilir (Görsel 1.4.4). Görsel 1.4.3'te yer alan harita üzerinde gösterilen cepheleden **A** ve **B** noktalarının arasında yer alan soğuk cephenin düşey kesiti, görsel 1.4.5'te verilmiştir.



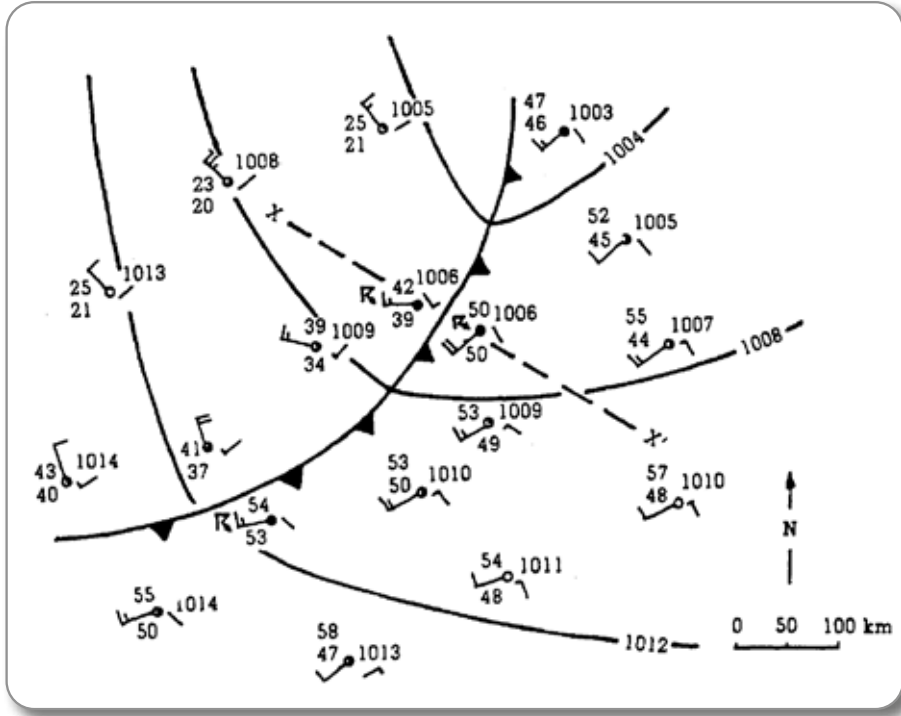
Görsel 1.4.5: Yer kartı üzerinde soğuk cephenin oluşumu ve düşey kesitinin gösterimi

Yavaş hareket eden soğuk cephe durumunda bulutlar ve yağış, cephe gerisinde geniş bir alanı kaplar (Görsel 1.4.5). Yükselen sıcak havanın kararlı olması durumunda nimbostratus (Ns) gibi tabakalı bulutlar hâkim bulut tipi hâlini alır ve yağış alanı içinde sis oluşabilir. Bazı durumlarda hızlı hareket eden cephenin ilerisinde **sağanak hattı** (squal line) olarak adlandırılan aktif bir sağanak ve gök gürültülü fırtına (thunderstorm) hattı meydana gelir. Bu fırtına, **boran** olarak da adlandırılır. İlerleyen cephenin önünde ve ona paralel sağanak hattı, şiddetli yağış ve hamleli rüzgârlarla karakterize edilir. Hızlı hareket eden bir soğuk cephenin ortalama hızı 25 knot, yavaş hareket eden bir soğuk cephenin ortalama hızı ise 15 knot kadardır.





Görsel 1.4.5 ve görsel 1.4.6'da görüldüğü gibi soğuk cephenin her iki tarafındaki hava kütesinin sıcaklık değerleri arasında büyük farklılıklar vardır. Cephenin önündeki rüzgârlar güneybatı (Iodos), gerisindeki rüzgârlar ise kuzeybatıdan (kara yelden) eser. Başka bir deyişle rüzgâr yönünde belirgin bir dönme (dirisa etme durumu) vardır. Diğer taraftan izobarlar cephe üzerinden geçerken alçak basınç merkezine doğru sarp (kink yapar). İzobarların bu şekilde kink yaptığı yerler, alçak basınç alanının uzantısıdır ve izobarik **oluk** (trough) olarak adlandırılır. Yüzey rüzgârları (sürtünme nedeniyle) izobarları kesecek şekilde alçak basınca doğru sarp. Bu nedenle cephe önündeki rüzgârlar güneyli, cephe gerisindeki rüzgârlar ise kuzeyli bir bileşene sahiptir.



Görsel 1.4.6: Kuzey Yarım Küre'de sinoptik yer kartı üzerinde soğuk bir cephenin gösterimi

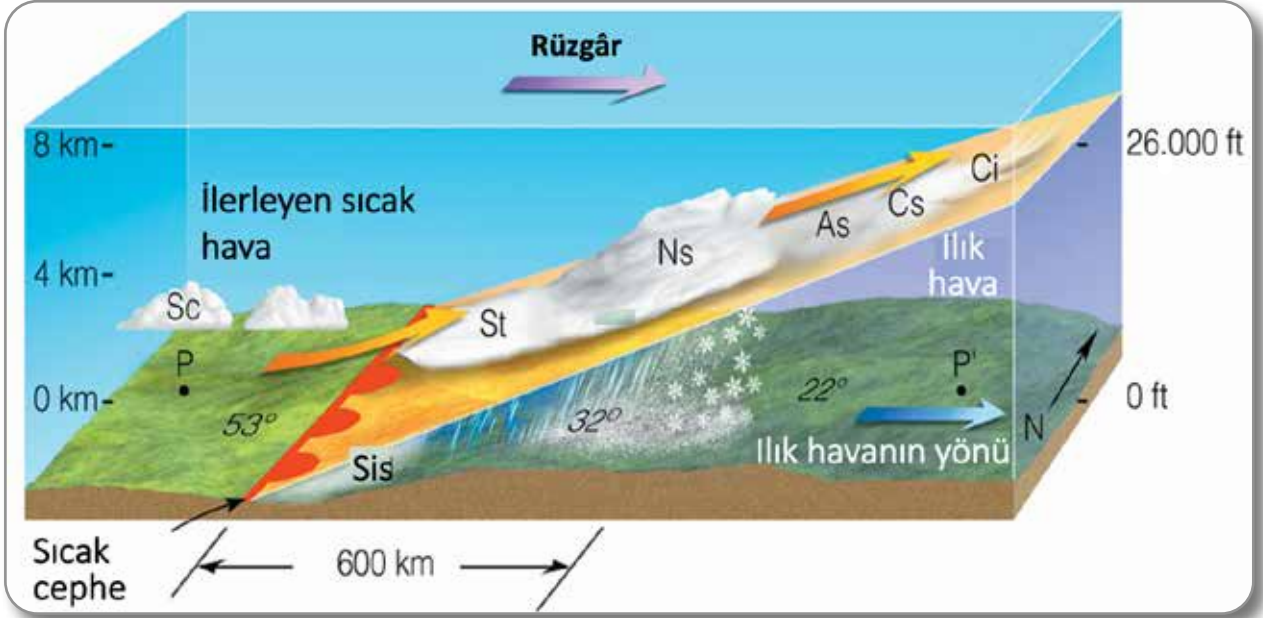
Alçak basınç oluşunda oluşan soğuk cephenin konumunun belirlenmesinde basınçtaki belirgin değişimler önemlidir. En düşük basınç, genellikle cephe tam istasyon üzerinden geçerken gözlenir. Cephe geçişinden hemen önce barometrede bir düşme olduğu, cephe geçtikten sonra ise barometrenin yükselmeye başladığı görülür. Diğer bir deyişle gemiyle cepheye doğru gidildiğinde basınç değeri azalır, cepheden uzaklaşıldığında ise artmaya başlar (Görsel 1.4.6).

Tablo 1.4.2: Kuzey Yarım Küre'de Bir İstasyonda Soğuk Cephe Geçişine İlişkin Değişen Hava Koşulları

Soğuk Cephenin	Önü	Geçiş Anı	Arkası
Rüzgâr (Dirisa Etme)	Güney (S)-güneybatı (SW)	Hamleli, kink yapar.	Batı (W)-kuzeybatı (NW)
Sıcaklık	Sıcak	Ani soğuma	Sürekli soğuma
Basınç	Sürekli düşer.	En düşük değere inip hızla yükselir.	Sürekli artar.
Bulut	Ci, Cs, Cu ve Cb artışı	Cu, Cb	Tek tük Cu
Yağış	Kısa bir sağanak yağış dönemi	Şiddetli yağış, bazen dolu, gök gürültülü ve yıldırımlı.	Sağanaktan sonra hava açar.
Görüş	Açıktan pus, sis varsa kötü.	Yağışta düşük, sonra artar.	Sağanak anları hariç, iyi.
Çiy Noktası	Yüksek, aynı kalır.	Hızla düşer.	Düşmeye devam eder.

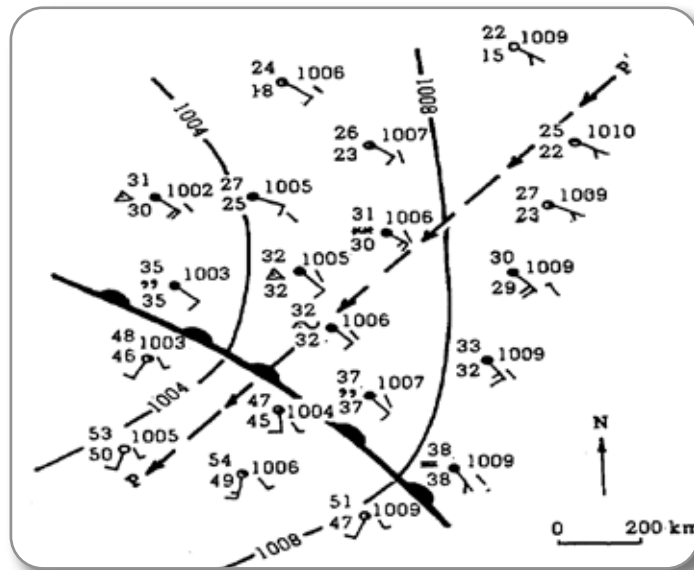
## 1.4.5. Sıcak Cephe

Daha önce de açıklandığı gibi hareket hâlindeki sıcak hava kütlesi, kendisine göre daha soğuk bir hava kütlesiyle karşılaştığında, soğuk havanın üzerine doğru yükselmeye başlar. Sıcak havanın soğuk havayla karşılaştığı hat boyunca oluşan cepheye **sıcak cephe** adı verilir. Sıcak cephe meteorolojik haritalarda kırmızı bir çizgi üzerinde yer alan içi dolu kırmızı yarım daireler şeklinde gösterilir (Görsel 1.4.7).



Görsel 1.4.7: Kuzey Yarım Küre'de yer kartı üzerinde sıcak cephenin oluşumu ve yer üzerinde düşey kesitinin bir gösterimi

Görsel 1.4.8'deki P ve P' noktaları arasından alınmış sıcak bir cephenin düşey kesitine bakılmalıdır. Görsel 1.4.7 ve görsel 1.4.8'de yer alan sıcak cephenin gösterildiği bölgeye bakıldığında güneyden ilerleyen sıcak hava kütlesi, önünde geri çekilen ilîk hava kütlesiyle yer değiştirir. Sıcak cephenin bu hareket doğrultusu, bir eğri üzerine soğuk havayı işaret edecek şekilde yerleştirilmiş yarım dairelerle gösterilmiştir. Görsel 1.4.8'de verilen cephenin hareket doğrultusu kuzeydoğudur. Bir sıcak cephenin ortalama hızı 10 knot kadardır. Bu hız, ortalama bir soğuk cephenin hızının yarısına eşittir. Her iki tarafta meydana gelen karışma nedeniyle gündüzleri cephenin hareketi daha hızlı olabilir.



Görsel 1.4.8: Kuzey Yarım Küre'de sıcak cephenin yer kartı üstünde gösterilmesi ve yorumlanması



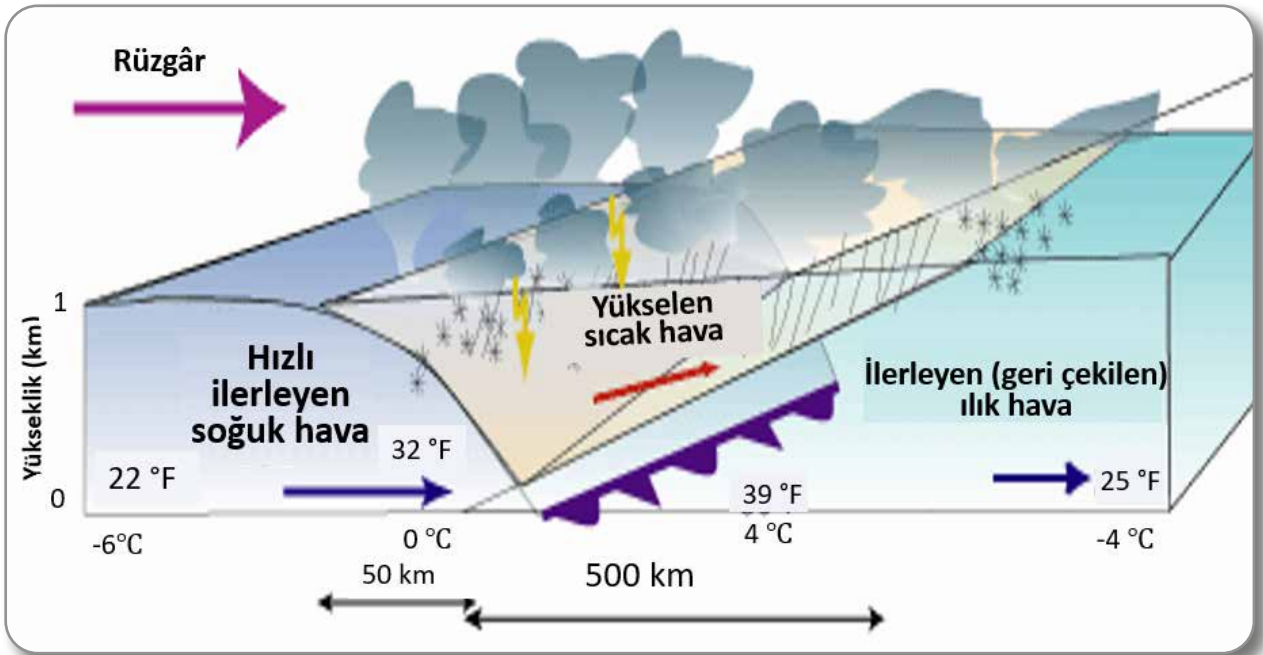
Görsel 1.4.8'de görüldüğü gibi sıcak ve daha az yoğun olan hava, daha soğuk ve yoğun yüzey havası üzerinde tırmanır. Bunun sonucunda sıcak cephenin yeryüzünü kestiği hattın önünde bulutlar oluşur ve yağış meydana gelir. Sıcak havanın soğuk hava üzerindeki hareketi kararlı bir atmosfer oluşturur. Diğer önemli bir nokta ılık sektör içindeki rüzgârın yükseklikle **antisiklonik olarak dönmesidir** (veering). Bu şekildeki bir rüzgâr kayması nedeniyle güneydoğulu yüzey rüzgârları yükseklikle güneybatılı ve sonunda batılı olur.

**Tablo 1.4.3:** Kuzey Yarım Küre'de Bir İstasyonda Sıcak Cephe Geçişine İlişkin Değişen Hava Koşulları

Sıcak Cephenin	Önü	Geçiş An	Arkası
Rüzgâr (Dirisa Etme)	Güney (S)-güneydoğu (SE)	Değişken	Güney (S)-güneybatı (SW)
Sıcaklık	Ilık-serin	Hızlı artış	Daha sıcak, sonra sabit kalır.
Basınç	Sürekli düşüş	Yükselmeye başlar.	Hafif artıştan sonra düşer.
Bulut	Sırayla Ci, Cs, As, Ns, St ve sis; yazın nadiren Cb	Stratüs tipi katman	Parçalı Sc'le açar, yazın nadiren Cb görülür.
Yağış	Hafiften orta şiddete yağmur, kar, sulu sepken veya çisenti	Çisentili ya da hiç yok.	Genellikle yağış yok, bazen hafif yağmur ya da sağanak
Görüş	Kötü	Kötü fakat iyileşmeye başlar.	Pusta iyi.
Çiy Noktası	Sürekli yükselir.	Sabit	Yükselir, sonra sabit.

### 1.4.6. Oklüzyon Cepheler

Soğuk cephe sıcak cephelerden daha hızlı hareket ettikleri için bir sıcak cephenin arkasında oluşan soğuk cephe bezen sıcak cepheyi yakalar ve iki cephe birleşir. Soğuk ve sıcak cephelerin birleşme sınırında oluşan bu cepheye **oklüzyon cephe** adı verilir (Görsel 1.4.9).



**Görsel 1.4.9:** Kuzey Yarım Küre'de yer kartı üzerinde bir oklüzyon cephenin oluşumu ve yer üzerinde düşey kesitinin şematik bir gösterimi

Düşey kesitte yer **kartında** oklüzyon cephenin hareket yönü, soğuk cephe üçgenleri ve sıcak cephe yarım dairelerinin ardışık olarak sıralandığı bir hat ile gösterilir. Oklüzyon renkli bir hava haritasında mor renkle çizilir. Görsel 1.4.9'da verilen oklüzyonun gerisindeki hava, önündeki havadan daha soğuktur. Oklüzyonun bu tipi **soğuk oklüzyon** olarak adlandırılır.

Soğuk oklüzyon yaklaşırken ortaya çıkan hava durumu sıcak cepheyle benzerlik gösterir. Oklüzyon yaklaşırken yüksek bulutlar alçalır ve kalınlaşarak orta ve alçak bulutlara dönüşür. Bunun sonucunda yağışlar yer cephesinin oldukça önünde meydana gelir. Cephe, alçak basıncın oluşunu gösterdiğinden cephe önünde güneydoğu rüzgârları ve barometrede düşme gözlenir. Cephe geçişi sırasında gözlenen hava koşulları soğuk cepheyle benzerlik gösterir. Bu sırada batı veya kuzeybatıya kayan rüzgârlarla birlikte şiddetli ve genellikle sağanak şeklinde yağışlar meydana gelir. Yağışlı hava koşullarından bir süre sonra gökyüzü açmaya, barometre tekrar yükselmeye başlar ve hava tekrar soğur. En şiddetli hava koşulları, sıcaklık kontrastının en büyük olduğu yerlerdedir. Diğer bir deyişle soğuk cephenin sıcak cepheyi yakalayıp onu kendi üzerinde yükselmeye zorladığı yerlerde gözlenir.

Bazı durumlarda sıcak cephenin önündeki hava, soğuk cephenin gerisindeki havadan daha soğuk olabilir. Soğuk cephe sıcak cepheye yetiştiğinde, önündeki daha soğuk ve ağır olan havayla yer değiştiremez ve üzerinde yükselir. Bunun nedeni soğuk cephe gerisindeki havanın daha hafif olmasıdır. Bu şekilde iki hava kütlesi arasında oluşan cephesel sınırlar, **sıcak oklüzyon** olarak adlandırılır. Sıcak oklüzyonla ilgili yüzey hava koşulları sıcak cepheyle benzer. Soğuk ve sıcak tip oklüzyonlar arasındaki en temel fark, yukarı seviyedeki cephenin konumundan ileri gelir. Sıcak oklüzyonda yukarı seviyedeki soğuk cephe, yerdeki oklüzyonun önünde gider. **Soğuk oklüzyon** durumunda ise yukarı seviyedeki sıcak cephe, oklüzyon cepheyi geriden takip eder.

**Tablo 1.4.4:** Kuzey Yarım Küre'de Bir İstasyonda Oklüzyon Cephe Geçişine İlişkin Değişen Hava Koşulları

Oklüzyon Cephenin	Önü	Geçiş Anı	Arkası
<b>Rüzgâr (Dirisa Etme)</b>	Güneydoğu (SE)-güney (S)	Değişken	Batın (W)-kuzeybatı (NW)
<b>Sıcaklık</b>	Soğuk oklüzyonda soğuk-serin Sıcak oklüzyonda soğuk.	Soğuk oklüzyonda düşer. Sıcak oklüzyonda yükselir.	Soğuk oklüzyonda daha soğuk. Sıcak oklüzyonda daha yumuşak.
<b>Basınç</b>	Genellikle düşer.	En düşük değerine ulaşır.	Genellikle yükselir.
<b>Bulut</b>	Sırasıyla Ci, Cs, As, Ns	Ns, bazen Cu ve Cb	Ns, As veya tek tük Cu
<b>Yağış</b>	Hafif, orta ya da şiddetli yağış	Hafif, orta ya da sürekli şiddetli yağış veya sağanak	Hafif, orta ya da yağış sonrası hava açar.
<b>Görüş</b>	Yağışta kötü.	Yağışta kötü.	Artıyor.
<b>Çiy Noktası</b>	Sabit.	Özellikle soğuk oklüzyon cephe ise genellikle hafifçe düşer.	Hafifçe düşer fakat sıcak oklüzyon cephesi hafifçe yükselebilir.

### ETKİNLİK

**Cephe Dalgasında Anlık Hava Tahmini:** Görsel 1.4.15'te örnek olarak verilen atmosferik cephe dalgası üzerinde yapılan bazı gözlemler modellere dönüştürülmüştür. Bu modellere dayanılarak hazırlanmış bir hava tahmin aracı tablo 1.4.5'te gösterilmiştir. Alçak basınç merkezi ve ona bağlı soğuk ve sıcak cephe gibi genel sinoptik hava sistemlerinin etkili olduğu kış aylarında bu tablo oldukça kullanışlıdır. Sadece cephelerin etrafında bulunan yer seviyesindeki gözlemler ve tablo 1.4.5, anlık hava tahmini yapılmasına yardım eder.





Tablo 1.4.5: Kuzey Yarım Küre'de Cephelere Göre Anlık Amatör Hava Tahmini Tablosu

Basınç (mb)	Basınç Eğilimi (Tandans)	Rüzgâr Yönü	Gökyüzü ve Bulut Tipi	24 Saatlik Hava Tahmin Numarası*
1.023 veya > (30,21")	↑, ↔ veya ↓	Herhangi bir yön	Açık, yüksek bulutlar, Cu	1, 18 (kışın 14)
1.022-1.016 (30,20"-29,80")	↑ veya ↔ ↓	Herhangi bir yön SW, W, NW, N SW, S, SE SW, S, SE E, NE	Açık, yüksek bulutlar veya Cu Açık, yüksek bulutlar Orta veya alçak bulutlar Orta veya alçak bulutlar Açık veya yüksek bulutlar	1, 18 1, 3, 17, 5 6, 17 6, 14 3, 5, 14
1.015-1.009 (29,99-29,80")	↑ ↓	SW, W, NW, N Herhangi bir yön SW, S, SE SW, S, SE E, NE SE, E, NE S, SW	Açık Kapalı Yağışlı Açık Yüksek bulutlar Orta ve alçak bulutlar Orta ve alçak bulutlar Kapalı, yağışlı Kapalı, yağışlı	1, 14 2, 16 11, 2, 16 3, 17 (kuru iklimde yazın 1, 15) 3, 17, 5 7 7, 12, 14 9 10, 13
1.008 veya < (29,79")	↑ ↓	SW, W, NW, N SW, W, NW, N SW, W, NW, N NE NE SW, S, SE SW, S, SE SW, S, SE N E, NE E, NE	Açık Kapalı Kapalı, yağışlı Kapalı Kapalı, yağışlı Açık Kapalı Kapalı, yağışlı Kapalı Kapalı Kapalı, yağışlı	1, 2 2, 12, 16 11, 12, 16 4, 12, 13, 14 11, 12, 13, 14 3, 6, 8, 12, 15 7, 8, 12, 13 8,10, 12, 13, 16 4, 14 7, 12, 14 8, 9, 12, 13

## \*Hava Tahmin Numarası

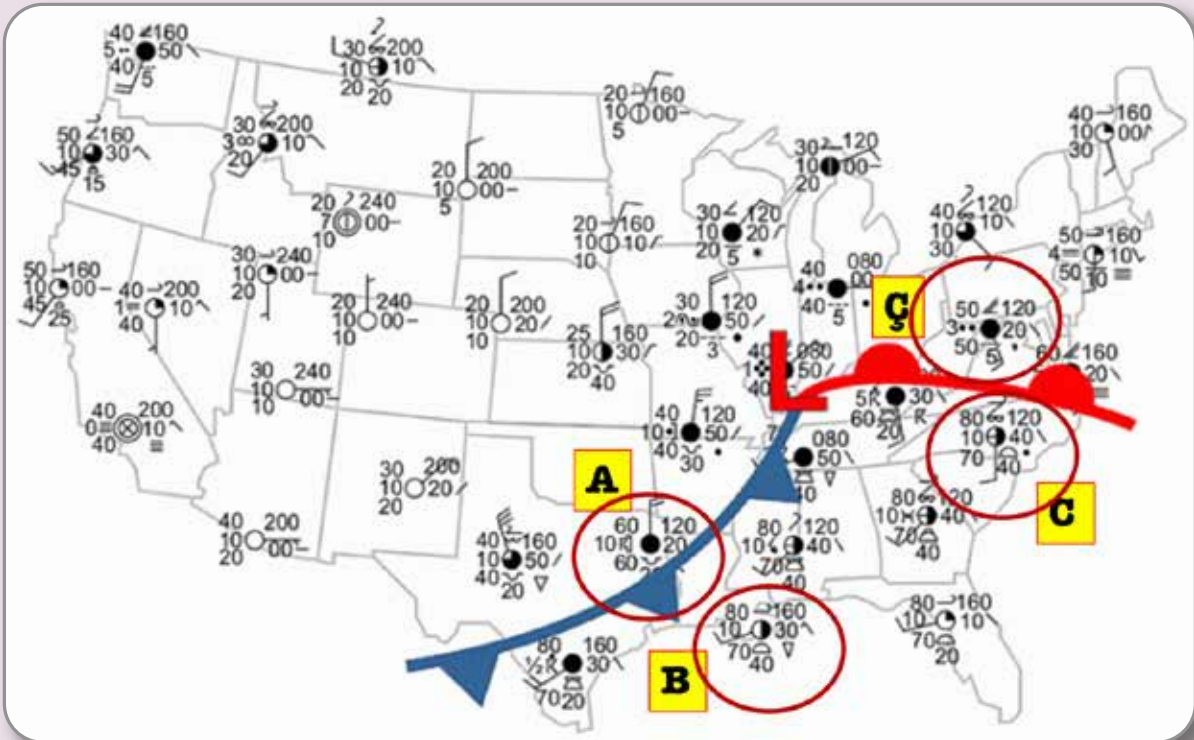
1. Açık veya parçalı bulutlu.	9. Yağış sürecek.	15. Ilık veya sıcak hava devam edecek.
2. Hava açıyor.	10. 12 saat içinde yağış duracak.	16. Daha soğuğa dönüşecek.
3. Bulutluluk artıyor.	11. 6 saat içinde yağış duracak.	17. Yavaşça sıcaklık yükselecek.
4. Kapalılık devam edecek.	12. Rüzgârlı.	18. Sıcaklıkta çok az değişim
5. 4 saat içinde yağış ihtimali	13. W, NW veya N doğru yön değişimi	
6. 12 saat içinde yağış ihtimali	14. Serin veya soğuk hava devam edecek.	
7. 8 saat içinde yağış ihtimali		
8. Kuvvetli yağış ihtimali		

1. Görsel 1.4.15'te A, B ve C noktalarındaki meteorolojik gözlemlere ve bunların açılımını yaptıysanız tablo 1.4.7'deki değerlere dayanarak tablo 1.4.5'e göre A, B ve C noktalarında 24 saat sonrası için bir hava tahmini yapınız.

2. Yaptığınız hava tahminlerinin doğruluğunu tartışınız.

## ETKİNLİK

**Cephe Kriterleri:** Normalde yer kartlarının üzerine önce izobarlar çizilir, sonra da cephe yerleri belirlenir. Fakat bu uygulamada üzerine alçak basınç merkezi ve önceden çizilmiş olan ona bağlı olarak atmosferik cephelerin bulunduğu bir sinoptik yer kartı verilmiştir (Görsel 1.4.10). Bu uygulamada amaç, cephelerin önu ve arkasındaki farkları yani cephelerin yerini bulmak için cephe kriterleri hazır bir örnek üzerinde göstermektir.



Görsel 1.4.10: Üzerine alçak basınç merkezi ve atmosferik cephelerin bulunduğu sinoptik bir yer kartı üzerinde izobar ve izotermilerin tersine analizi



Örneğin görsel 1.4.18'de de verilen küçük haritaya benzer sinoptik yer kartlarında meteorolojik cepheleri bulmak için genellikle aşağıda verilen cephe kriterleri kullanılır:

- Nispeten kısa bir mesafe içerisinde sıcaklıkta önemli bir değişim yani gradyanlar
- Çiy noktası sıcaklığındaki değişim
- Havanın nem içeriğinin değişimi
- Rüzgâr yönünde kayma/ani değişiklik
- Hava basıncı ve bununla ilgili 3 saatlik değişimler
- Bulutlar ve yağış örüntüleri

Bu haritada verilen sıcak ve soğuk cephe önünde A, B, C ve Ç harfleriyle işaretlenmiş istasyonlardaki hava durumunu aşağıdaki tabloya işleyerek cephe önü ve arkasındaki farkları ve değişimleri tek tek belirleyiniz.

	A	B	A-B Farkı	C	Ç	C-Ç Farkı
Gökyüzü						
Rüzgâr						
Hava						
Görüş						
Sıcaklık						
Çiy Noktası						
Basınç						
Basınç Eğilimi						
Geçmiş Hava						
Yağış						

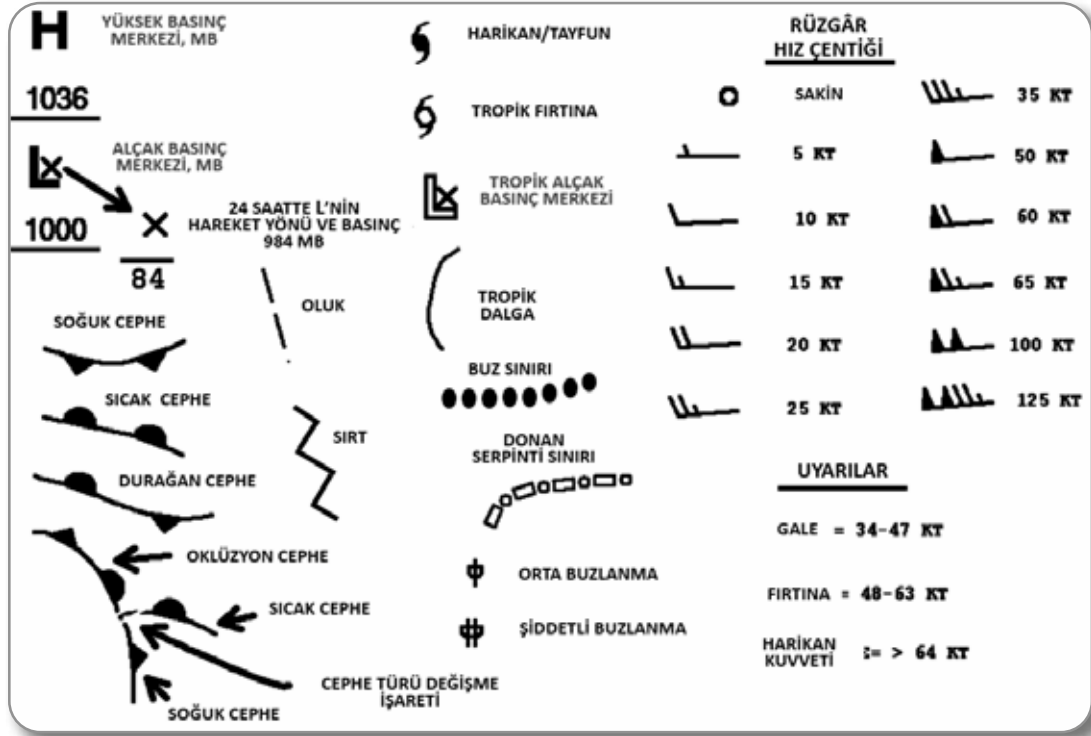
### 1.4.7. Denizciler İçin Sinoptik Haritalar

Gemilerin güvenli ve ekonomik operasyonlarının planlaması, geniş bir coğrafi bölgedeki meteorolojik ve oşinografik bilgilerin zamanında ve doğru bir şekilde sunulmasını gerektirir. Bu nedenle Ulusal Meteoroloji Servisleri denizcilik camiasının can ve mal varlığını korumak için uyarılar ve tahminler vermekle yükümlüdür. Bu bilgiler kolay anlaşılabilirliği için grafik formundaki harita şeklinde sunulur. Gemilerde sinoptik haritalar **weather facsimile (vedir faksmayl)** üzerinden alınır.

Açık denizde seyreden gemiler için **yer kartı**, **deniz durumu** ve yukarı seviye **500 mb haritalar** yayımlanır. Bunlara ek olarak **deniz yüzey sıcaklıkları (SST)**, **tropiklerde akım analizi** ve **meteorolojik uydu görüntüleri** de gemilere servis edilir.

Böylece hava sistemlerinin gemileri nasıl etkileyeceği konusunda çıkarım yapılabilir. Özellikle 500 mb analizle birlikte kullanılan yer kartındaki sinoptik ölçekli hava sistemlerinin 24 saatlik tahmini konumu belirlenebilir. Ayrıca bu iki haritanın birlikte değerlendirilmesi, hava sistemi hareketinin ve şiddetlenme eğilimlerinin belirlenmesine de yardımcı olur.

**Denizciler İçin Sinoptik Yer Kartı:** Denizler için hazırlanan hava analiz ve tahmin haritalarında yaygın olarak bazı standart semboller (Görsel 1.4.11) ve kısaltmalar (Tablo 1.4.6) kullanılır. Yer kartlarını anlayabilmek için önce bunları öğrenmek gerekir.



Görsel 1.4.11: Denizler için hazırlanan sinoptik yer kartlarında yaygın olarak kullanılan standart meteoroloji sembolleri

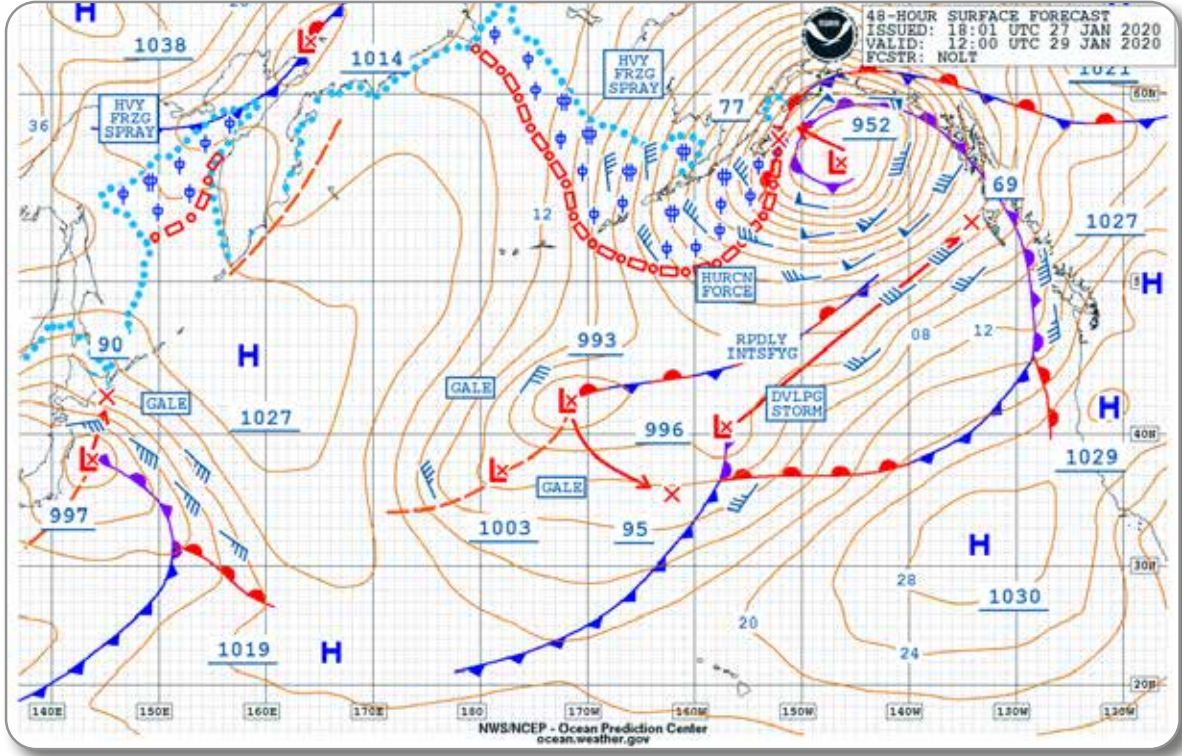
Tablo 1.4.6: Denizler İçin Hazırlanan Sinoptik Yer Kartlarında Yaygın Olarak Kullanılan Standart Meteorolojik Kısaltmalar

Kısaltma Ve Açılımı	Türkçesi	Kısaltma ve Açılımı	Türkçesi
DCRSG: Decreasing	Azalıyor.	DSIPT: Dissipate	Kayboldu.
DSIPTG: Dissipating	Kayboluyor.	DVLPG: Developing	Gelişiyor.
FRZG SPRY: Freezing Spray	Donan serpinti	G: Gusts	Hamle
HURCN: Hurricane	Harikan	INCRSG: Increasing	Artıyor.
ITCZ: Intertropical Convergence Zone	Dönencelerarası yakınsama kuşağı	KT: Knots	Knot
MB: Millibars	Mb	MONSOON TROF: Monsoon Trough	Muson oluğu
MOVG: Moving	Hareket	OUTFLOW BNDRY: Outflow Boundary	Dışa akış sınırı
PRES: Pressure	Basınç	Q-STNRY: Quasi-Stationary or Near Stationary	Yarı veya yaklaşık olarak durağan
RPDLY INTSFYG: Rapidly Intensifying	Hızla kuvvetleniyor.	STNRY: Stationary	Durağan
STYPH: Super Typhoon	Süper tayfun	TROF: Trough	Oluk
TRPCL STORM (TS): Tropical Storm	Tropikal fırtına	TRPCL WAVE: Tropical Wave	Tropikal dalga
WKNG: Weakening	Zayıflıyor.	HVY: Heavy	Şiddetli





Görsel 1.4.12'de görüldüğü gibi bu haritalar 4 mb izobar aralığıyla çizilir ve her 8 mb'da etiketlenirler. Düşük ve yüksek basınç sistemlerinin merkezî basınç değerleri koyu rakamlarla 3 veya 4 basamaklı olarak mb değerinden yazılıp altı çizilir. Bu değerler H veya L kısaltmalarının yakınına yerleştirilir. Yer kartı analizleri aynı zamanda rüzgâr yönü (pusula üzerindeki 8 ana yön), rüzgâr hızı (knot), mevcut bildirilen hava durumu (mevcut standart semboller kullanılarak) ve kısaltılmış gemi raporlarıyla oluşturulur.



*Görsel 1.4.12: Kuzey Yarım Küre'de her bir okyanus için günde dört kez (00Z, 06Z, 12Z ve 18Z saatlerinde) hazırlanan sinoptik yer kartı tahmin haritası*

Denizciler köprüde yaptığı kendi basınç okumasının doğruluğunu şunlarla kontrol edebilir:

- Beaufort (Bofor) rüzgâr ölçęi kuvvet koşullarının deniz gözlemi
- Yer kartındaki sinoptik analiz ve tahmin değerleri

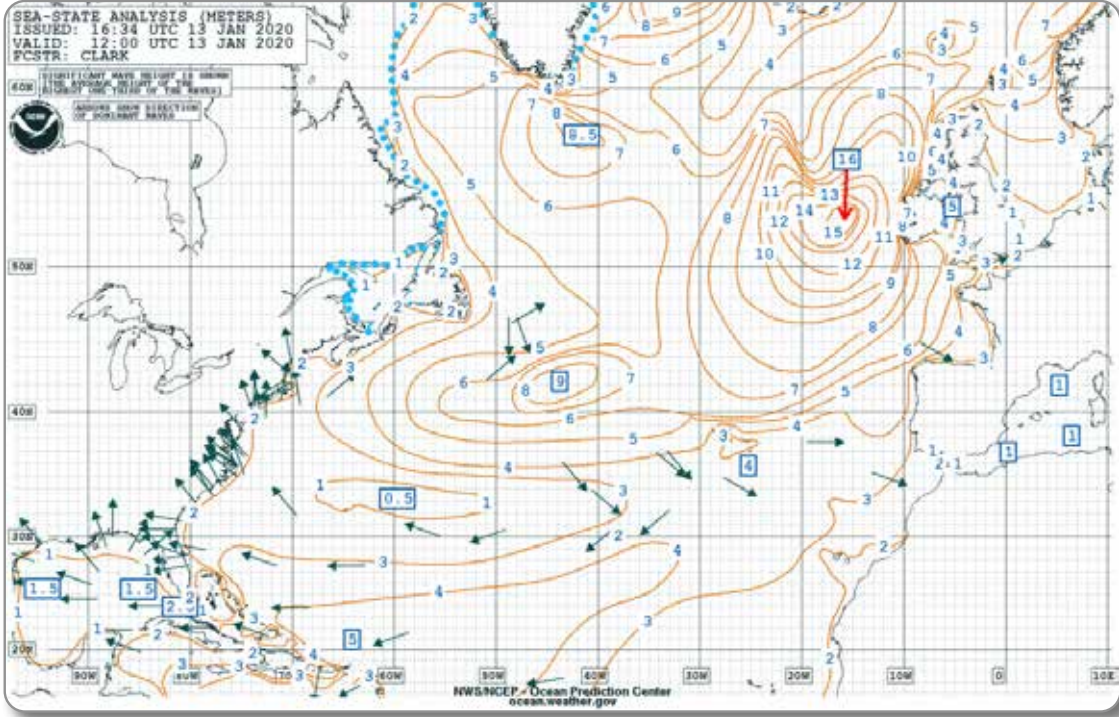
Tropikal alçak basınç merkezleri ile fırtına ve harikan/tayfunların merkezlerindeki basıncı tespit etmek zordur. Ancak tropikal fırtına tahmin merkezlerinin bunlar için de tahminî değerler verdiğine dikkat edilmelidir.

Görsel 1.4.12, aynı zamanda donan serpintiyle birlikte **buzlama şiddeti** ve **şiddetli serpinti buzlanması** bölgelerini de göstermektedir. Görsel 1.4.12'de kullanılan kısaltmalar, tablo 1.4.6'da ve görsel 1.4.11'de açıklanmıştır. Ayrıca görsel 1.4.13'te de örneği verilen deniz durumu haritasında buz sınırları işaretlenmiştir. **Güverte buzlanması** büyük gemiler için çoğunlukla rahatsız edici bir durumken küçük gemiler için daha ciddi bir problemdir. Bu olaylar bulunan yarım küreye göre kış mevsiminde şiddetli rüzgârla birlikte kar yağışı (tipi ve gemilerin üzerine yağın donan yağmur) olarak yaşanır. Bununla birlikte seyir sırasında buzla ilgili problemler iki grup altında toplanabilir. Birincisi okyanusta **yüzen buzlar** (iceberg), diğeri ise gemi güvertesinde toplanan buzlardır. Seyir sırasında mümkünse iceberg (aysberg) bulunan alanlardan uzak durulmalıdır.

Deniz suyu özellikle soğuk havalarda açık denizdeki gemilerde ya da su kıyısına yakın yapılar üzerinde, şiddetli rüzgârlarla sprey şeklinde savrulur. Bu şekilde savrulan deniz suyunun gemi üzerinde donmasıyla donan serpinti yani buz oluşur. Bu tür buzlanma genellikle arktik denizler ve Antarktika denizlerinde bir sorundur ama aynı zamanda Saint Lawrence Körfezi, Japon Denizi, Baltık Denizi ve nadiren Kuzey Denizi gibi diğere denizlerde de oluşabilir.

**Deniz Durumu Haritası:** Meteoroloji haritaları sadece atmosfer için analiz ve tahminleri verir. Deniz durumu analizi ve tahmin haritaları ise dalga yüksekliği ve yönü hakkındaki bilgileri verir (Görsel 1.4.13). Kontur çizgileri feet (fit) veya bir metrelik artışlarda dalga yüksekliğini gösterir. Oklar, kabarmanın (swell) hâkim yönünü göstermek için kullanılabilir. Bunlara ek olarak maksimum ve minimum kombine rüzgâr, dalga ve kabarma yükseklikleri, ortalama dalga yüksekliği miktarları ve kısaltmalar **MAX** ve **MIN** ile belirtilmiştir. Meteoroloji mühendisleri, rüzgâr dalgasının yaklaşık üçte birini kabarmaya ekleyerek birleşik dalga yüksekliğini elde eder. Kış aylarında buzun kenarı kalın, pürüzlü bir çizgiyle gösterilir.

Günlük analizlere ek olarak her gün 00.00 UTC ve 12.00 UTC'de 48 saatlik deniz durumu tahminleri yayımlanır. Bu tahminler gemilerin raporlama ve dalga yüksekliği tahminine dayanır. Bu tahmin haritalarında, analiz haritalarıyla aynı kontur çizgileri ve semboller kullanılır (Görsel 1.4.13).



**Görsel 1.4.13:** Kuzey Yarım Küre'de gemi raporlarına dayalı olarak yayımlanan deniz durumu analiz haritası

Deniz yüzey haritaları ve yer meteoroloji kartı, 500 mb üst seviye haritalarıyla birlikte kullanılırsa deniz-karanın tam üç boyutlu bir resmi elde edilir. Bu üç haritanın her birinin bir sürümü 00.00 UTC ve 12.00 UTC'de verilir. Bunları birlikte kullanmak, muhtemelen en şiddetli hava şartlarının yerini bulmaya ve onlardan uzaklaşmaya yardımcı olacaktır.

**500 mb Sabit Basınç Haritası:** Bu haritada gösterilen yükseklikler, hava basıncının 500 mb'a veya 1.013 mb normal yüzey basıncının yaklaşık yarısına ulaştığı seviyeyi gösterir. Haritada gösterilen çizgiler, **kontur** denilen eşit yükseklik çizgileridir ve deniz seviyesinden "onlarca metre" olarak verilir. Böylece grafikteki **540 çizgisi**, 500 mb seviyesinin deniz seviyesinden 5.400 metre yükseklikte olduğu anlamına gelir. Yani 500 mb sabit basınç haritası yükseklikleri için son basamak 0 (sıfır), haritada atlanır. Üç basamaklı basınç değerinin sonuna sıfır eklenirse metre cinsinden gerçek yükseklik bulunur.

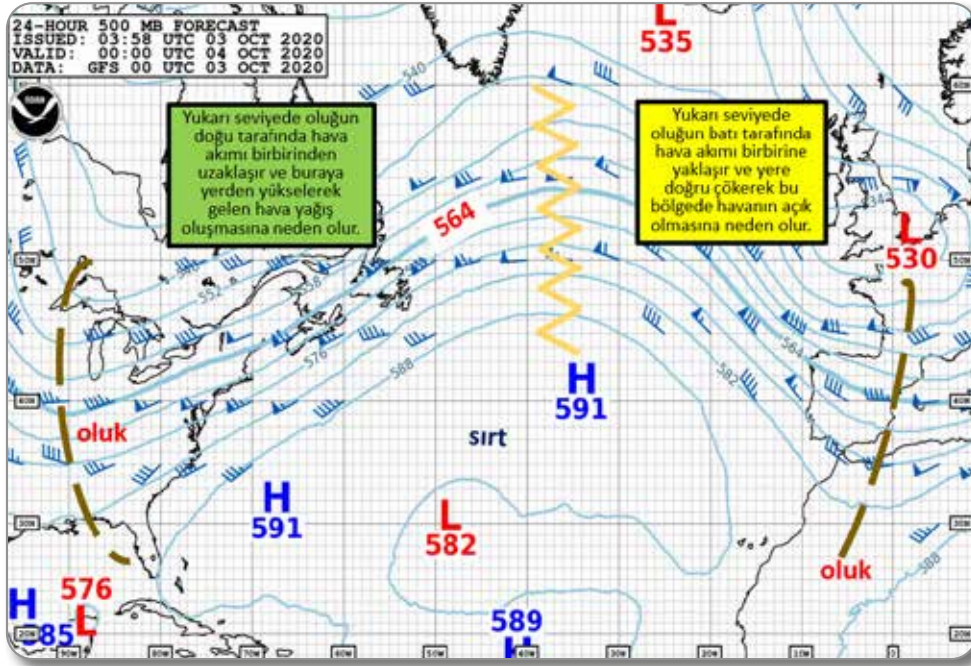
Hava daha sıcak ve daha az yoğun olduğunda 500 mb basınç seviyesinin yükseklikleri artar, hava daha soğuk ve daha yoğun olduğunda düşer. 500 mb tahmin haritaları, denizcilerin ağır deniz ve dalga koşullarını nerede tahmin edeceğini belirlemeleri için çok iyi bir araçtır. Beklenen yüzey fırtınası güzergâhı ve şiddeti için de bir rehberdir.

500 mb haritalarının deniz versiyonunda **564** (5.640 metre konturu) çizgisi koyu siyah renkle gösterilir. Bu çizgi kış aylarında genellikle güneydeki **7 kuvvet** veya daha yüksek olan batılı rüzgârların sınırınıdır. Yaz aylarında ise bu çizgi 6





kuvvet olan rüzgârın en güneydeki sınırır (Görsel 1.4.14). Ayrıca deniz üzerinde fırtına yolları, bu hattın yaklaşık 300 ila 600 deniz mili [nautical miles (nm)] kuzeyine uzanma eğiliminde olacaktır.

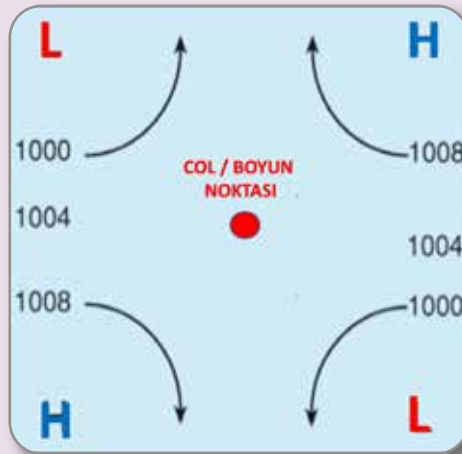


Görsel 1.4.14: Kuzey Yarım Küre'de analiz ve tahmin amaçlı yayımlanan 500 mb haritalarının denizci versiyonu

500 mb haritasındaki yükseklik konturları (olukların batısında olduğu gibi) ne kadar birbirlerine yakınsa rüzgâr o kadar etkili olur. Hem yukarı seviye rüzgâr akışı hızlı hem de sıcaklık farkları o kadar büyük olur. Aşağı seviyedeki yer kartındaki hava olayları ise o kadar şiddetli olur. Yüzeyle alçak basınç merkezlerinin gelişimi ve güçlendirilmesi, ilişkili yağış ve fırtına çoğunlukla 500 mb oluklarının doğu tarafında meydana gelir. Yer yüzeyindeki yüksek basınç ve açık hava ise bu olukların batı tarafıyla ilişkilidir (Görsel 1.4.14). Denizciler yer kartıyla birlikte 500 mb haritasına bakarak hangi alanlardan kaçınmanın en iyi olabileceğini tahmin edebilir.

### ETKİNLİK

**Eksik İzobar Analizi:** Meteoroloji haritasında netlik için atlanan yani çizilmeyen izobar ve kontur çizgileri vardır. Örneğin izobarlarla analiz edilmiş bir yer kartı ele alındığında bazen eksik olan izobarı tahmin etmek çok kolay olur. Ancak izobarik boyun noktasında ("col", "saddle point" ya da "neutral point") bu zor olabilir. Görsel 1.4.15'te yüksek basınç merkezlerini (H) birer dağ ve alçak basınç merkezlerini (L) birer çukur gibi düşününüz. Boyun noktaları bu dağ ya da çukurların ortasında bir yerdir.



Görsel 1.4.15: Sinoptik yer kartında izobarik boyun noktasında eksik olan 1.004 mb izobarları

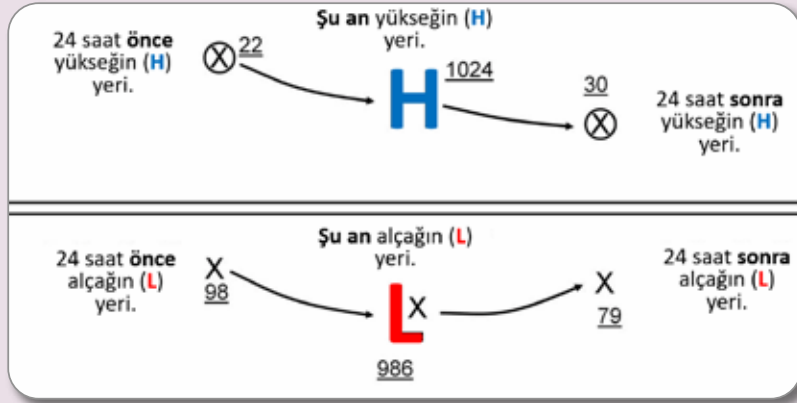
İzobarik boyun noktası (col), görsel 1.4.15'te gösterildiği gibi bir eyer şeklinde konumlanmış iki yüksek basınç ve iki alçak basınç alanı arasında kalan bölgedir. Burası basınç gradyanının az olduğu yani durgun bir bölgedir. Bu bölge, genellikle değişik yönlerden ve hafif rüzgârlar üretir. Böyle bir bölgede seyir hâlindeyken hava şartları yanlıctır. Mevcut hava durumu, orada baskın olan hava kütlelerine bağlıdır. Eğer hava kütlesi sıcak bir kara kütlesi üzerinde meydana gelmişse ısı konveksiyonu ve atmosferin genel kararsızlığı, sağanak veya gök gürültülü sağanak yağışa neden olabilir. Diğer bir deyişle bu bölgede hava kışın sise yazın da gök gürültülü fırtınalara uygundur. Bunlarla beraber her an bölgedeki alçak basınç merkezlerinden birinin etkisine de girilebilir.

Bu etkinlikte;

Görsel 1.4.16'daki yer kartında izobarlar 4 mb aralıkla çizilmiş olmalıdır. Bu durumda 1.004 mb izobarını çizerek haritayı tamamlamalısınız. Bunun için eksik olan izobarı fark ettikten sonra 1.000 mb'ını uygulama 1.4.5'te verilen izobar çizme kurallarına göre çizmeye çalışınız. Burada çizilmesi istenen izobar için birden fazla çözüm yolu olduğu için onları araştırmanız gerekir. Son kararınızı vermeden önce Genel Ağ'da bir arama yaparak meteorolojik yer kartlarındaki örnekleri inceleyiniz. İzobarik boyun noktasının denizcilere yaşattığı sürpriz ile tehlikeli hava ve deniz durumları hakkında tecrübeli kaptanlarla konuşunuz.

### ETKİNLİK

**Alçak ve Yüksek Basınç Merkezi Hareketi:** Tipik yer kartı tahmin haritasında basınç merkezlerinin şu anki yer kartının tarih ve zamanına göre şu an, 24 saat öncesi ve 24 saat sonraki yerleri gösterilmiştir (Görsel 1.4.16).



Görsel 1.4.16: Tipik bir yer kartı tahmin haritası

Bu yer kartı örneğine göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

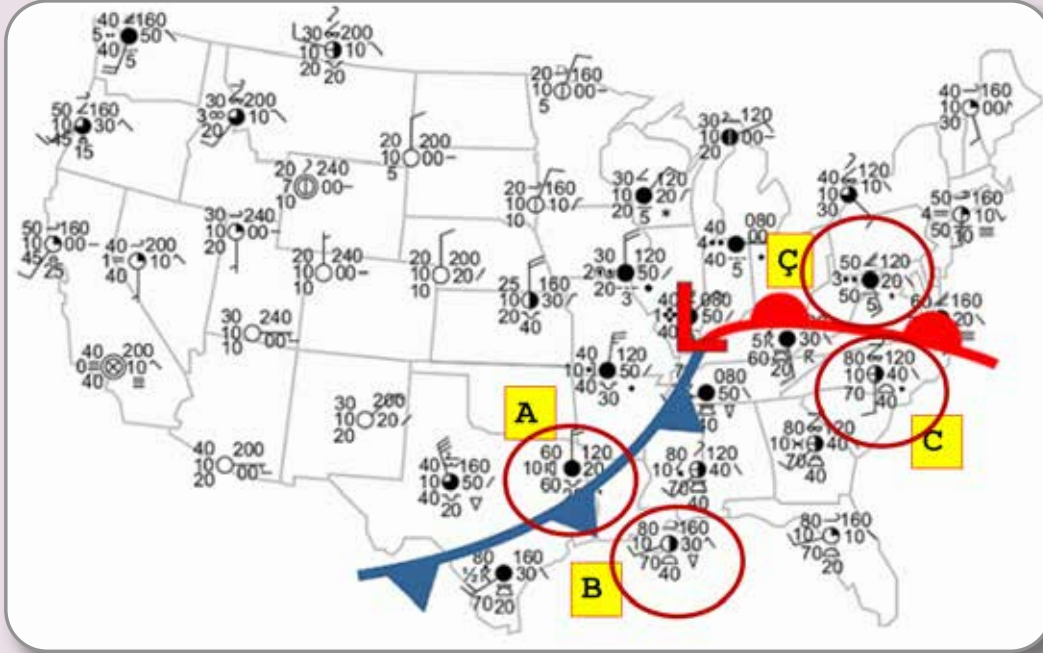
1. Yüksek basınç merkezinin (H) şu an bulunduğu konumundan 24 saat öncesinde ve sonrasında sahip olduğu basınç değerleri nedir?
2. Bu yüksek basınç merkezi bu iki gün içinde kuvvetleniyor mu yoksa zayıflıyor mu?
3. Yüksek basınç merkezinin kuvvetlenmesi ve zayıflaması, neden olacağı hava durumu bakımından ne anlama gelir? Tartışınız.
4. Alçak basınç merkezinin (L) şu an bulunduğu konumundan 24 saat öncesinde ve sonrasında sahip olduğu basınç değerleri nedir?
5. Bu alçak basınç merkezi, bu iki gün içinde kuvvetleniyor mu yoksa zayıflıyor mu?
6. Alçak basınç merkezinin kuvvetlenmesi ve zayıflaması, neden olacağı hava durumu bakımından ne anlama gelir? Tartışınız.





## ETKİNLİK

**İstasyon Modellerindeki Hava Durumu Açılımı:** Aşağıda verilen sinoptik yer kartında soğuk ve sıcak cephele ve bu cephelelerin bağlı oldukları alçak basınç merkezi görülmektedir (Görsel 1.4.17).



Görsel 1.4.17: Kuzey Yarım Küre'de sinoptik yer kartına işlenmiş istasyon modelleri ve iki atmosferik cepheye ait ABD'den bir örnek

A, B ve C noktalarında verilen istasyon modellerindeki meteorolojik parametrelerin anlamını yani hava durumunu tablo 1.4.7'de, harflerle ilgili kolona yazınız. ABD'de hava sıcaklığı için Fahrenheit kullanıldığından istasyon modelindeki sembol ve kısaltmalar için ilgili tabloları bulup incelemeyi unutmayınız. İlgili tabloları kullanarak tablo 1.4.7'yi doldurunuz.

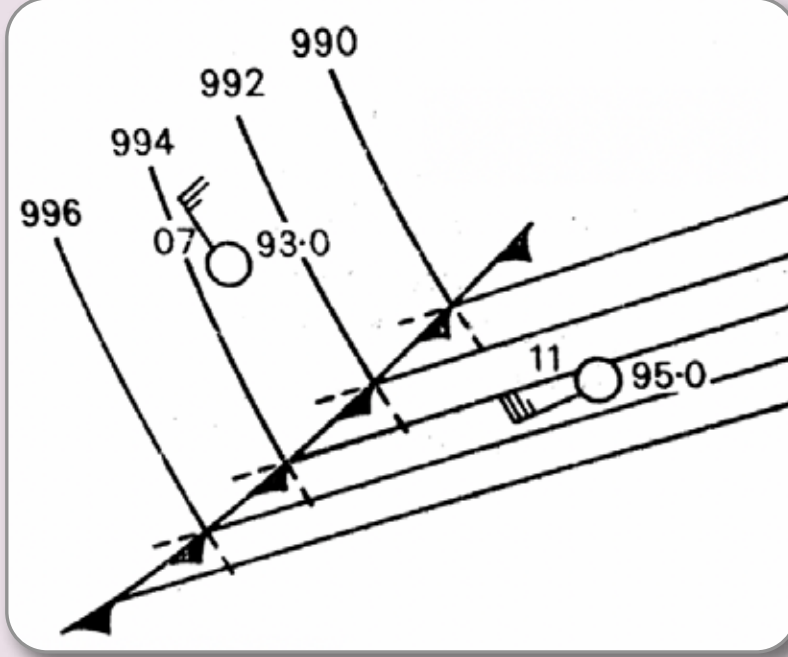
Tablo 1.4.7: Görsel 1.4.17'de A, B ve C Noktalarında bulunan İstasyon Modellerindeki Hava Durumunun Açılım Tablosu

	A	B	C
Gökyüzü			
Rüzgâr			
Hava			
Görüş			
Sıcaklık			
Çiy Noktası			
Basınç			
Basınç Eğilimi			
Geçmiş Hava			
Yağış			

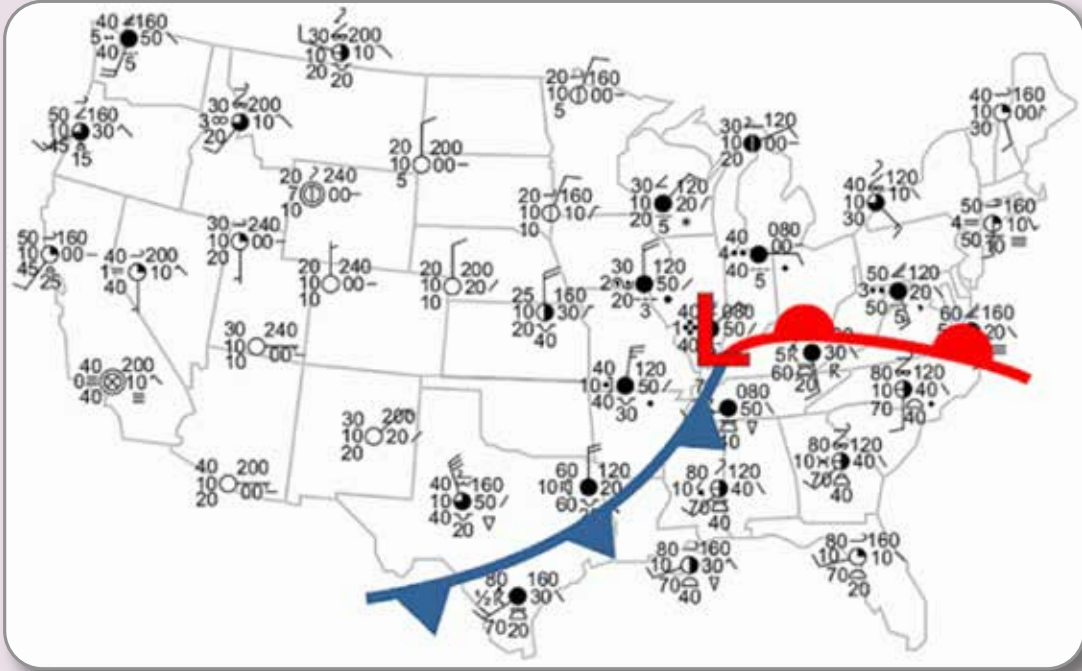
## ETKİNLİK

**İzobar ve İzoterm Analizi:** Hazır bir cephe analizi yapılmış yer kartı (Görsel 1.4.19) varken uygulama 1.4.5'te verilen izobar çizme kurallarına uygun olarak 5 °F aralıklarla izotermelerini analiz ediniz.

1. 4 mb aralıklarla izobarlarını analiz ediniz.
2. İzobarların cephelerde kink yaptığından emin olunuz (Görsel 1.4.18).



Görsel 1.4.18: Cepheyi kesen izobarların V (king) şeklindeki keskin dönüşleri



Görsel 1.4.19: Üzerinde alçak basınç merkezi ve atmosferik cephelerin bulunduğu sinoptik bir yer kartı üzerinde izobar ve izotermilerin tersine analizi için bir örnek

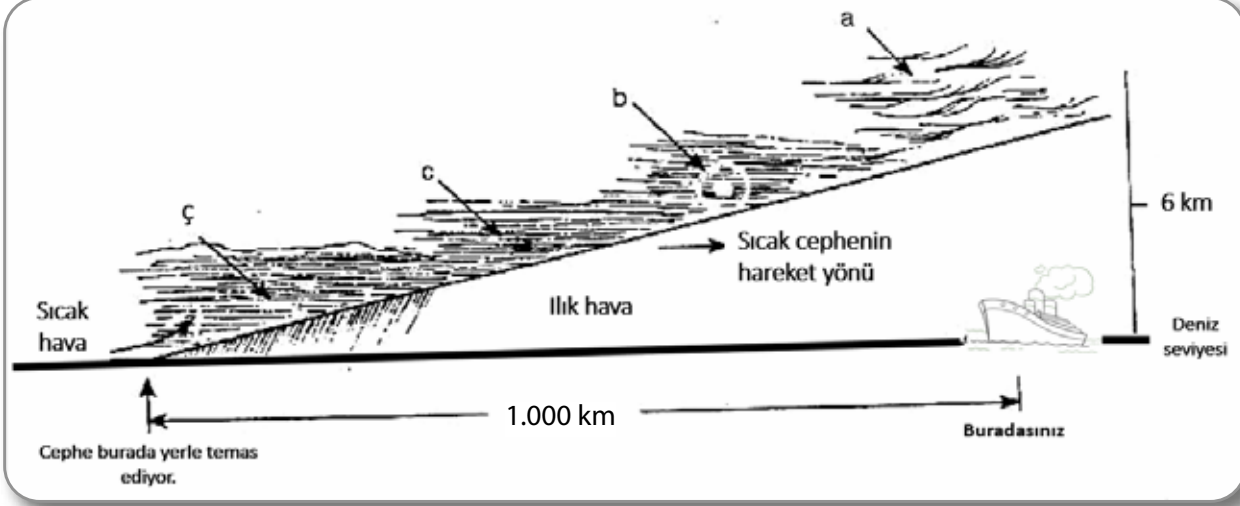
## UYGULAMA 1.4.1

### CEPHE VE BULUT TANIMA



KOD=24343

Görsel 1.4.20'de bir cephenin düşey kesiti verilmiştir. Bu cepheye göre geminin yeri "Buradasınız" ifadesiyle gösterilmiştir. Cephe boyunca yaklaşık olarak 1000 kilometrelik bir hat üzerinde farklı yüksekliklerdeki bulutlar ve yağış alanları da gösterilmektedir.



Görsel 1.4.20: Bir cephe düşey kesiti boyunca farklı yüksekliklerdeki bulutlar ve bunları gözlemleyen geminin bulunduğu yerde ilgili şematik bir gösterim

#### İşlem Basamakları

Bu cephe kesitine göre aşağıda istenenleri yapınız.

- Önce bu cephenin adını belirleyiniz.
- Sonra a, b, c ve ç harfleriyle farklı doku ve yüksekliklerde gösterilen bulutların adlarını tek tek belirleyiniz.
- Cephe önünde gerçekleşen meteorolojik olayları belirleyiniz.
- Cephe geçişi sırasında gerçekleşecek meteorolojik olayları belirleyiniz.
- Cephe arkasında gerçekleşecek meteorolojik olayları belirleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Görsel 1.4.20'de verilen cephenin türünü belirler.				
2. Görsel 1.4.20'de a, b, c ve ç harfleriyle gösterilen bulutların isimlendirmesini yapar.				
3. Cephe önü ve arkasında gerçekleşen meteorolojik olayları belirler.				
4. Cephe geçişi sırasında gerçekleşen meteorolojik olayları belirler.				
5. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

**Puanlama:** Ölçekte bulunan her bir madde 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.4.2

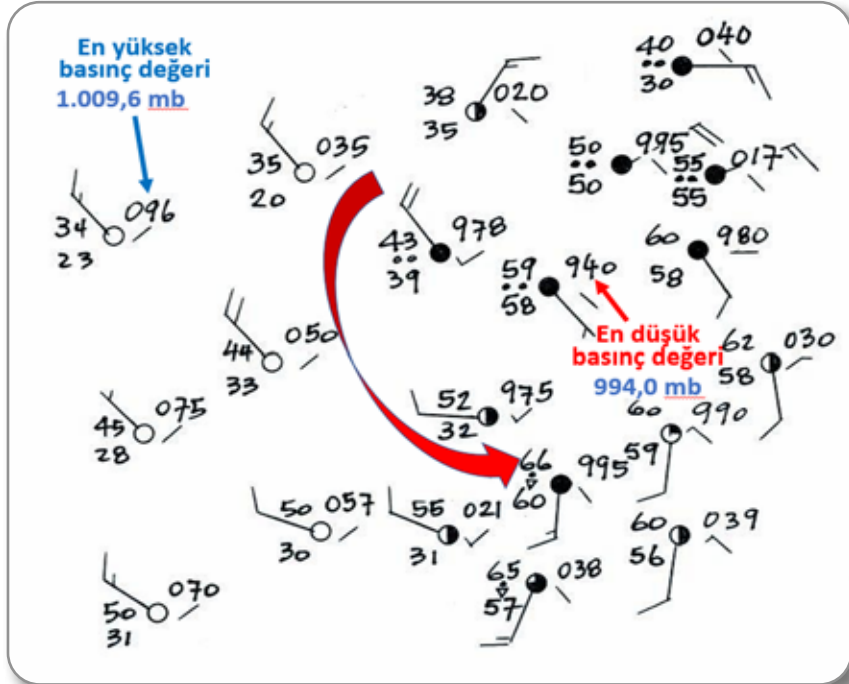
### İZOBAR VE ALÇAK BASINÇ ANALİZİ

Veriler haritaya geçirildiği zaman hava kartı üzerinde hemen izobarlar çizilir. Alçak ve yüksek basınç merkezleri belirlendikten sonra cephe analizi yapılır. İzobarlar, yer haritaları üzerinde onların daha anlaşılır hâle getirilmesi ve dağınıklıktan kurtarılması için dörder mb aralıklarla çizilmiştir. İzobarlar basınç değerleri okunarak ve dikkatle çizilir.

Haritadaki en düşük basınç değeri olan nokta, aynı zamanda alçak basınç merkezinin de yerini gösterir (Görsel 1.4.21). İzobarlar 1.000 mb'dan başlayarak 4 mb aşağı ya da yukarı gidilerek tek tek çizilir. Bu uygulamada örneğin 1.008, 1.004, 1.000, 996, 992 mb vb. izobarların çizilmesi gerekir. Aşağıdaki haritada en düşük basınç değeri 992 mb'dan büyük olduğu için çizebilecek en düşük izobarik değer 996 mb'dır. Bu uygulamadaki haritada bulunan alçak basınç merkezinin etrafında kapalı bir izobar çizmek için belirli kurallara ve istenenlere göre hareket edilmelidir.

#### İzobar ve kontur (çizgi) çiziminin genel kuralları:

- Çizgiler sabit bir atmosferik değeri gösterir.
- Çizgiler sadece aynı değere sahipse bir istasyon üzerinden geçer. Aksi takdirde istasyondaki değere ne kadar yakınsa istasyon çevresinin o kadar yakınından ya da uzağından geçer.
- Her zaman yüksek değerler çizginin bir tarafında, düşük değerler ise öteki tarafında olur.
- İzobar ya da kontur çizgileri hiçbir zaman birbirini kesmez.
- Tüm kontur çizgileri, son hâlleri üzerine değeri yazılarak etiketlenir.
- Her zaman haritadaki en düşük ve en yüksek değeri bulup oradan başlanmalıdır.
- Her zaman çizgileri silinebilir bir kalemle önce hafifçe bastırarak ve kabaca çizilmelidir. Daha sonra çizgilerdeki eğri büğrü kısımlar yumuşatılarak koyuca çizilmelidir.
- Haritadaki büyük resme bakılmalı, tuhaf değerler her zaman dikkate alınmamalıdır.
- Veri olmayan yerlerde çizgi çizilmemelidir.
- Her zaman çizgiler arasındaki değerler 4 mb, 5 °C, 60 dekametre gibi eşit değerler olmalıdır.



Görsel 1.4.21: Sinoptik yer kartında istasyon modellerindeki basınç değerleri ve rüzgâr yönleri kullanılarak oluşturulan alçak basınç merkezi (L) analizi



### İşlem Basamakları

Bu haritada rüzgârın siklonik dönüşü, en düşük ve en yüksek sıcaklık noktaları özellikle işaretlenmiştir (Görsel 1.4.21). Uygulama 1.4.5'te verilen izobar çizme kurallarına uygun olarak aşağıdaki işlemleri yapınız.

<input type="checkbox"/>	996 mb basınç değerine ait izobarı, en düşük basınç değeri 994 mb'ın etrafından, en uygun yerlerden göz kararı geçirerek çiziniz.
<input type="checkbox"/>	996 mb izobarını çizip tamamladıktan sonra bu değere 4 mb daha ilave edip örneğin 1.000 mb vb. şekilde diğer izobarları da tek tek çiziniz.
<input type="checkbox"/>	Tüm izobarları çizdikten sonra hafif çizgilerinizin üzerinden daha yumuşak ama daha belirgin/koyu çizgiler olacak şekilde geçiniz.
<input type="checkbox"/>	İzobarları ve basınç merkezlerini mümkün oldukça üzerlerine 1.004 mb ve alçak basınç merkezine A ya da L (yüksek basınç merkezine Y ya da H) yazarak tek tek etiketlendiriniz.

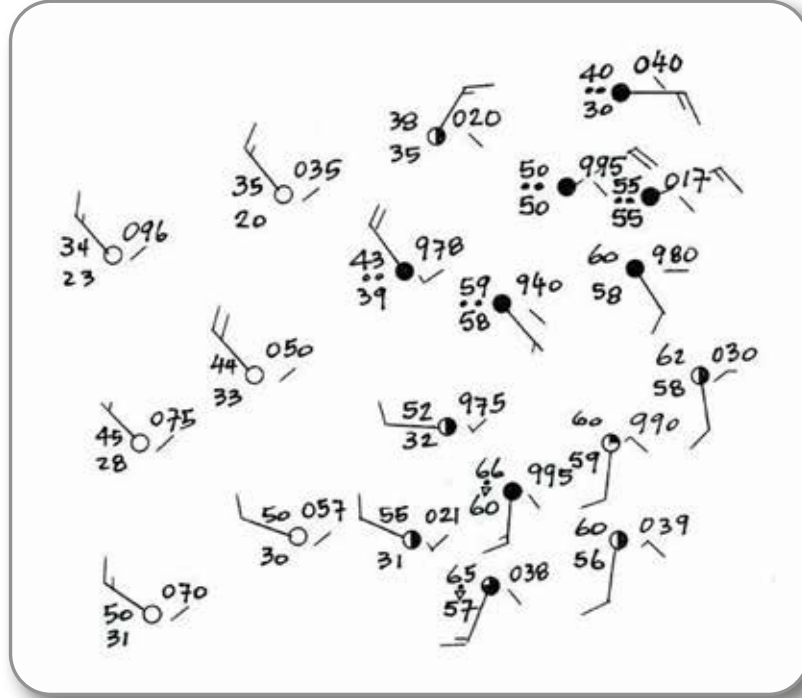
Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Görsel 1.4.21 üzerinde 996 mb basınç değerine ait izobarı çizer.				
2.	Görsel 1.4.21 üzerinde 996 mb basınç değerinin üzerinde kalan izobar eğrilerini kurallara uygun şekilde çizer.				
3.	Çizilen izobar çizgilerini uygun şekilde etiketler.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.4.3

### İZOTERM ANALİZİ



Görsel 1.4.22: Sinoptik yer kartında istasyon modellerinde Fahrenheit cinsinden verilen hava sıcaklığı değerlerini kullanarak izoterm analizi yapılması

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	Uygulama 1.4.2'de verilen izobar çizme kurallarına uygun olarak 5 °F aralıklarla görsel 1.4.22'deki hava sıcaklıklarına ait izotermi çiziniz.
<input type="checkbox"/>	İzoterm analizine örneğin 50 °F değerinden başlayıp daha yüksek ve daha düşük değerleri çiziniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

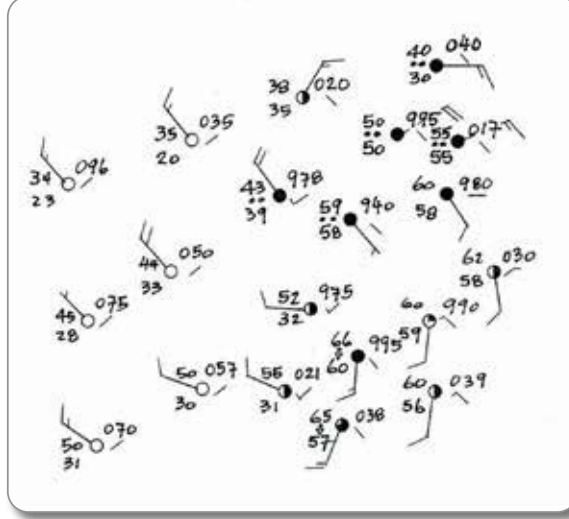
Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Görsel 1.4.22 üzerinde 50 °F sıcaklık değerine ait izoterm eğrisini çizer.				
2.	Görsel 1.4.22 üzerinde 50 °F sıcaklık değerinin üstünde kalan izoterm eğrilerini kurallara uygun şekilde çizer.				
3.	Görsel 1.4.22 üzerinde 50 °F sıcaklık değerinin altında kalan izoterm eğrilerini kurallara uygun şekilde çizer.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.4.4

### İZOBAR VE CEPHE ANALİZİ

İstasyon verilerinin yer kartına işlenmesi ve izobar analiziyle farklı karakterli hava kütlelerinin ayırım sınırında olan atmosferik cepheleri kolaylıkla belirlenebilir. Çünkü bir cephe boyunca pek çok değişiklik göze çarptığından yer kartlarında cephe analizi yapmak kolaydır.



**Görsel 1.4.23:** Yukarıdaki uygulamalarda kazanılan bilgi ve beceriye dayanarak izobar, basınç merkezi, soğuk ve sıcak cephenin analiz edilmesi istenen sinoptik yer kartı

Önceki uygulamalarda edindiğiniz tecrübeleri, izoterm ve izobar çizim kurallarıyla birlikte kullanabilmelisiniz. Bunun için “cephe kriterleri” etkinliğinde verilen (s. 84) cephe kriterlerini kullanarak görsel 1.4.23’te verilen yer kartında izobar, izoterm, basınç merkezi ve cephe analizi yapınız.

İşlem Basamakları	
<input type="checkbox"/>	İzobar analizini tekrar yapınız (Bu sefer cephelerde izobarların “kink” yapmasına dikkat ediniz.).
<input type="checkbox"/>	İzoterm analizini tekrar yapınız.
<input type="checkbox"/>	Var olan basınç merkezini tekrar işaretleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Özelliklerine göre belirlediğiniz cepheleri en uygun renk ve sembolleri kullanarak haritaya işaretleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

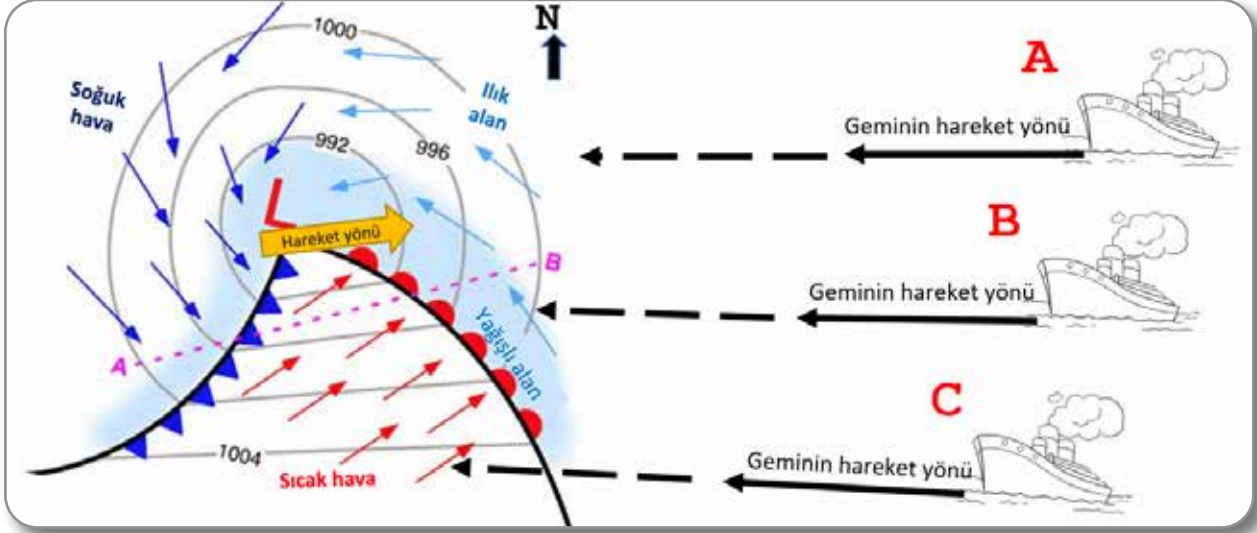
Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. İzobar eğrileri “kink” yapacak şekilde izobar analizi yapar.				
2. İzoterm analizi yapar.				
3. Var olan basınç merkezlerini işaretler.				
4. Tespit ettiği cepheleri, uygun renk ve sembolleri kullanarak harita üzerine işaretler.				
5. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

**Puanlama:** Ölçekte bulunan her bir madde 20’şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.4.5

### ORTA ENLEM FIRTINASI

Kuzey Yarım Küre'de bir orta enlem siklonuna doğru seyreden A, B ve C noktalarında üç gemi bulunmaktadır (Görsel 1.4.24).



Görsel 1.4.24: Kuzey Yarım Küre'de A, B ve C noktasındaki gemilerin mevcut rotası ve önlerinde yer alan bir orta enlem fırtınasının konumu

#### İşlem Basamakları

Bu durumda görsel 1.4.24'e göre aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Her bir noktadaki gemi, mevcut rotasında devam ederse sırasıyla karşılaşılabilecek hava şartlarını (bulut miktarı ve türü, basınç, sıcaklık, gök ve deniz durumu) yazınız.
- Gemilerin mevcut rotasının değiştirilmesi gereken noktalarını tespit ediniz.
- Emniyetli seyir için gemilerin seyretmesi gereken yeni rotalarını belirleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	A gemisinin rotasını koruması durumunda maruz kalacağı hava şartlarını tespit eder.				
2.	B gemisinin rotasını koruması durumunda maruz kalacağı hava şartlarını tespit eder.				
3.	C gemisinin rotasını koruması durumunda maruz kalacağı hava şartlarını tespit eder.				
4.	Emniyetli bir seyir için A, B ve C gemilerinin hangi konumda hangi rotada seyretmesi gerektiğini belirler.				
5.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

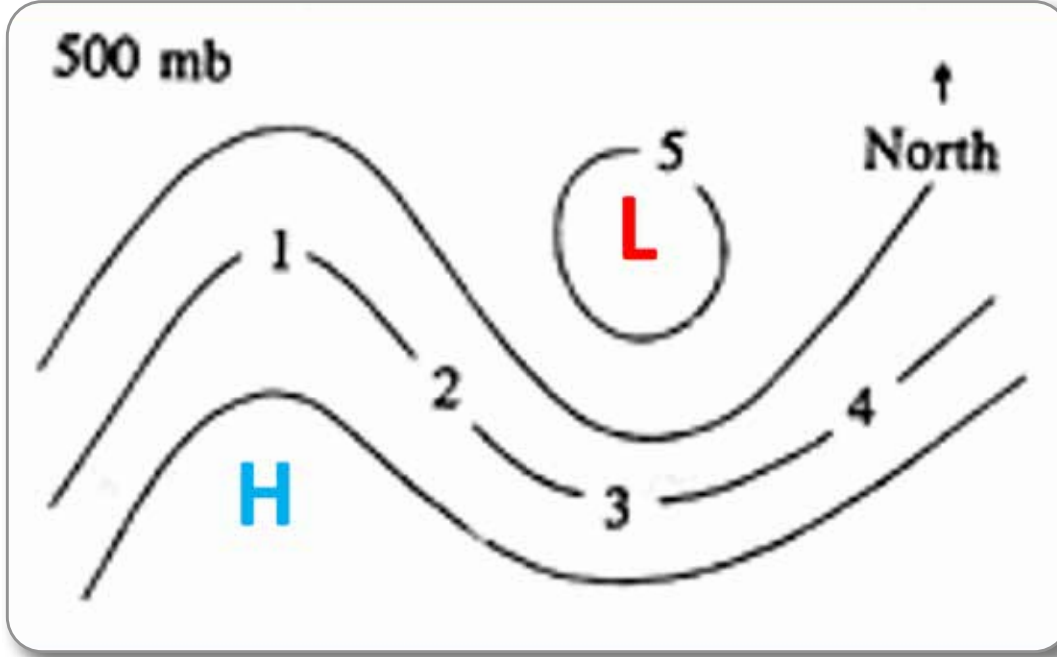
**Puanlama:** Ölçekte bulunan her bir madde 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.



## UYGULAMA 1.4.6

### 500 MB HARİTASINA GÖRE YERDEKİ SIKLON VE ANTİSİKLOUN YERİNİ BELİRLEME

500 mb yukarı seviye haritasında birer alçak ve yüksek merkez ile üç adet konturla bir dalga şeklindeki yapı gösterilmiştir (Görsel 1.4.25).



Görsel 1.4.25: 500 mb haritası ve üzerindeki alçak ve yüksek merkezler

İşlem Basamakları	
Bu yukarı seviye haritasını kullanarak;	
<input type="checkbox"/>	Oluk ve sırtın görsel 1.4.25'te verilen 1'den 5'e kadar numaralandırılan noktalardan hangilerine denk geldiklerini gösteriniz.
<input type="checkbox"/>	500 mb seviyesindeki oluk ve sırtı, uygun işaretleri kullanarak gerekli yerlere çiziniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Performans Düzeyi			
	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1. Oluğun konumunu doğru belirler.				
2. Sırtın konumunu doğru belirler.				
3. Oluğu, kurallara uygun olarak çizer.				
4. Sırtı, kurallara uygun olarak çizer.				
5. Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan				

**Puanlama:** Ölçekte bulunan her bir madde 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## 1.5. FIRTINALAR

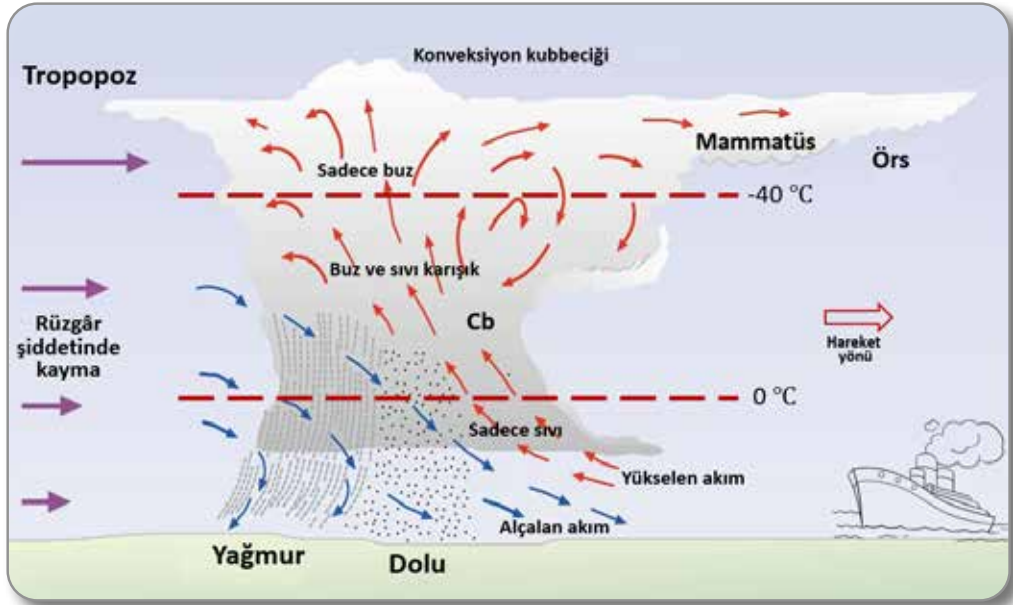
### 1.5.1. Boranlar

Fırtınalar, toplumun can ve mal güvenliğini tehlikeye atan meteorolojik olaylardır. Türkiye’de genelde kabul edilmiş bir fırtına ya da **şiddetli hava** tanımı yoktur. Örneğin ABD’de aşağıdaki kriterler oluştuğunda Ulusal Meteoroloji Servisi hava durumunu “şiddetli” kabul eder ve “şiddetli yerel fırtına” uyarısı yapar. Buna göre;

- Hortumlar,
- 5 cm veya daha büyük çaplı dolu,
- 65 knot veya daha şiddetli rüzgâr hamleleri (wind gust),
- Bir ölü, üç veya daha fazla yaralı ya da 50.000 dolardan daha fazla ekonomik kayba neden olan ya da olabilecek hava olayları **fırtına** olarak adlandırılır.

Şiddetli hava ya da fırtına bu yüzden meteoroloji biliminde şiddetli rüzgârlarla birlikte yeryüzünde çeşitli zararlara neden olan yağmur, kar, dolu vb. meteorolojik durumları belirten genel bir terimdir. Fırtınaların yağmur, rüzgâr, kar, dolu, toz, buz ve kum fırtınası gibi çeşitleri vardır. Rüzgâr olmadan fırtına olamayacağı için günlük dilde “fırtına” denildiğinde çoğunlukla rüzgâr fırtınası anlaşılır.

Fırtınanın İngilizcesi **thunderstorm** (dandır sırım), Fransızcası **oraj** ve Türkçesi **borandır**. Fırtına; hortum, dolu, gök gürültüsü, şimşek, yıldırım ve yağmur eşliğinde gerçekleşir (Görsel 1.5.1).



Görsel 1.5.1: Fırtınalara neden olan olgunluk aşamasındaki bir kümülönimbüs (Cb) bulutunun düşey yapısı

Normal bir boranın oluşması için üç şart gerekir: kararsız hava, bir yükseltme mekanizması ve atmosferde yeterli nem bulunması.

Boran = Atmosferde nem + Kararsız hava + Bir yükseltme mekanizması

Boranlar; **tek hücreli fırtına**, **çok hücreli fırtına kümesi**, **çizgisel çok hücreli fırtına** ve **süper hücreli fırtına** adı verilen dört tür fırtınaya neden olur.

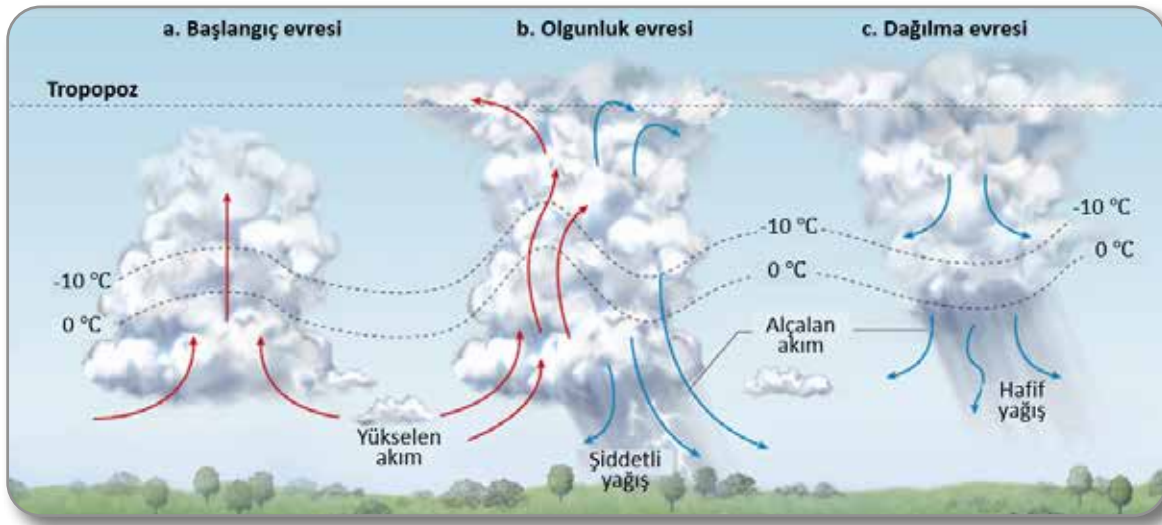


## 1.5.2. Rüzgâr Fırtınaları

Fırtınalar denizcilik başta olmak üzere çok sayıda sektör faaliyetini olumsuz yönde etkiler. Özellikle deniz ve okyanuslar üzerinde oluşan fırtına sistemleri gemilerde büyük can ve mal kayıplarına neden olur. Aynı zamanda liman, marina, barınak gibi kıyı yapılarına da büyük zararlar verebilir.

Meteorolojide rüzgârlar **düz esen rüzgârlar** ve **kendi eksenini etrafında dönerek esen rüzgârlar** olarak ikiye ayrılır. Fırtınalar **tek hücreli fırtına**, **çok hücreli fırtına kümesi**, **çizgisel çok hücreli fırtına**, **süper hücreli fırtınalar** ve **derekodur** (düz esen rüzgâr). Hortumlar ve tayfunlar ise rüzgârın şiddetli bir şekilde kendi eksenini etrafında dönerek hareket etmesiyle oluşan rüzgâr fırtınalarıdır.

**Tek Hücreli Fırtınalar:** Genellikle 20-30 dakika sürer. Dolu, şiddetli yağış ve bazen zayıf hortum gibi hava fenomenleri üretebilir. Başlangıç evresinde sıcak ve nemli havanın kararsız atmosferde yükselmesiyle boranlarda tek hücreli fırtına oluşumu başlar (Görsel 1.5.2). Havanın yükselmesine yer yüzeyinin eşit şekilde ısınmaması, arazi yapısı veya cephe boyunca sıcak havanın yükselmesi neden olabilir.



Görsel 1.5.2: Tek hücreli fırtınaların (a) başlangıç, (b) olgunluk ve (c) dağılma evrelerinin şematik bir gösterimi

Boranın oluşması genellikle başlangıç (kümüülüs evresi), olgunlaşma (kümülonimbus evresi) ve dağılma olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. Başlangıç aşaması **kümüülüs evresi** olarak da bilinir. Nemli, sıcak hava yükselirken soğuyarak kümüülüs bulutunu oluşturur. Bu aşamada yağış, yıldırım veya gök gürültüsü görülmez (Görsel 1.5.2.a). Yükselmeye devam eden bulut, **olgunluk evresi** adı verilen ikinci aşamada donma seviyesinin üzerindeki yüksekliğe ulaşır ve çevresindeki kuru havayı bulut içine çekmeye başlar (Görsel 1.5.2.b). Bu durum bulut içindeki bazı su zerreciklerinin buharlaşmasına neden olarak bulutun soğumasını sağlar. Sonunda bulutun iç sıcaklığı çevresinden daha soğuk hâle gelir. Yağış ve ağırlaşan hava, bulutun ön tarafında alçalan akımla aşağıya doğru inmeye başlar.

Olgunluk aşaması, boranın en şiddetli hâlidir. Bulut yerin birkaç kilometre yukarısından başlayıp 12 kilometre yüksekliğe kadar uzanabilir. Şiddetli yağışa, bazen de soğuk hava ve küçük doluya neden olur. Fırtınanın bu aşamasında yağışla birlikte ani ve şiddetli rüzgâr şeklinde yeryüzüne iner. 15-30 dakika devam eden bu süreç (bulut içine sıcak hava girişi sağlayan yükselen akım), alçalan akımın kuvvetlenmesiyle son bulur. Kümülonimbus bulutunun dağılmaya başladığı son aşamaya boranın **dağılma aşaması** denir (Görsel 1.5.2.c). En sonunda kubbe görünümüne bulut dağılır ve tek hücreli fırtına sona erer. Bu fırtına yaklaşırken önünde rüzgâra neden olur. Geçiş sırasında şiddetli yağış görülür. Arkasında ise hafif bir yağışla beraber hava sıcaklığını 10 °C kadar düşürebilir.

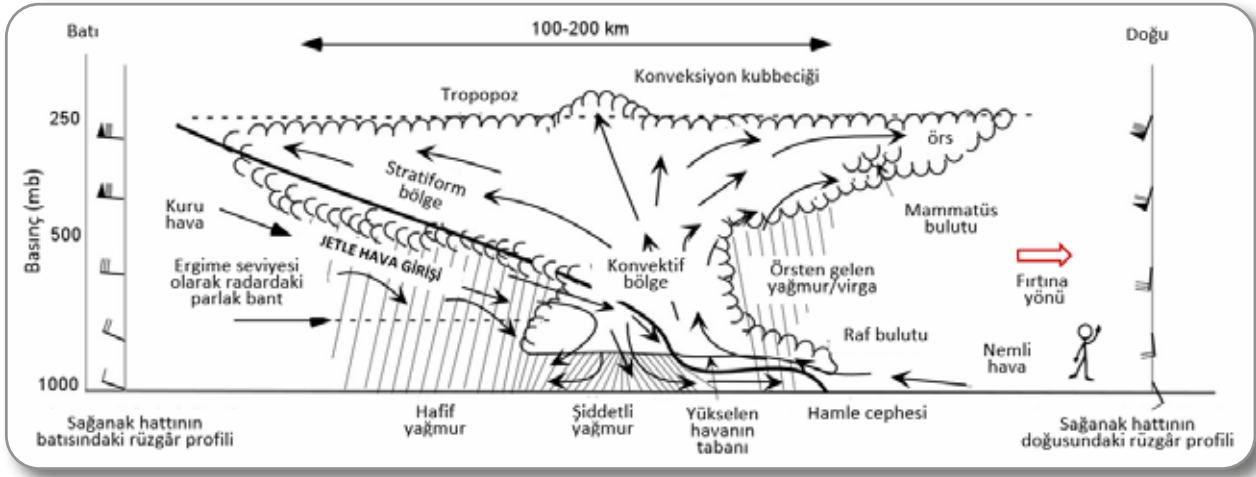
**Çok Hücreli Fırtına Kümeleri:** Tek hücreli fırtınanın her bir hücresi yaşam döngüsü içinde doğup ölürken başka bir tek hücreli fırtınanın oluşumuna neden olur. Bu tek hücre fırtınaları farklı yaşam evresinde bir küme hâlinde bulunan çok hücreli fırtına kümelerine neden olur. Çok hücreli fırtınalar orta büyüklükte dolu, ani sel ve zayıf hortumlar üretebilir.

Soğuyarak yeryüzüne çöken hava, bir hamle cephesiyle (wind gust front) önündeki sıcak ve nemli havayı yukarı kaldırarak yeni bir fırtına hücresinin oluşmasına neden olur. Bu yüzden bazen birbirini takip eden çok sayıda fırtına hücreleri aynı anda bir küme şeklinde görülebilir (Görsel 1.5.3). Bu fırtına, fırtına hücrelerinin dağılıma ve başlangıç aşamalarının peşi sıra oluşması gibi bir mekanizmaya sahiptir. Bu nedenle şiddetli hava şartları tek hücreli fırtınaya göre daha uzun bir süre kendi kendine devam edebilir. Böylece bu tür fırtınalar 2-4 saat kadar sürebilir.



Görsel 1.5.3: Çok hücreli fırtına kümesini oluşturan fırtınaların farklı yaşam evrelerinde bir arada bulunarak etkili olması

**Çizgisel Çok Hücreli Fırtınalar:** Bu fırtınalar genellikle soğuk cephenin önünde uzun bir çizgi boyunca tren katarı (vagonları) gibi sıralanmış birçok tek hücreli fırtınanın bir araya gelmesiyle oluşur. Aynı zamanda **sağanak hattı** olarak bilinir (Görsel 1.5.4). Bu fırtınalar küçük veya orta ölçekli dolu, zaman zaman ani sel ve zayıf hortumlar üretebilir.



Görsel 1.5.4: Çizgisel çok hücreli fırtına ya da sağanak hattı oluşturan fırtına hücrelerinden birinin yapısı

Fırtına, soğuk cephenin önündeki sıcak ve nemli havayı yukarıya doğru itirmesiyle tetiklenir. Yerden yükselen sıcak ve nemli hava, yukarı seviyede bir kapak görevi gören tropopozu kadar yükselebilen bir kümülönimbüs bulutunun oluşmasına neden olur (Görsel 1.5.4). Bu fırtınanın hareket yönünde yerde duran bir gözlemci, yaklaşan fırtınadan önce **mammatüs bulutu** ve onu takip eden hafif bir yağışla karşılaşır. Daha sonra da raf görünümlü **raf bulutu**yla karşılaşır. Hamle cephesinin neden olduğu rüzgâr; yerin ıslak, su, orman, çim ya da çıplak olup olmasına göre havaya toz kaldırır. Özellikle çıplak yüzeylerde büyük toz savrulması olursa buna **toz fırtınası** denir. Yükselen hava bölgesini şiddetli ve hafif yağmur takip eder.

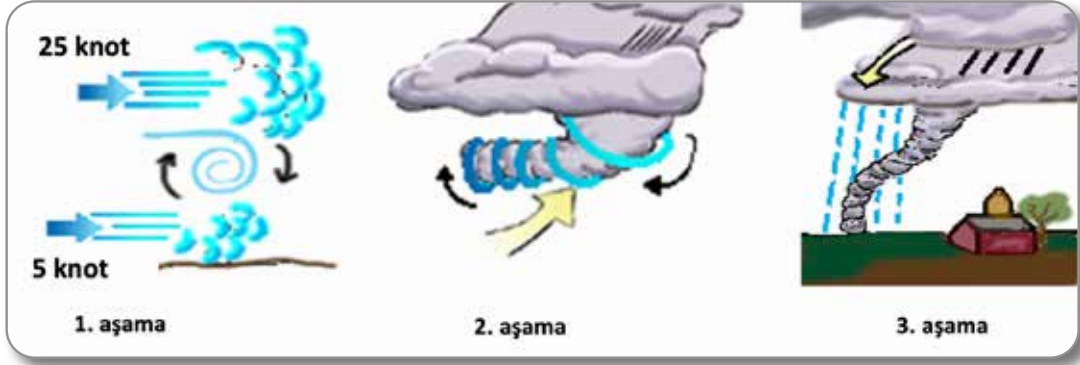
Bireysel fırtına hücreleri, soğuk cephenin önünde uzun bir fırtına hattında birbirine çok yakın durur. Uzun süreli şiddetli ve sürekli yağış bırakan uzun bir hat oluşturur. Bu hat üzerinde dolu ve/veya hortumlar oluşur. Bu fırtına hattı batıdan doğuya doğru düz bir yönde hareket ederse bir nokta üzerinden kısa bir süre içinde gelip geçmiş olur. Bazen fırtına hattı batıdan doğuya doğru hareket etmek yerine aynı nokta üzerinde güneybatı-kuzeydoğu yönünde hareket eder. Bu hareket sırasında birçok fırtına hücreleri, aynı nokta üzerinden tren vagonları gibi peş peşe geçer. Bu durumda, fırtınanın neden olduğu hasar çok daha büyük olur.





adını alır. Görünüşü yukarıdan sarkan fil hortumuna benzeyen bu huni şekilli bulut, aslında bir kümülönimbüs bulutunun aşağı sarkan kısmıdır. Yerden yukarıya doğru hızla dönen şiddetli fırtına, önüne çıkan her şeyi içine çekerek tahrip eder. Hortumlara üstten bakıldığında fırtınanın dönüş yönü genelde saat ibresinin tersinedir. Nadir olarak saat ibresi yönünde döndüğü de olur.

Hortumun oluşumuna neden olan faktörler, borana neden olan faktörlerin hemen hemen aynıdır. Yükseltme mekanizması, yer seviyesinden atmosferin orta seviyelerine kadar ulaşabilen sıcak ve nemli hava aynı zamanda borana neden olan faktörlerdir. Bunlardan farklı olarak hortumun oluşması için döndürücü bir etkiye ihtiyaç vardır. Dördüncü faktör rüzgârın farklı şiddetlere ya da farklı yönlerde sahip olması, diğer bir deyişle **rüzgâr kayması**dır (Görsel 1.5.7). Farklı yüksekliklerdeki rüzgârların farklı yönlerden esmesi hava sütununa yatay dönüş etkisi kazandırır. Süper hücreler genellikle rüzgâr yönünün yükseklikle saat yönünde dönmesiyle (veering) oluşur.



Görsel 1.5.7: Bir meteorolojik hortumun oluşum aşamaları

İlk aşamada yerden yukarıda fakat bulutun altında bulunan bir hava kolunu, farklı hızlarla esen rüzgârlar yüzünden iki farklı yükseklikte dönmeye başlar. İkinci aşamada dönmeye başlayan yatay hava kolunu, yükselerek buluta tabanından birleşip bir huni bulutu şeklini alır. Huni bulut zamanla kuvvetlenip gelişerek yere doğru inip yerle temas ettiği zaman hortum olur (Görsel 1.5.7).

Bazı hortum hızlarının 70 knotı geçtiği görülmüştür. Çoğu hortum birkaç dakika sürer ve ortalama 7 km yol alır. Hortumların 100 km'den daha fazla yol aldıkları ve varlıklarını saatlerce sürdürdükleri durumlar da vardır. Güçlü rüzgârlarıyla binaları yıkabilir, ağaçları kökünden sökebilir, gemideki yükü devirebilir, etrafa öldürücü olabilecek birçok şey savurabilir.

Hortumlar denizcilik sektöründe deniz araçlarından çok liman, marina, barınak gibi kıyı yapılarına daha fazla zarar verir. Bu yüzden denizcilik sektörü için kıyı yapıları planlanırken bölgenin hortum potansiyeli mutlaka dikkate alınmalıdır. Gerekirse planlama aşamasında yer değişimine gidilmelidir.

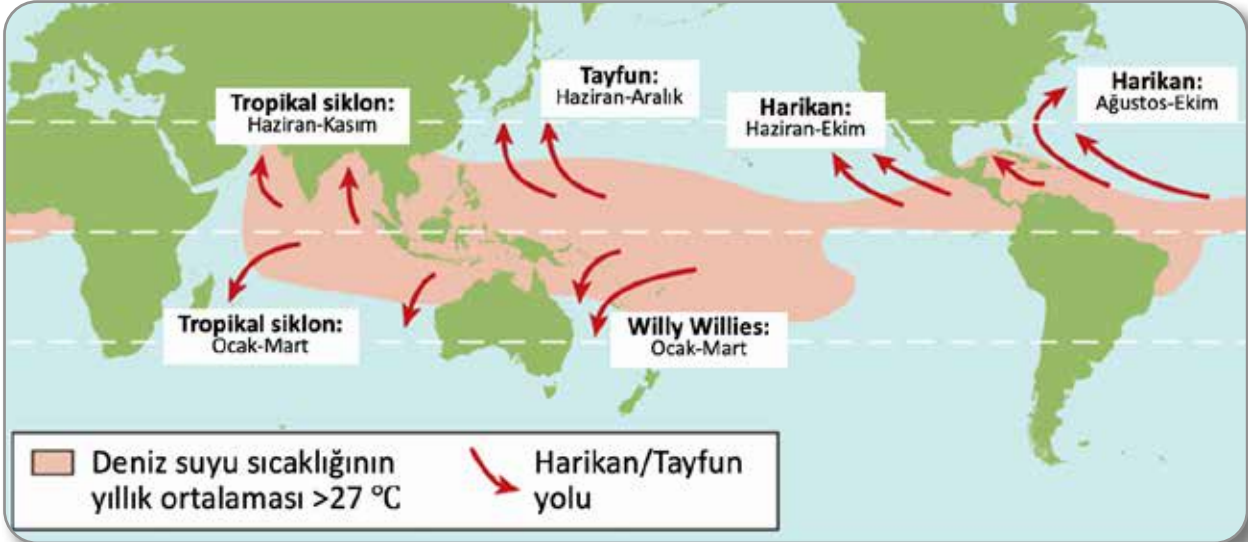
Su hortumları büyük gemilere çok zarar vermese de kayık, yelkenli, balıkçı teknesi, yat gibi küçük deniz araçlarına ciddi zarar verebilir. Bu yüzden hortum ve su hortumu uyarılarını dikkate almak, meteorolojik uyarıları dikkatle takip etmek, denizle temas hâlinde olmak alışkanlık hâline getirilmelidir. Özellikle güvertede deniz netasının yapılması önemlidir.

**Tropik siklonlar:** Kendi eksenini etrafında 129 km/saat hızla dönen tropikal rüzgârların oluşturduğu siklonlar [The tropical revolving storm (TRS)] gezegenin en şiddetli fırtınalarıdır. Bu şekilde tropiklerdeki maksimum rüzgârlar; hızları 60-110 km/saate ulaştığında **tropikal fırtına**, 110 km/saati aştığında da **tropikal siklon** olarak adlandırılır. Tropikal siklonlar Pasifik Okyanusu'nun kuzeyinde **harikan** (hurricane), Kuzey Pasifik Okyanusu'nun batısında **tayfun** (typhoon), Avustralya'da **willy-willies** (viliy-vilis), Hint Okyanusu'nda da sadece **siklon** olarak adlandırılır. Bunlar aynı yağmur gibi meteorolojik olaylardır ve isimleri yerel olarak farklıdır. **Tayfun** ya da **orkan** gibi genel adlarıyla kullanımı tercih edilmelidir.

Siklonlar, çok büyük bir alanı kaplar ve bir Mevlevî'nin etekleri gibi kendi etrafında döner. Bu tropikal fırtınaların bulut kümesinin ortasında çok büyük bir gözü (vortex) vardır. Tropikal bölgelerde su sıcaklığının 27 °C'yi geçtiği ve buharlaş-

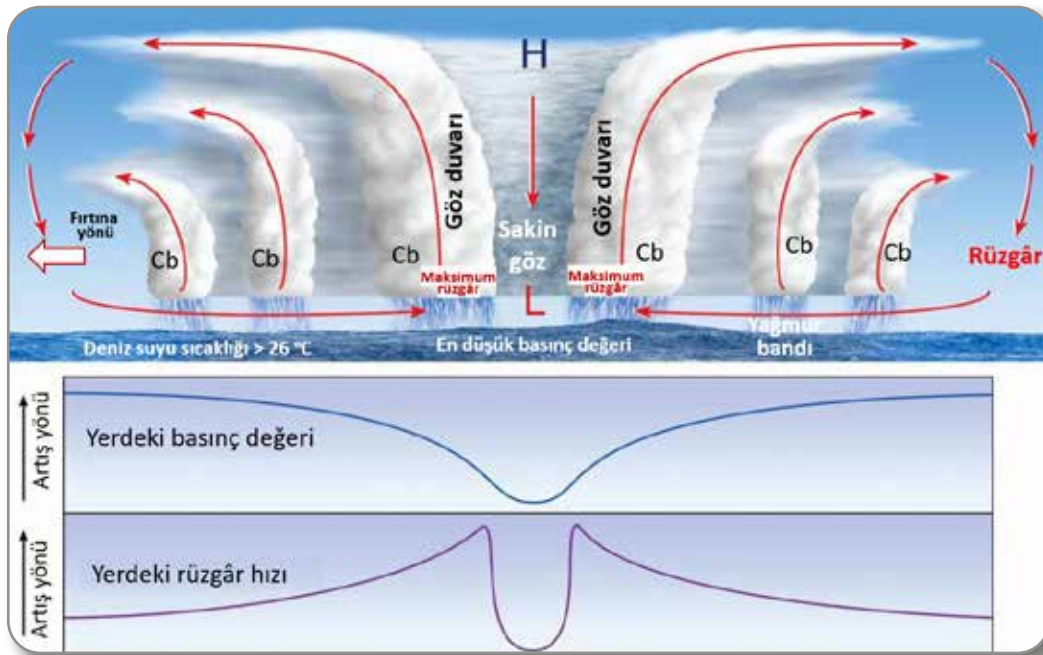


manın fazla olduğu yani fırtına oluşumu için gerekli olan gizli ısının atmosfere fazla taşındığı zamanlarda ortaya çıkar. Tropikal fırtınalar daha çok Coriolis etkisinin belirlemeye başladığı 5-20° kuzey ve güney enlemlerinde ortaya çıkar. Her iki yarı kürede dönme yönleri Coriolis etkisiyle farklı yönlere sapar. Tropikal fırtınalar, doğudan batıya gelen alizeler nedeniyle doğudan batıya doğru giderek ülkelerin genellikle doğu kıyılarını etkiler. Bu nedenle tayfunların hareket yönü, kendi eksenini etrafında batıdan doğuya doğru dönen Dünya'nın dönüş yönüne zıttır (Görsel 1.5.8).



Görsel 1.5.8: Tropikal fırtınaların oluşum bölgeleri, oluşum bölgelerine göre yerel adları, oluştukları mevsimler ve takip ettikleri genel yollar

Tropikal siklon, yerden tropopozaya kadar uzanan çevreden merkeze doğru farklı bulut tiplerinin görüldüğü bir bulut oluşumudur. Bu bulut kümesi deniz üzerinde çapı bazen 500 deniz milini bulan bir bölgede saat ibresi yönünde dönmeye başlar. Döngü; denize yakın alt kısımda Kuzey Yarım Küre'de saat ibresinin tersine, Güney Yarım Küre'de ise saat ibresi yönündedir. Bulut kümesinin tepesinde yani tropopozaya yakın kısımda ise döngü tam tersi yöndedir. Bulut tepesine hareket eden sıcak hava ile tepeden bulut tabanına hareket eden soğuk hava, bulutun merkezinde fırtınayı sürekli besler. Diğer bir ifadeyle siklon sisteminin merkezinde soğuk hava aşağıya doğru akarken sıcak hava ters yönde aşağıdan yukarıya doğru akar (Görsel 1.5.9).



Görsel 1.5.9: Tropikal siklonun önemli kısımları, öncesi, anı ve sonrasındaki basınç ve rüzgâr değişimi



Göze denk gelen alan, çevreye göre nispeten sakinidir. En şiddetli fırtınalar ve yoğun yağış **göz duvarının** altında kalan bölgelerde görülür.

Özellikle okyanuslarda belli bir seyir süresi, yol boyunca rüzgâr yönündeki değişime dikkat edilmelidir. Rüzgârın veering ya da backing yapmasına göre **tehlikeli yarım dairede** (dangerous semicircle) bulunup bulunulmadığı belirlenebilir (Görsel 1.5.10).

Tropikal fırtınaların hareket yönleri, oluştukları bölgedeki yüksek basınç merkezlerinin rüzgârlarından dolayı genellikle doğudan batıya doğrudur. Bununla birlikte tehlikeli ve güvenli çeyrek ya da yarım daireler belirlenirken fırtınanın takip ettiği yörüngenin çok değişken hatta kaotik olduğu unutulmamalıdır. Gemilerde seyir sırasında emniyetli yarım daireden geçilecek şekilde sefer planlaması yapılır (Görsel 1.5.10).

Tehlikeli ve güvenli yarım daireler sahip oldukları rüzgârın şiddetine göre de adlandırılmıştır. Örneğin görsel 1.5.11'de tehlikeli yarım dairede X ile gösterilen rüzgârın diğer **gemi seyrine uygun yarım dairede** (navigable semicircle) Z ile gösterilen rüzgârdan daha büyük olduğuna dikkat edilmelidir. Buradaki rüzgârların şiddeti, fırtınayla aynı yönde esip esmemesine (bu iki hızın bileşkesine) bağlıdır. Bu rüzgârlar gerçek rüzgâr değeri değildir. Çünkü X noktasında esen yerel rüzgârların yönü fırtınanın yönüyle aynı olduğu için;

$$\text{Bağıl rüzgâr hızı} = \text{Fırtına hızı} + \text{Yerel rüzgâr hızı}$$

şeklinde hesaplanır.

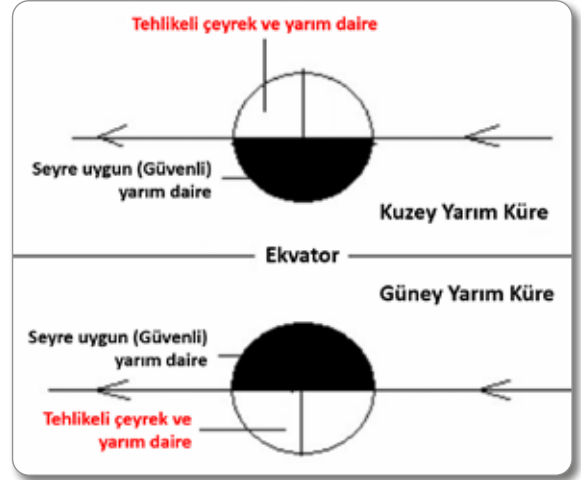
Bu da bu bölgenin tehlikeli rüzgârlara sahip olmasına neden olur. Fakat Z noktasındaki yerel rüzgârların yönü fırtınanın yönüne ters olduğu için;

$$\text{Bağıl rüzgâr hızı} = \text{Fırtına hızı} - \text{Yerel rüzgâr hızı}$$

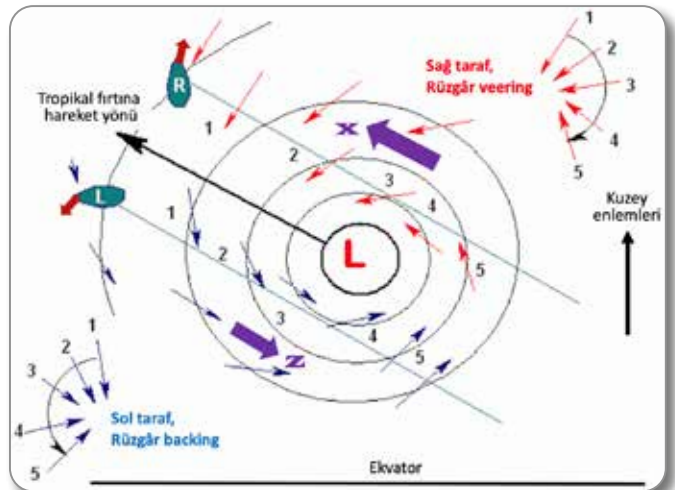
şeklinde hesaplanır.

Hızının X noktasındaki rüzgâra göre daha düşük olması, bölgenin güvenli olmasını sağlar.

Görsel 1.5.11'de Kuzey Yarım Küre'de kuzeybatıya doğru bir rota izleyen tropikal siklon ve önünde bulunan iki gemi örnek olarak gösterilmiştir. Siklonun sağ tarafındaki tehlikeli yarım dairede 1'den 5'e kadar numaralandırılmış olan rüzgârın esiş yönünün giderek antisiklonik harekete döndüğüne yani veering yaptığını dikkat edilmelidir. Siklonun sol tarafındaki güvenli yarım dairede 1'den 5'e kadar numaralandırılmış olan rüzgârın esiş yönü ise giderek siklonik harekete dönmekte yani backing yapmaktadır. Daha önce açıkladığı gibi rüzgârın veering yaptığı yerde (tehlikeli yarım dairede) hava sıcaklığı sıcak hava adveksiyonu nedeniyle artar. Yani hava ısınır yükselerek fırtınaya döner. Benzer şekilde tropikal fırtınanın sol tarafında (güvenli yarım daire ve rüzgârın backing yaptığı bölgede) ise soğuk hava adveksiyonu bulunur. Soğuyan hava çöktüğü için bu bölgede hava bulutsuz, yağışsız, sakin ve kararlı bir hâl alır.



**Görsel 1.5.10:** Kuzey ve Güney Yarım Küre'de tropikal siklonların hareket yönüne göre tehlikeli çeyrek, tehlikeli yarım daire ve gemi seyrine uygun (güvenli) yarım dairenin enlemlere göre yerlerinin şematik gösterimi



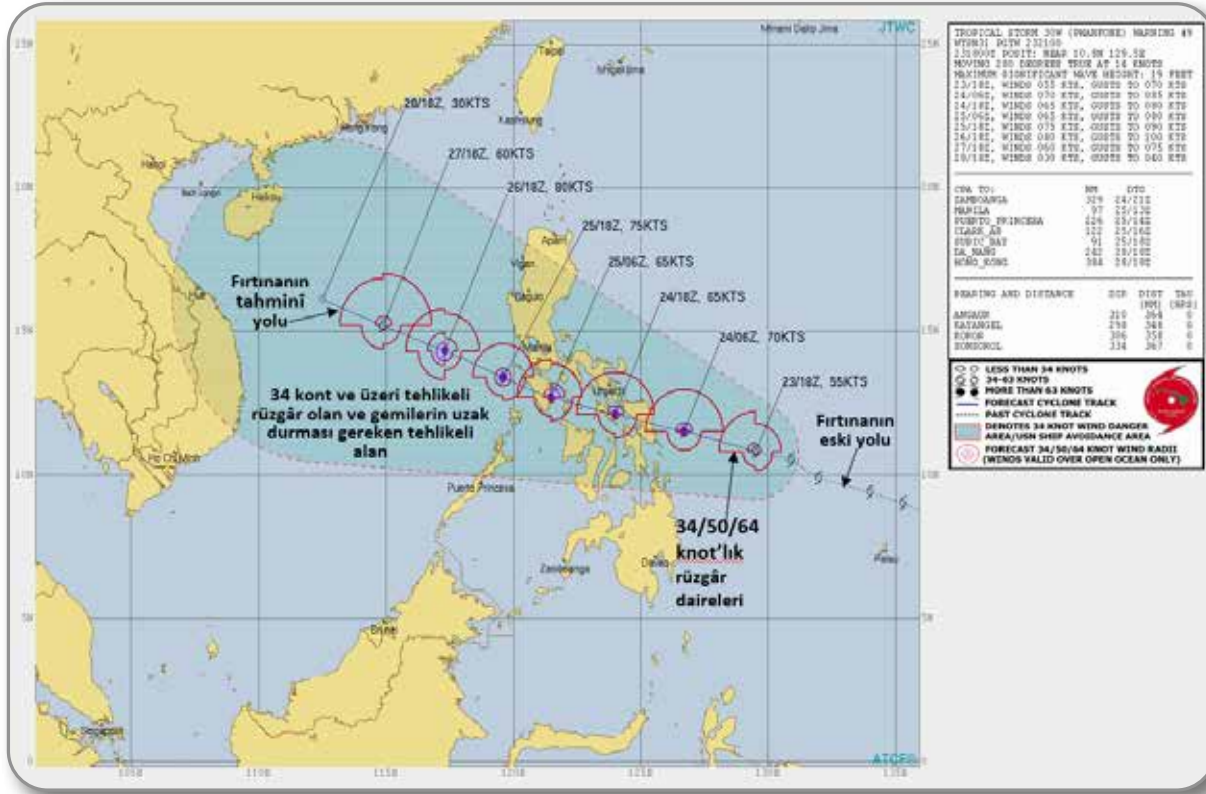
**Görsel 1.5.11:** Kuzey Yarım Küre'de tropikal bir siklonda tehlikeli ve tehlikesiz yarım dairelerde rüzgâr dönmesi, fırtına yönü ve gemilerin sağa (R) ve sola (L) dönmesi gereken yerlerin şematik gösterimi [Tropiklerde, siklonların (orta enlemlerdekinden farklı olarak) doğudan batıya doğru hareket ettiğine dikkat edilmelidir.]





Gemiler için hava esaslı rota oluşturulurken öncelikle aşağı enlemlerdeki tropik sistemler, orta ve yüksek enlemlerdeki alçak basınç sistemlerine tek tek bakılır. Sonra da ikincil alçak basınç merkezleri gibi tropik, orta ve yüksek enlemlerdeki sistemlerin birleşmesiyle oluşan hava ve deniz şartlarından kaçınmaya odaklanılır. Hava durumuna göre rota belirlemede tropik siklonlara ne kadar dikkat edilirse edilsin bu bölgede rota planlamak zordur. Bu zorluk gemi trafiğinin tropikal sistemin bulunduğu enlemlerde yoğun olmasından kaynaklanır. Bu nedenle olası tropik siklon oluşum alanlarından kaçınmak için 6 saat arayla 24 saat boyunca uyarılar yapılır (Görsel 1.5.12).

Tropikal fırtına merkezinin tarih/saat ve konumu alınarak fırtınanın yönü işaretlenir ve hızı (knot) yazılır. Fırtına gözünün çapı deniz mili cinsinden ifade edilir. Üç kategoride dört çeyrek daireyle birlikte maksimum rüzgârın yarıçapı  $\geq 64$  nm (deniz mili),  $\geq 50$  nm ve  $\geq 34$  nm olarak çizilerek gösterilir (Görsel 1.5.12).



Görsel 1.5.12: Bir tropikal fırtınaya ait uyarı örneği (Tehlikeli yarım daire ve 12 saatlik aralıklarla fırtınanın zamanla hareket yönündeki belirsizlik nedeniyle işaretlenen alan büyür.)

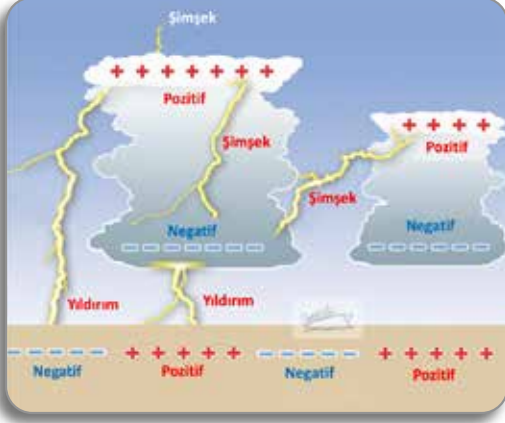
Tayfunlar oldukça büyük ve geniş alanları etkileyen bir ya da iki hafta yaşayabilen uzun süreli tropikal fırtına oldukları için bir anda ortaya çıkmazlar. Tayfun bir bölgeye gelmeden önce bazı işaretler ortaya çıkar ve uydulardan aşama aşama kolayca takip edilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, sürekli bir gözlem birimi ve sisteminin var olmasıdır. Her şeye rağmen tayfuna yakın bir alandan geçme zorunluluğu varsa tropikal fırtına uyarıları takip edilmelidir.

Tropikal fırtına uyarıları **EGC SafetyNet üzerinden** gemilere rapor olarak gönderilmektedir. Bu yüzden hava raporları dikkatle incelenmeli ve rotanın geçeceği **METAREA** veya **NAVAREA** belirlenmelidir. Eğer mevsimsel olarak orta enlemlerde tropikal fırtına bekleniyorsa rota hazırlanırken bu uyarılar dikkate alınmalıdır.

### 1.5.3. Elektrik Fırtınaları

Dünya'da bir saniyede çok sayıda şimşek ve yıldırım oluşur. Yıldırım, yüksek amperlerde elektrik akımı oluşturur ve çarpması hâlinde hayvanlar ve insanlar elektrikle yüklenir. Bu nedenle insanlar ve cisimler için birinci derecede tehlikelidir, önemli can ve mal kayıplarına neden olur. Ayrıca yıldırım ailesinden sayılan ve denizciler arasında yaygın olarak bilinen yıldırım ve şimşeğe ilave olarak bir de **Aziz Elmo'nun ateşi** vardır.

Atmosferde en yaygın elektrik yükü boşalma türü; bulut içinde, buluttan dışarıdaki açık havaya ya da buluttan buluta oluşan **şimşek**lerdir. Buluta dışından bakıldığında titreşen parlaklığın bir yayılımı olarak görülür. En tehlikeli ve hasar verici olan **yıldırım**, bulutla yer arasındaki elektrik yükü boşalımdır (Görsel 1.5.13).



**Görsel 1.5.13:** Bulut içinde, buluttan buluta ve buluttan yere olan elektrik yükü boşalma şekilleri

**Yıldırım:** Bir elektrik akımıdır. Boran gibi düşey gelişimli fırtına bulutlarındaki buz kristalleri ve su damlacıkları sürekli çarpışır. Çarpışma sırasında meydana gelen sürtünme, bulutların statik elektrikle yüklenmesine neden olur.

Bulutların içinde biriken elektrik yükü, akünün kutup başları gibi artı (+) ve eksi (-) biçimde konuşlanır. Artı olanlar üstte, eksi olanlar altta bulunur. Eksi kısmı yeterince şarj olduğunda bulutların enerjisi ortaya çıkar. Enerji havadan geçerek zıt şarj kutbuna ulaşır, serbest kalır ve fırlar. Bu, **lider akın** (öncü inme) olarak da adlandırılır. Lider akın buluttan yer yüzeyine ya da bir buluttan başka bir buluta geçer. Yıldırımın neden zikzak şeklinde hareket ettiği kesin olarak bilinmemektedir. Çıkan öncü enerji, toprağa ulaşıp buluta geri döner ve **yıldırımın** parlaması görünür. Aynı zamanda burada hava aniden ısınır ve hızlı bir şekilde yayılır. Bu ani sıcaklık değişimi gök gürültüsünü oluşturur.

**Gemilerin Yıldırımdan Korunması:** Açık denizde seyir hâlindeki gemi, çevresine göre çok daha fazla yıldırıma maruz kalmaktadır. Bir çalışmada Kuzeydoğu Hint Okyanusu ve Güney Çin Denizi'ndeki gemi seyir hattına, çevresindeki benzer iklim verilerine sahip bölgelere göre iki kat fazla yıldırım düştüğü belirlenmiştir. Yıldırımlar, Kuzeydoğu Hint Okyanusu'nda kasım-nisan arasında yoğunlaşırken Güney Çin Denizi'nde nisan-aralık arasında daha çok görülmüştür.



**Görsel 1.5.14:** Geminin en üst noktasından yukarıya uzanan metal direk

Gemide yıldırımdan korunmak için hedef, yıldırımla buluttan gemiye taşınan elektriğin bir an önce ve güvenli bir şekilde topraklama görevi göreceği şekilde suya iletilmesidir. Aksi takdirde yıldırım sonucu gemide yangın çıkması, tüm haberleşme sistemlerinin bozularak kullanım dışı kalması söz konusudur. Yıldırımın tehdit derecesi, geminin yapımında kullanılan materyale bağlı olarak değişir. Geminin seyir hâlinde olması; tersane, liman ve barınak gibi bir alanda bulunmasına göre yıldırım düşme riski değişir.

Omurgası metal (çelik veya alüminyum) olan teknelerde doğal bir **Faraday kafesi** oluşur. Bu oluşum, yıldırıma karşı koruma sağlar. Temel yaklaşım, yıldırımın gemideki en yüksek direk veya antenden en az 15 cm daha uzun bir metal direkle henüz gemiye ulaşmadan

yakalanmasıdır. Bunun için bu uzun metal direğe geminin baş ve kıç bölgelerinden çelik tel halatlar bağlanır (Görsel 1.5.14). Böylece yıldırım gemiye ulaşmadan yakalanmış ve suya taşınmış olur.

**Aziz Elmo'nun Ateşi:** Bir fırtına sırasında köprü üstünden güverteye bakılınca mavi alevlerle parlayan bir lamba direği görülürse hemen yangın alarmı verilmemelidir. O an için direğin bir tıslama sesiyle yandığı düşünülebilir ama aslında yanmaz. Yangın hortumundaki su bu alevi söndürmez. Bu, Aziz Elmo'nun ateşidir (gemici nuru). Gök gürültülü fırtınalar sırasında bazen sivri cisimlerin yakınında görülen kısa süre devam eden mavi bir parlalıdır.

Aziz Elmo'nun ateşi, fırtınanın altındaki zemin elektrik yüklü olduğunda ve havadaki bulut ile yer arasında yüksek voltaj farkı olan fırtına sırasında görülür. Voltajın hava moleküllerini parçalaması sonucunda ortaya çıkan gaz moleküllerinin parlamasıyla oluşur.

Gerçekte hiçbir şeyi yakmadığı için kendi başına tehlikeli değildir fakat içinde olduğu fırtına, tehlike potansiyeli taşır. Bununla birlikte Aziz Elmo'nun ateşinin oluştuğunda tüketileceği elektrik, geminin elektrik tesisatı tasarlanırken düşü-



nülmelidir. Bu etkiyi en aza indirmek için uzun mesafe güç hatlarının kule ve direk uçları gibi sivri kısımlarının etrafına **korona halkaları** takılır.

#### 1.5.4. Fırtına Uyarı İşaretleri ve Raporları

Dünyanın her yerinde ulusal meteoroloji müdürlükleri şiddetli hava olayları için uyarı mesajları yayımlar. Uyarı mesajları basın yayın organlarına ek olarak denizcilik sektörü gibi özel alanlara yönelik özel uyarı yöntemleriyle de yapılır. Gemi-lerde meteorolojik uyarılar her zaman takip edilir (Tablo 1.5.1).

**Tablo 1.5.1:** Seattle Ulusal Meteoroloji Servisi Tarafından Yayımlanmış Bir Fırtına Uyarı Mesajı (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

```
246
WHUS76 KSEW 180451
MWWSEW

URGENT - MARINE WEATHER MESSAGE
NATIONAL WEATHER SERVICE SEATTLE WA
851 PM PST SUN JAN 17 2010

PZZ150-153-156-170-173-176-181300-
/O.UPG.KSEW.GL.W.0087.000000T0000Z-100118T2300Z/
/O.NEW.KSEW.SR.W.0003.100118T0451Z-100118T2000Z/
COASTAL WATERS FROM CAPE FLATTERY TO JAMES ISLAND OUT 10 NM-
COASTAL WATERS FROM JAMES ISLAND TO POINT GRENVILLE OUT 10 NM-
COASTAL WATERS FROM POINT GRENVILLE TO CAPE SHOALWATER OUT 10 NM-
COASTAL WATERS FROM CAPE FLATTERY TO JAMES ISLAND 10 TO 60 NM-
COASTAL WATERS FROM JAMES ISLAND TO POINT GRENVILLE 10 TO 60 NM-
COASTAL WATERS FROM POINT GRENVILLE TO CAPE SHOALWATER 10 TO
60 NM-
851 PM PST SUN JAN 17 2010

...STORM WARNING IN EFFECT UNTIL NOON PST MONDAY...

THE NATIONAL WEATHER SERVICE IN SEATTLE HAS ISSUED A STORM
WARNING... WHICH IS IN EFFECT UNTIL NOON PST MONDAY. THE GALE
WARNING IS NO LONGER IN EFFECT.

PRECAUTIONARY/PREPAREDNESS ACTIONS...

A STORM WARNING MEANS WINDS OF 48 TO 63 KNOTS ARE IMMINENT OR
OCCURRING. RECREATIONAL BOATERS SHOULD REMAIN IN PORT OR TAKE
SHELTER UNTIL THE WINDS AND WAVES SUBSIDE. COMMERCIAL VESSELS
SHOULD PREPARE FOR VERY STRONG WINDS AND DANGEROUS SEA
CONDITIONS... AND CONSIDER REMAINING IN PORT OR TAKING SHELTER IN
PORT UNTIL WINDS AND WAVES SUBSIDE.

&&

$$
```

Tablo 1.5.1'de görüldüğü gibi en üstte mesaj numarası sonra mesajı gönderen kurumun kodları yer alır. Mesajın önceliği ve türü belirtilir. Burada **ACELECİLİK-DENİZ HAVA DURUMU MESAJI** ifadesi yer alır. Sonra mesajın yayımlandığı birim, tarih ve saat yer alır. Daha sonra uyarının geçerli olduğu bölgeler, deniz haritalarında yer alan isimler dikkate alınarak sıralanır ve uyarının geçerli olduğu bölgenin sınırları tam olarak belirtilir. Tarih ve saat tekrar belirtildikten sonra mesajın içeriği ve geçerlilik süresi belirtilir. Buradaki örnekte pazartesi öğleden sonraya kadar fırtına uyarısı yapılmıştır. Hemen devam eden satırda ise şiddetli rüzgâr uyarısının artık geçerli olmadığı belirtilmiştir. Önlem alınması ve hazırlık yapılması ayrı bir satır olarak vurgulanır.

Son paragrafta fırtınanın şiddeti belirtilir. Bu örnekte fırtınanın;

- 48-63 knot şiddetinde olacağı,
- Küçük yatların ve teknelerin liman ve marinalardan çıkmamaları gerektiği,
- Ticari gemilerin şiddetli fırtına ve deniz şartlarını dikkate alarak hazırlıklı olmaları,
- Yakınlarında bir liman veya koy varsa hava (rüzgâr ve dalga sakinleşinceye) kalıncaya kadar oraya sığınmaları gerektiği ifade edilmiştir.

### ETKİNLİK

**Hortumun Oluşma İşaretlerini Anlamak:** Görsel 1.5.5'te süper hücreli fırtınanın düşey yapısı verilmiştir. Bu şeklin NE yönünde çubuk adam şeklinde bir gözlemci bulunmaktadır. Bu gözlemci, bir hortumun üzerine doğru gelip gelmediğinin cevabını arıyor olsun. Hortum oluşmadan önce havada meydana gelen değişiklikler genellikle şu şekilde sıralanır:

- Karanlık ve yeşilimsi bir gökyüzü
- Kendi etrafında dönen büyük ve alçak bulutlar
- Mammatüs bulutları
- Şiddetli gök gürültüsü
- Barometrik basınçta meydana gelen ani düşüş
- 48-55 knot üzerinde rüzgâr hızı
- İri dolu taneleri (Dolu tanelerinin büyüklüğü hortumun şiddetinin büyüklüğünü işaret eder.)
- Bulutun altında, yerde toz kaldıran hamle bulutu

**Bu maddelere ve görsel 1.5.5'e göre yapılan gözlemleri, güverte jurnalindeki hangi kayıtlarla mutlaka karşılaştırmanız gerekir? Maddeler hâlinde sayarak açıklayınız.**

### ETKİNLİK

**Fırtınanın Türünü Belirlemek:** Uzun yıllar önce Ertuğrul adlı Türk savaş gemisi İstanbul'dan hareket edip değişik liman ve kazalara uğrayarak 11 ay sonra 17 Haziran 1890'da Japonya'nın Yakohoma Limanı'na ulaşır. Amiral Osman Paşa uygun rüzgârları bekleyerek (tasarruf tedbirleri nedeniyle) üç ay sonra İstanbul'a yelken açar. Fakat üçüncü gün, beklediğinden çok fazla ve belki de o ana kadar hiç görmedikleri kuvvette bir rüzgârla karşılaşır. Ekvator'dan habersizce gelen fırtına nedeniyle Ertuğrul gemisi 15 Eylül 1890'da Ooshima adası yakınlarında kayalara çarparak batar. O şiddetli hava ve deniz şartlarında Japonlar, 596 Türk levendini kurtarmak için gözlerini kırpmadan canlarını tehlikeye atar. Kurtarılan 62 denizci, Japon İmparatoru Meiji'nin iyi niyet mektubu ve hediyeleri bir Japon firkateyniyle İstanbul'a getirilir. II. Abdülhamid de Japon denizcilere 40 gün Dolmabahçe Sarayı'nı tahsis eder. Bu olay, asırlarca akıllarda ve gönüllerde yer eder.

**Sizce bu, ne çeşit bir fırtına olabilir?**





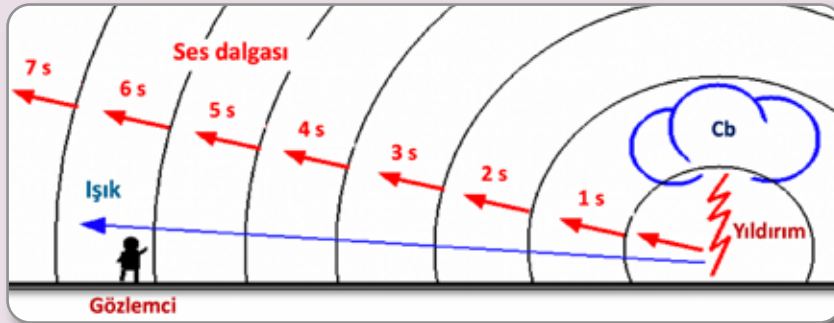
## ETKİNLİK

**Barometre Okumasını Anlamlandırmak:** Amerika'da Atlas Okyanusu'nun kıyısında yaşayan balıkçı, atmosfer basıncını takip edebilmek için bir barometre ısmarlar. Barometre günlük güneşlik bir günün sabahı postacı tarafından kendisine teslim edilir. Balıkçı barometre iğnesinin tayfun oluşturabilecek bir basınç değeri gösterdiğini görür. Barometreyi sallar ama barometrenin iğnesi inatla aynı basınç değerini göstermeye devam eder. Balıkçı barometrenin bozuk olduğunu düşünerek hemen onu geri götürmek üzere hayli uzakta bulunan şehirdeki postanenin yolunu tutar. Bir gün sonra geri dönünce kulübesinin yerinde olmadığını görür. 21 Eylül 1938'de kulübe adsız bir tayfun tarafından yok edilmiş ve çevrede 700 kişi ölmüştür.

**Sizce barometre kaç mb'lık bir basınç değeri göstermiş olabilir? Diğer bir deyişle barometrenizde kaç mb'lık bir değer gördüğünüzde onun bir tayfun olduğunu düşünürsünüz? Bu soruyu cevaplayabilmek için Genel Ağ'da tayfunların merkezindeki tahmini basınç değerlerini araştırınız.**

## ETKİNLİK

**Yıldırımın Tehlike Mesafesini Hesaplamak:** Bir yıldırım ya da şimşeğin çaktığı nokta ile onun gözlemediği noktasındaki mesafeyi hesaplamada basit yöntemler kullanılabilir. Şimşek ya da yıldırım ile gök gürültüsü bulutta aynı anda oluşur. Burada ses hızı ile ışık hızının birbirinden farklı olduğuna dikkat edilmelidir. Sesin hızı, ışık hızından daha yavaştır (Bu yüzden şimşek/yıldırımın ışığı, onun gök gürültüsü duyulmadan görülür.) Diğer bir deyişle yıldırım ya da şimşeğin ışığı hemen görebilmesine rağmen onların gök gürültüsünün sesi birkaç saniye sonra duyulur. Yıldırım veya şimşeğin ışığını gördükten sonra gök gürültüsünün duyulması için geçen süre ne kadar fazlaysa fırtına da o kadar uzaktadır (Görsel 1.5.15).



**Görsel 1.5.15:** Gök gürültülü bir fırtınada oluşan yıldırımın ışık ve gök gürültüsünün bir gözlemciye ulaşmasının şematik gösterimi

Ses hızının yaklaşık 340 m/s olduğu düşünülerek hesap yapılmalıdır. Bu durumda yıldırım veya şimşek ışığı görüldükten sonra sesin duyulduğu ana kadar geçen süre tutulur. Bu süre 340 m ile çarpılırsa oluşumun kaç metre uzakta olduğu bulunur. Örneğin ışık ile gök gürültüsü arasında 3 saniyelik bir fark olsun ya da ışık görüldükten sonra sayılmaya başlansın. "Üç" dendiği anda gök gürültüsü duyulsun. Bu durumda yıldırım ya da şimşeğin 1.020 metre yani yaklaşık 1 km uzakta olduğu hesaplanır. Deniz mili cinsinden ifade etmek gerekirse yaklaşık beş saniyede bir deniz miline denk gelir.

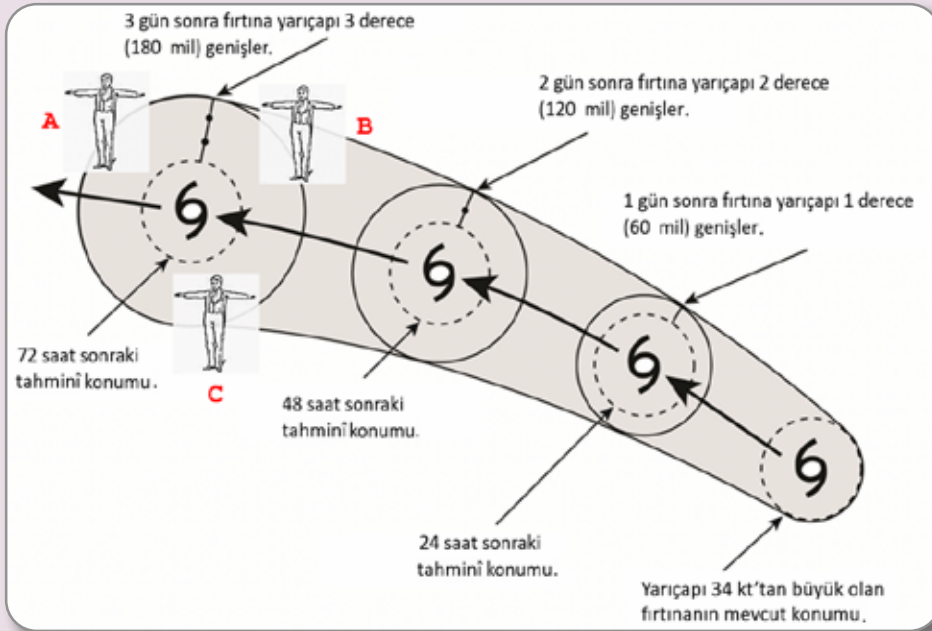
Bu nedenle şimşek ya da yıldırımın ışığını gördüğünüzde, gök gürültüsü size ulaşana kadar geçen süreyi saat tutarak bir taraftan da "bin bir, bin iki, bin üç, bin dört ..." şeklinde sayarak belirlemeye çalışınız. Sonra da tespit ettiğiniz süreye göre şimşek veya yıldırımın sizden ne kadar uzak olduğunu mil ve metre olarak hesaplayınız. Eğer ışık ile ses arasındaki süre örneğin **30 saniyeden** daha az ise dışarıda bulunmanız hâlinde yıldırım çarpma **tehlikesindediniz** demektir.

**Bu durumda 40 saniye sonra sesi gelen yıldırımın sizin için tehlike yaratmaya başlayacağı yaklaşma mesafesini hesaplayınız. Bu kadar uzaktaki bir gök gürültülü fırtınanın gerçekten sizin için tehlikeli olabileceğini hiç düşünmüş müydünüz? Tartışınız.**

## ETKİNLİK

**Denizcinin Tehlike Kuralı:** 1-2-3 kuralı, denizcilerin tropikal bir fırtına yolundan uzak durmaları için izledikleri önemli bir kılavuzdur. Hızı 34 knot ve üzeri fırtınanın sırasıyla 24 saatte 100, 48 saatte 200 ve 72 saatte 300 deniz mili çapına ulaştığı varsayılır. Bu varsayım üzerinden kaçınılması gereken tehlike alanları tespit edilir. Daha sonra da Ulusal Hürkan Merkezi (NHC) tarafından yayımlanan maksimum tropikal fırtına yarıçapı tahminini yansıtacak şekilde her bir daire genişletilir (Görsel 1.5.16).

Bu kural, denizcilerin bir fırtınanın 34 knot rüzgârlarının en dış yarıçapından kaçınmaları gerektiğini söyleyen **34 knot kuralıdır**. Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) tarafından 34 knot rüzgâr hızı kullanılır. Çünkü rüzgâr hızları bu güce ulaştığında okyanus durumu değişecek ve geminin hareketliliğine daha az izin verecektir. Rüzgârlar 34 knota ulaştığında bir geminin fırtına yolundan çıkış yolunu bulma olasılığı azalır. Minimum mesafede kalarak denizcilerin herhangi bir tropikal fırtına veya tayfundan uzakta olması gerekliliği, son 10 yılın tayfun yollarına bakılarak formüle edilmiştir. Bununla beraber denizciler ve diğer kişiler, fırtınalarda bu kuralda ve havada ani değişiklikler olabileceğini her zaman hesaba katmalıdır. Denizciler tropikal bir fırtına öngörüldükten sonra pozisyon alıp **1-2-3 kuralını** uygulayıp **tehlike bölgesi** olarak bilinen bölgeden kaçınırlar.



**Görsel 1.5.16:** Denizcilerin "1-2-3 kuralı" ile tropikal fırtınaların yolu ve gözünden uzak durma rehberi (A, B ve C noktasında gösterilen hayali gözlemciler Kuzey Yarım Küre'de.)

Gemide fırtına uyarısı alındıktan sonra ilk yapılması gereken olabildiğince fırtınanın merkezi olarak bilinen fırtına gözünden uzak durmaktır. Fırtına gözü "güçlü bir tropikal siklonun merkezinde düşük basınçlı, hafif rüzgârlı, bulutsuz yağışsız veya parçalı tabakalı bulutlarla tanımlanan çapı 10 ila 150 km arasında değişen sakin alan" olarak tanımlanır. Fırtına gözünü tahmin etmek için **Buys Ballot yasasına** göre önce gerçek rüzgâr yönü bulunur. Bu yasaya göre alçak basınç merkezi, Kuzey Yarım Küre'de rüzgâr arkaya alındıktan sonra 15 derece kadar sağa döndüğünde yaklaşık olarak sol kol hizasında kalır. Güvenli geçiş için alçak basınç merkezinden yaklaşık 250 mil uzakta kalınması tavsiye edilir.

Bu etkinlikte görsel 1.5.16'daki Kuzey Yarım Küre'de bulunan bir fırtınanın kenarlarına A, B ve C şeklinde üç hayali gözlemci konulmuştur. **Buys Ballot yasasına** göre bu gözlemciler gerçek rüzgâr yönünü belirleyip fırtına gözünün yerini belirlemek istiyor.

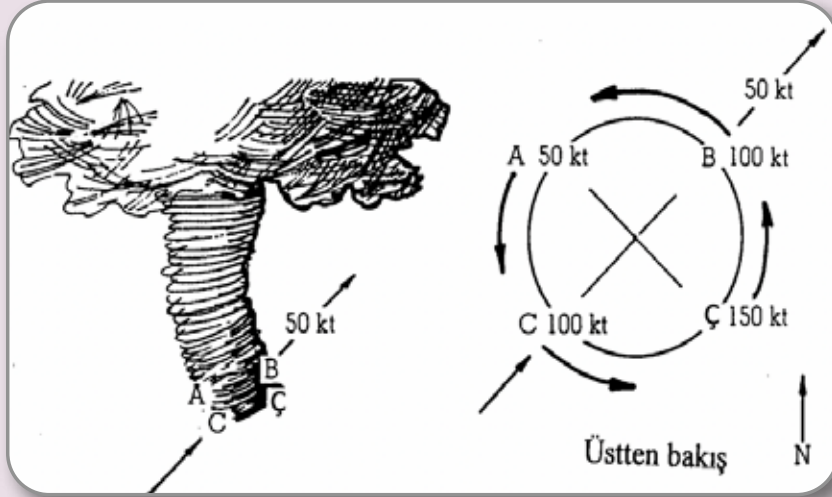
**Her bir noktadaki gözlemcinin yüzü hangi yöne bakmalıdır? Derece olarak her bir nokta için belirleyiniz.**



## ETKİNLİK

**Hortum ve Tayfunlarda Tehlikeli Bölge:** Hortumlar tayfunlara göre çok daha küçük ölçekte olsalar bile benzer şekilde tehlikeli çeyrek ve yarım dairelere sahiptir.

Tayfunlarda olduğu gibi hortumların merkezindeki basınç da etrafını çevreleyen havadan 100 mb ve daha fazla düşük olabilir. Hortum, güneybatıdan yaklaştığı sırada onun en güçlü rüzgârları, kendisinin güneydoğu kısmındadır. Bunun nedeni görsel 1.5.17'de görülebilir. Eğer hortumun dönüş hızı 100 knot ise onun 50 knotluk ilerleme hızı, güneydoğu kısmındaki dönüş hızını 50 knot daha artırır (Ç pozisyonu). Kuzeybatıdaki (A pozisyonu) dönüş hızı ise 50 knota düşer. Diğer bir deyişle hortuma, güneybatıdan yaklaşıldığı sırada onun en güçlü rüzgârları kendisinin güneydoğu kısmındadır.

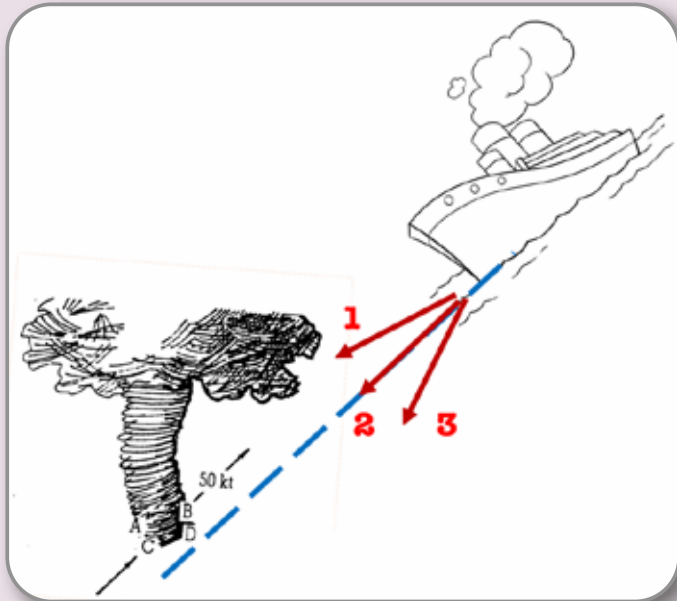


**Görsel 1.5.17:** Kuzey Yarım Küre'de hortumların toplam rüzgâr hızı, bir kenarında diğer kenarından daha fazladır. Hızla giden bir hortumla karşılaşınca en kuvvetli rüzgârlar sol tarafta olacaktır (Ahrens, 1988).

Görsel 1.5.17'de Hortumun sağ ve sol tarafında oluşan rüzgâr hızları arasında üç katı kadar fark olduğu görülür.

Görsel 1.5.18'e göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Seyir hâlindeyken tam rotanız üzerinde ve yakınızdaki size doğru 50 knotluk bir rüzgârla gelen hortumla aniden karşı karşıya kalsanız rotanızı kaç derece ve hangi yöne (1, 2, 3) değiştirirsiniz? Neden?
2. Eğer hortum gemiye pruvadan değil de iskele tarafından gelecek olursa alabora olma ihtimaliniz ve kaçma şansınız olsa rotanızı nasıl çizerdiniz? Neden?
3. Benzer bir şekilde ama bu sefer limanda demirliyen kaçamadığınız bir hortumun size görsel 1.5.17'de A, B, C ve Ç harfleriyle gösterilen hangi yönden vurmasını tercih edersiniz?

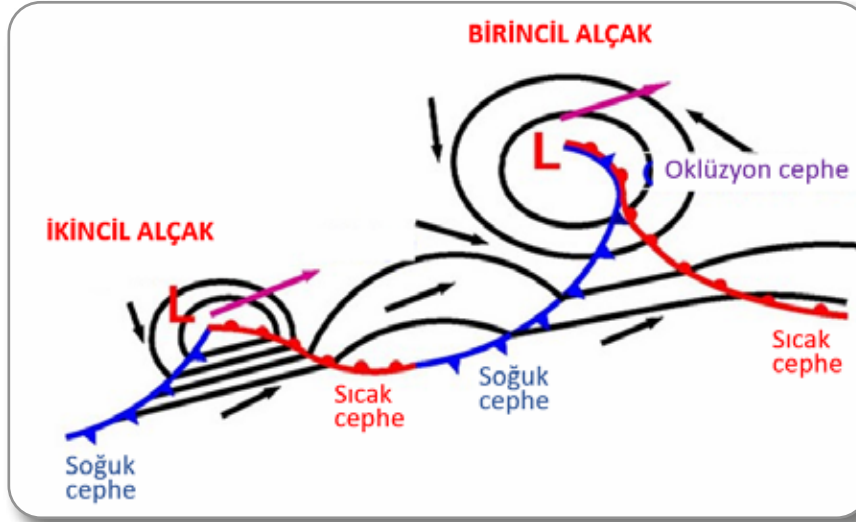


**Görsel 1.5.18:** Kuzey Yarım Küre'de deniz üzerinde 50 knotluk rüzgârla gemiye doğru gelen bir hortum

## UYGULAMA 1.5.1

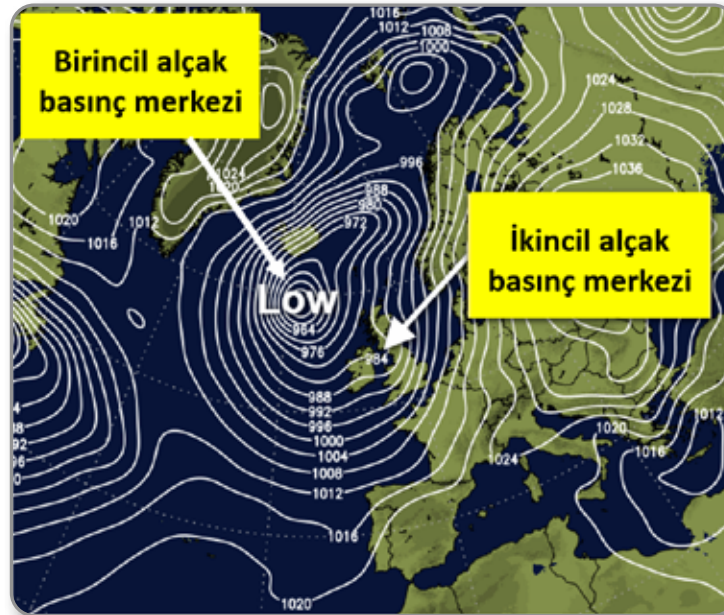
### İKİNCİL ALÇAK BASINÇ MERKEZİ (SECONDARY LOW/DEPRESSION)

Özellikle yüksek enlemlerde alçak basınç merkezleri bazen aileler şeklinde karmaşık yapılar oluşturur. **Kuzey Yarım Küre'de** genellikle birincil alçak basınç merkezi kuzeyde (kutupsal alçak olarak), ikincil alçak basınç merkezi ise daha güneyde (soğuk cephe üzerinde) oluşur. İkincil alçak basınç merkezi zamanla kuzeydoğuya ilerleyerek oklüzyon cephe etrafındaki birincil alçak basınç merkezini yutarak birincil alçak basınç merkezi hâline gelebilir (Görsel 1.5.19). Kutupsal soğuk hava aşağı enlemlere ulaşana kadar benzer oluşumlar devam edebilir.



Görsel 1.5.19: Bir siklon ailesinde birincil (siklon) ve ikincil alçak basınç merkezleri (siklon)

Meteoroloji haritalarında bu durum tahmin edilir. İkincil alçak basınç merkezlerinin çok hızlı derinleşip hareket etmesine bağlı olarak tahminler bazen net bir sonuç vermez. İkincil alçak basınç fırtınasına bir anda yakalanma gerçekleşebilir. Çoğu zaman ikincil siklonlardaki hava şartlarının birincisine göre daha şiddetli olduğu unutulmamalıdır. Birincil alçak basınç merkezinin arkasındaki az bulutlu ve sakin yüksek basınç bölgesine dikkat edilmelidir. Denizciler için tehlikeli olabilen ikincil siklonların yerini belirlemek ve onu fark etmek zordur. Bununla birlikte ikincil siklonlar her zaman bir siklon ailesindeki soğuk cephe üzerinde oluşmaz (Görsel 1.5.20).



Görsel 1.5.20: Bir cephe dışında oluşan ikincil alçak basınç merkezlerine bir örnek



Özellikle Orta ve Kuzey Atlantik civarında derinleşen kutupsal alçaklara (polar lows) bazen eşlik eden ikincil bir alçak basınç merkezi görülebilir. Görsel 1.5.20'de görülen çok derin ve kuvvetli olan birincil alçağın yanında ikincil alçağı veya alçak basınç merkezini fark etmek güç olabilir.

İşlem Basamakları	
İkincil alçak basınç merkezlerinin denizcilere yaşattığı sürpriz, tehlikeli hava ve deniz durumlarını göz önünde bulundurarak numaraları verilen görsellere göre aşağıdaki işlemleri yapınız.	
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.1.15'te verilen sinoptik yer kartında, siklon ailelerini ve onlarla ilgili birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.3.26'da verilen sinoptik yer kartında, siklon ailelerini ve onlarla ilgili birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.4.12'de verilen sinoptik yer kartında, siklon ailelerini ve onlarla ilgili birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Görsel 1.1.15'e göre siklon ailelerini, birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretler.				
2.	Görsel 1.3.26'ya göre siklon ailelerini, birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretler.				
3.	Görsel 1.4.12'ye göre siklon ailelerini, birincil ve ikincil alçak basınç merkezlerini işaretler.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
<b>Toplam puan</b>					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 1.5.2

### İZOBARİK SIRT KAMASI (WEDGE)

Meteorolojide kama;

- Soğuk cephenin öndeki ucunun V şeklinde sıcak havanın altına doğru sokulup onu üzerine yükseltmesi veya V şeklinde keskin bir soğuk cephe oluşu (frontal trough),
- Soğuk havanın dile benzer bir şekildeki cephelerden bağımsız, aşağı ya da yukarı seviyedeki tekil bir olukla bir yüksek basınç bölgesine ya da iki yüksek basınç/merkezinin arasına sokulması,
- Normalde beklenen batıdan doğuya doğru hareketi yerine doğudan batıya ya da kuzeydoğudan hareket eden bir doğu-batı yönlü soğuk cephe (backdoor cold front),
- Kuzey-güney yönünde uzanan bir dağ silsilesinin eteklerinde, kutupla dağ silsilesi arasında yer alan bir yüksek basınç sisteminin etkisiyle sıkışıp kalan soğuk hava göllenmesi (cold air damming) için kullanılan bir benzetmedir.

Bunlarla birlikte denizciler arasında sıcak havanın dile benzer bir şekildeki **izobarik sırt** (ridge) ile bir alçak basınç bölgesine girmesi kamaya benzetilir. Buna ilave olarak iki alçak basınç merkezinin arasına keskin bir giriş yapmasına da **kama** denilmektedir. Kama şekilli bu dar ya da keskin yapılar, nispeten dar bir bölgede havanın kararsız olmasına neden olur. Böylece o bölgede rüzgâr yön ve hızını, sıcaklık vb.ni etkileyerek hava ve deniz durumunda ani değişiklikler olabilir. Bu nedenle denizcilere tehlikeli sürprizler yapabilmektedir.

İşlem Basamakları	
Kamanın denizcilere yaşattığı sürpriz, tehlikeli hava ve deniz durumlarını göz önünde bulundurarak numaraları verilen görsellere göre aşağıdaki işlemleri yapınız.	
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.1.15'te verilen sinoptik yer kartında, kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.3.26'da verilen sinoptik yer kartında, kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Görsel 1.4.12'de verilen sinoptik yer kartında, kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirleyiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Görsel 1.1.15'e göre kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirler.				
2.	Görsel 1.3.26'ya göre kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirler.				
3.	Görsel 1.4.12'ye göre kama görevi görebilecek bir sırt olup olmadığını belirler.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.



**2.**

**ÖĞRENME BİRİMİ**

## **HAVA TAHMİN YÖNTEMLERİ**

### **BÖLÜMLER**

2.1. METEOROLOJİK GÖZLEM VE VERİ TOPLAMA

2.2. HAVA TAHMİNİ



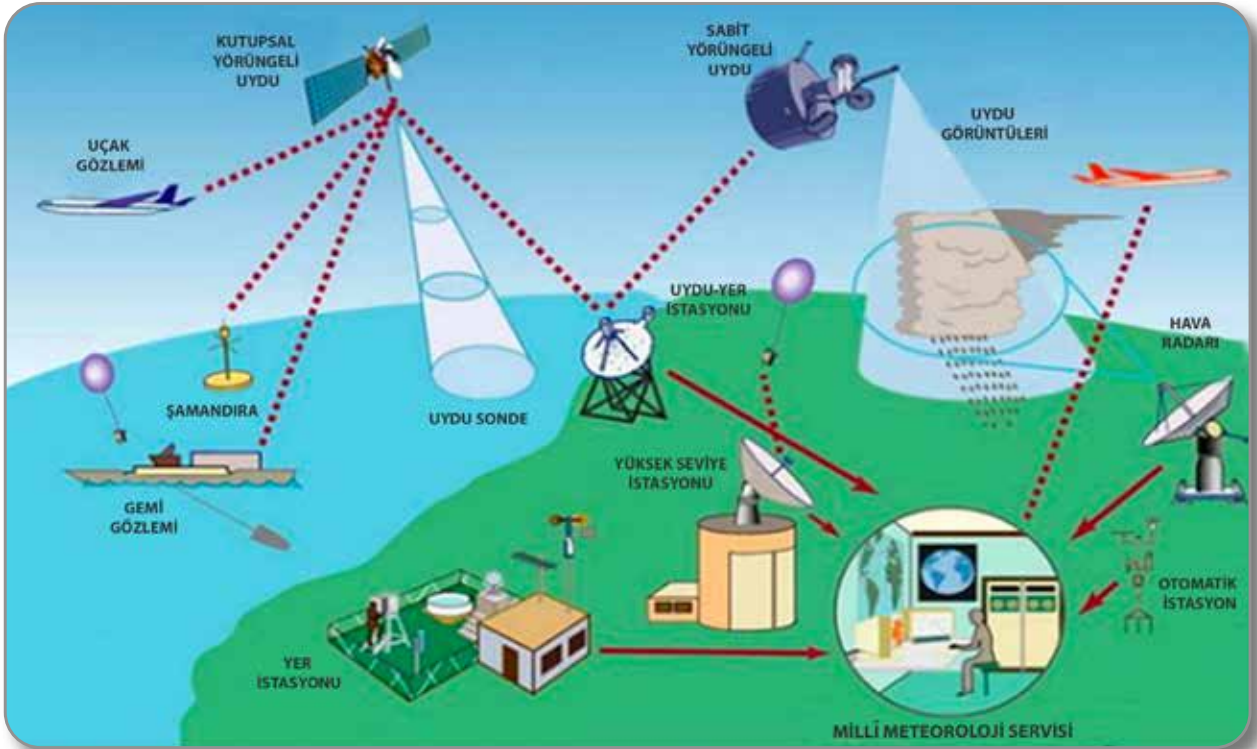
## HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Meteorolojik veri toplama dediğinde aklınıza hangi yöntemler geliyor? Fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Hava tahmininde bulunmak için hangi yöntemler kullanılabilir? Geleneksel ve bilimsel yöntemleri tartışınız.

## 2.1. METEOROLOJİK GÖZLEM VE VERİ TOPLAMA

## 2.1.1. Meteoroloji Gözlem İstasyonları

Atmosfer ve denizler; günlük hava sıcaklığı, rüzgâr, yağış ve diğer meteorolojik elemanların değerlerini belirlemek için sürekli gözlenir. Önceki yıllarda sınırlı sayıda yer ve deniz istasyonu, radyosonda balonları aracılığıyla yapılan gözlemler; sabit ve kutupsal yörüngeli uydular aracılığıyla neredeyse anlık olarak yapılmaktadır (Görsel 2.1.1).



Görsel 2.1.1: Yer, deniz ve havada değişik istasyon, araç ve teknolojiler ile meteorolojik gözlem yapma yöntemleri

Meteorolojik elemanlar çok çeşitli amaçlara yönelik olarak gözlenir. Amaçlar:

- Anlık olarak havayı analiz etmek
- Kısa veya uzun vadeli tahminler yapmak
- Meydana gelebilecek meteorolojik afetleri öngörmek ve uyarılarda bulunmak
- İklim analizleri yapmak

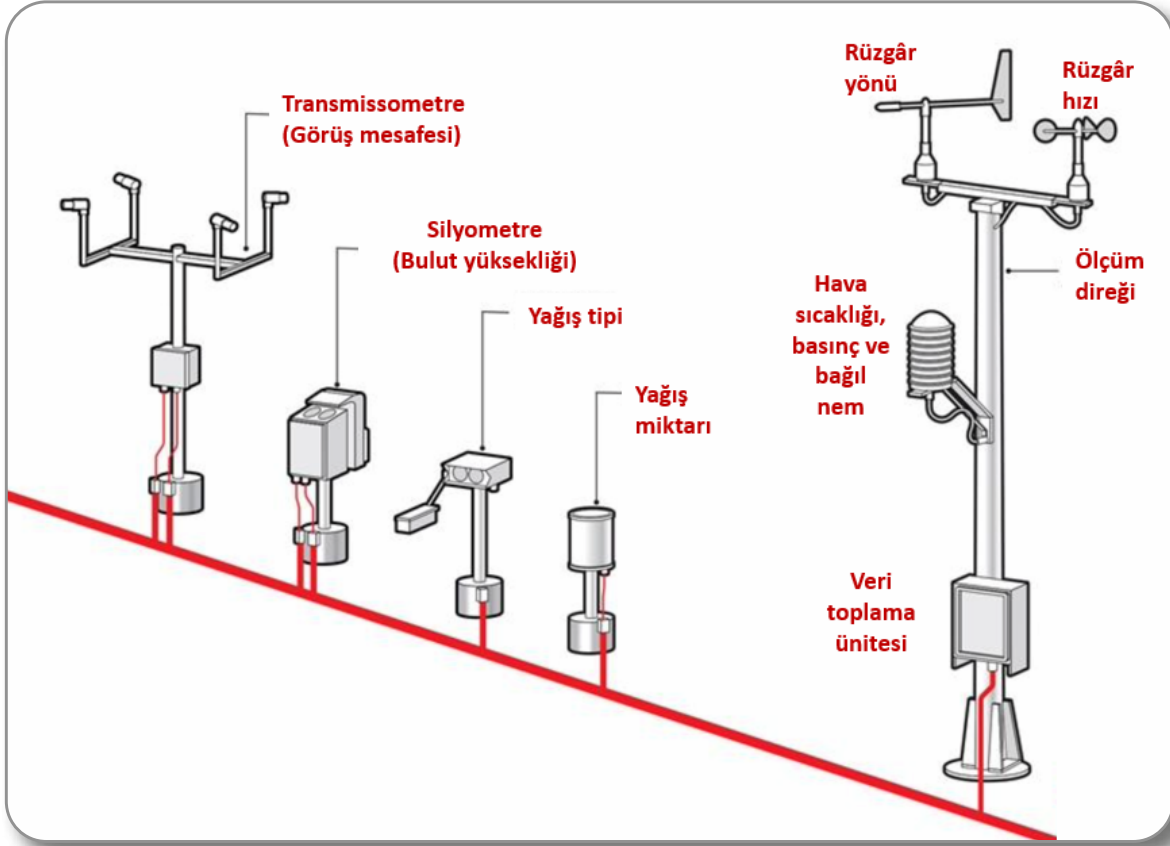
Amaç her ne olursa olsun yapılacak gözlem, ölçüm ve hesaplamalarda mutlaka standart aletlerle standart zaman ve yöntemlerin kullanılması bir zorunluluktur.

Meteorolojik değişkenlerin ölçümünde kullanılacak alet ve yöntemler Dünya Meteoroloji Örgütü Gözlem Metotları ve Aletleri Komisyonu [World Meteorological Organization (WMO) for the Commission for Instruments and Methods of Observation (CIMO)] tarafından belirlenmiştir. Aynı yöntemlerin ve aynı özellikteki aletlerin kullanılması, yapılan gözlem ve ölçümlerin tüm dünyada kullanımını kolaylaştırmıştır.





Meteoroloji istasyonlarında sinoptik, klimatolojik, aeronotik, fenolojik gözlem ve ölçümler yapılır. Dünyada aynı anda balonla ve yer istasyonlarıyla yapılan, atmosferin yatay özellikleri yanında düşey durumunun da incelendiği gözlemlere **sinoptik gözlemler** denir. Klasik meteoroloji istasyonlarında standart rasatlar yapılır. Bununla birlikte otomatik olarak istenilen sıklıkta meteorolojik elamanları ölçen, kaydeden ve değerlendirerek raporlayan sistemler de gittikçe yaygınlaşmaktadır. **Otomatik meteoroloji gözlem istasyonu** (OMGi) olarak da bilinen **dijital meteoroloji istasyonları**, üzerine çok sayıda sensörün yerleştirilmesine izin veren bir ana işlemciyle bütünleşik parçalardan oluşur (Görsel 2.1.2).



**Görsel 2.1.2:** Havalimanlarında kullanılan türden bir otomatik meteoroloji gözlem istasyonunun (OMGi) genel görünümü ve üniteleri

Otomatik meteoroloji gözlem istasyonunun isteğe bağlı olarak artan ve azalan bileşen sayısı söz konusudur. En yaygın bileşenlerin isimleri aşağıda sıralanmıştır:

- Rüzgâr hızı ve yönü sensörleri
- Sıcaklık, basınç ve bağıl nem sensörleri
- Yağış miktarı ve tipi ölçüm sensörü

Yeryüzü ve stratosfer arasındaki atmosferik değişkenleri (sıcaklık, bağıl nem, basınç, rüzgâr yön ve hızı), ölçüp topladığı bilgileri radyo dalgalarıyla yeryüzündeki alıcıya gönderebilen cihazlara **radyosonda** denir. Bu gözlemlerin yapıldığı yerlere de **radyosonda istasyonu** denir. Dünyanın yaklaşık 1.500 noktasında her gün gece yarısı ve öğle vakti uçurulan radyosonda cihazlarıyla atmosferdeki düşey değişimler eş zamanlı olarak izlenir. Türkiye'de **yüksek atmosfer gözlem sistemi** olarak da adlandırılan radyosonda, 9 ilde (İstanbul, İzmir, Isparta, Adana, Kayseri, Ankara, Samsun, Erzurum, Diyarbakır) günde iki kez (saat 00.00 ve 14.00 GMT'de) uçurulur. **Radyosonda**, bir balon üzerine mini bir kutunun içine yerleştirilmiş meteorolojik ölçüm cihazları ve bir radyo vericisinden oluşur. Cihazları içeren kutu, gazla doldurulmuş bir balona sıkıca bağlanır. Balon serbest bırakıldığında atmosfer boyunca yerden yaklaşık 30 km (19 mil) yüksekliğe kadar yükselirse de yaygın olarak 15-18 km civarına kadar yükselir. Radyosonda; sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr yön ve hızını ölçer.

### 2.1.2. Zaman Dilimleri

Dünyada standart zaman uygulaması için 1675'ten beri Londra'nın bir kasabası olan Greenwich (Grinviç) esas alınmıştır. Buna **Greenwich Ortalama Zamanı** [Greenwich Mean Time (GMT)] adı verilmiştir. Son yıllarda ise Eş Güdümlü Evrensel Zaman [Coordinated Universal Time-Universal Time Clock (UTC)] adıyla yaygın olarak kullanılan standart Dünya zamanına dönüşmüştür. Denizcilikte günlük kullanımda "UTC" veya "GMT" denmesi de yaygındır.

UTC sisteminde Dünya, 15 derecelik boylamlara göre 24 saat dilimine bölünmüştür. Greenwich meridyeninın sıfır (0) bölgesinin tam ortasından geçtiği kabul edilir. Sıfır meridyeninın doğusunda kalan her bir dilim için saat farkı olarak +1 saat ilave edilir. Buna göre Greenwich saatine birinci dilimde +1, 12. dilimde +12 saat ilave edilir. Greenwich meridyeninın batısında kalan dilimlerde ise tam tersine -1 ile -12 saat arasında bir çıkarma yapılır. Sıfır meridyeninın batısında kalan birinci meridyende Greenwich saatinden 1 saat çıkarılırken 12. meridyende 12 saat çıkarılır. Ancak bazı ülkelerin mevcut sisteme uymak yerine kendi saat sistemlerini kullandıklarına dikkat edilmelidir. Örneğin Nepal +5 saat 45 dakikalık, Hindistan +5 saat 30 dakikalık kendi saat dilimlerini kullanmaya devam etmektedir. Birçok ülke ise gün ışığından daha fazla yararlanmak için sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde saatlerini belli bir süre ileri veya geri almaktadır.

Dünya kendi eksenini etrafında 360°lik dönüşünü 24 saatte tamamlar. Buna göre 1 saatte 15°lik dönüş yapar.  $360^\circ / 24 \text{ saat} = 15^\circ$  dir. 24 saat ise 1.440 dakikadır.  $1.440 \text{ dakika} / 360 = 4$  dakikadır. Bu da 1°lik dönüş süresidir. Dünya 1°lik dönüşünü 4 dakikada tamamlar. Batıdan doğuya doğru döndüğünden yerel saat doğuda ileri, batıda ise geridir.

UTC sistemi, bir taraftan zamanın saatle gösterimini standart hâle getirirken bir taraftan da yerelleşmesini standarda bağlamıştır. Örneğin Türkiye +3. zaman diliminde yer aldığı için Greenwich saatine veya UTC saatine göre 3 saat ekleme yapılarak zaman gösterilmiş olur. Gemiler genellikle buldukları ülkelerin saatini kullanır. Ancak seyir sırasında gemi kaptanı, o anda hangi saat dilimini kullanacağına kendi karar verir. Karadan gemiye, gemiden karaya yapılan uyarılarda zamanın UTC ile mi yoksa bölgesel saatle mi gösterildiği mutlaka belirtilir. Örneğin 14.30 UTC zamanı, 14.30 GMT ile gösterilir.

### 2.1.3. Güverte Jurnalı

Güverte (gemi) jurnalı gemideki bütün olayların kaydedildiği resmî kayıt defterinin adıdır. Liman içi çalışan küçük gemiler hariç olmak üzere bütün gemilerde güverte jurnalı tutulması yasal zorunluluktur (Görsel 2.1.3).

Jurnalın meteorolojik gözlem bölümleri verilecek açıklamalar dikkate alınarak doldurulur. Gemi jurnaline yapılan meteorolojik kayıtlar için köprü üstünde bulunan aletler de tanınmalıdır. Bağıl nem ve yağış, her ne kadar jurnale işlenmese de gemide terleme vb. için önemlidir.

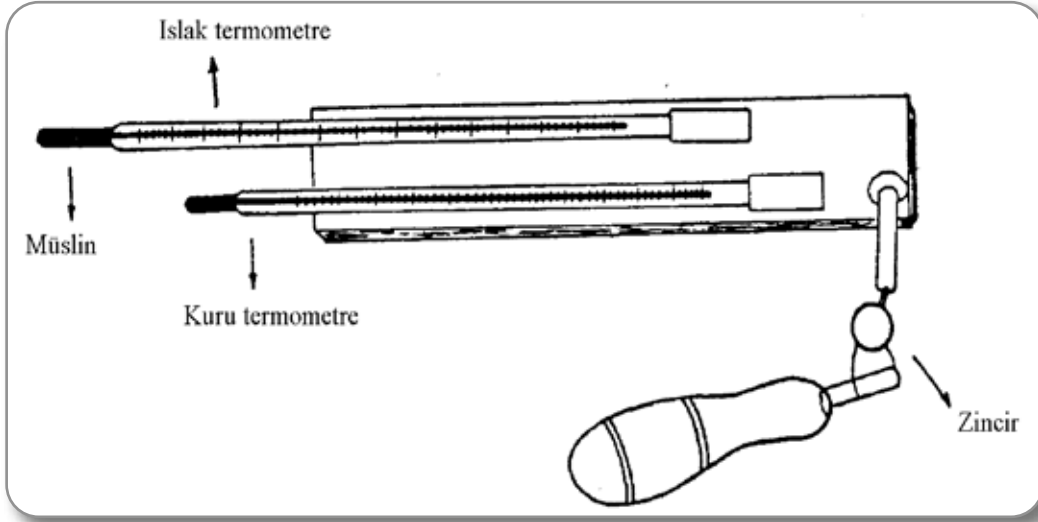
Sefer No: Voyage No.		Gemisinin Ship		Yılı Year		ROTA Course		ROTAYA UYGULANAN Apply to Course			GYRO HATASI Gyro Error	RÜZGAR Wind		DENİZİN HALİ Sea State	HAVANIN HALİ Weather		BASINÇ Barometer	HAVA Air		TORNA Rpm	PARAKETE Log		
Hakiki True	Gyro Gyro	Miyar Standart	Dümeni Steering	Dev.* Dev.*	Var.* Var.*	Düşme Leeway	YÖNÜ Direction	Kuvveti Force	Gök Dry	Görüş Visibility		Kuru Dry	Yağ Wet										

Görsel 2.1.3: Bir güverte jurnalinin genel görünümü



## 2.1.4. Sıcaklık Ölçümü

Klasik sıcaklık ölçümü, daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi standart bir alet olan termometre yardımıyla yapılır. Ortam sıcaklığındaki artış veya azalış cam tüpün sıcaklık ölçeğinden okunup izlenerek öğrenilir. Gemilerde sıcaklık ölçümü psikrometrelerin (nem tespiti için kullanılan) ıslak ve kuru termometre sıcaklık değerlerinden alınır. Saat başı değerleri gemi jurnaline kaydedilir (Görsel 2.1.4).

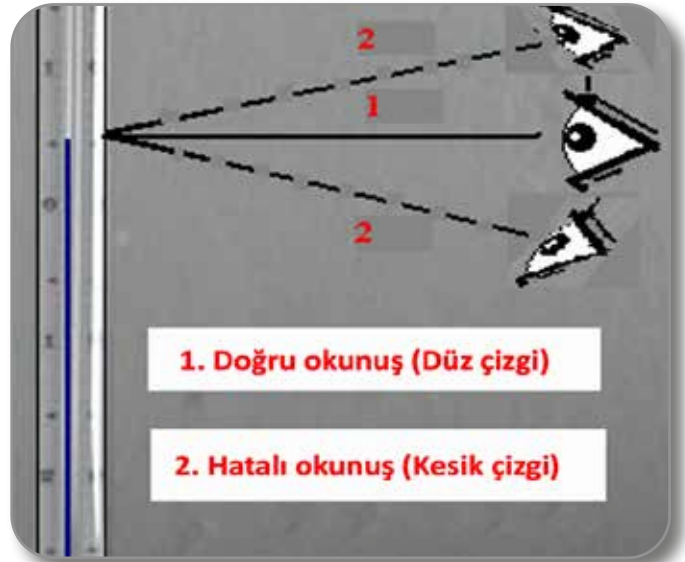


Görsel 2.1.4: Kuru ve yaş (ıslak) termometreden oluşan sapan tipi psikrometre

Termometreler okunurken şu noktalara da dikkat edilmelidir. Rasat sırasında eğer bir siper içerisindeyseler siperin kapağı açıldığında termometrelerin vücut sıcaklığı ve hava cereyanlarından etkilenmesine fırsat verilmemelidir. Sırayla kuru termometre ve ıslak termometre değerlerinin önce ondalık, sonra tam sayıları okunmalıdır. Okuma sırasında gözün yatay olarak cıva sütunuyla aynı seviyede olması gerekir. Bu seviyenin aşağısından veya yukarısından yapılan okumalar yanlış değer verir (Görsel 2.1.5).

Hava sıcaklığı güneşte ve gölgede farklılıklar gösterir çünkü güneşteki termometre, direkt Güneş ışınlarının etkisi altındadır. Bu yüzden güneşte ve açıkta bırakılmış termometrelerin gösterdiği değerler hava sıcaklığını belirtmez. Meteorolojide gerçek hava sıcaklığı; gölgede yerden 2 m yükseklikte bulunan, içerisine Güneş ışınları sızmayan (gölgedeki) havanın sıcaklığıdır. Gemilerin sancak ve iskele kırlangıç güvertelerinde birer adet psikrometre bulunur. Kuru ve yaş termometre değerlerinin okunması gölge tarafta olan psikrometreden yapılır. Islak termometrenin su haznesindeki su miktarı günlük olarak kontrol edilerek tamamlanır.

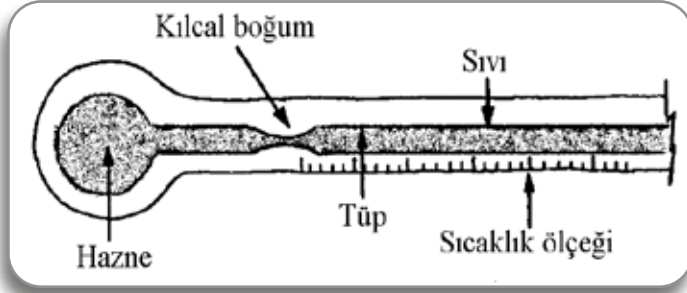
**Kuru Termometre Ölçümü:** Kuru termometreler havanın o anki (ölçümün yapıldığı zamandaki) sıcaklığını gösterir. Saat başı kuru termometre sıcaklık değeri okunarak güverte jurnalinin ilgili bölümüne kaydedilir (Görsel 2.1.4).



Görsel 2.1.5: Termometrenin okuma şekli, doğrudan termometreye bakmayı gerektirir.

Rasat sırasında kuru termometrenin özellikle cıva haznesinin herhangi bir şekilde ıslanıp ıslanmadığına dikkat edilmelidir. Termometre ıslanmışsa kurulanmalı ve bir süre (en az 20 dakika) geçtikten sonra okunmalıdır.

**Islak (Yaş) Termometre Ölçümü:** Islak termometrelerin okunuşu kuru termometrelerle aynıdır. Aralarındaki fark, ıslak termometre haznesinin ıslak bir müslin veya fitille sarılmış olmasıdır (Görsel 2.1.4). Yazın buharlaşma fazla olacağı için müslinle sarılması gerekir. Müslin buz tutmuşsa ılık suya batırılarak buzun çözülmesi sağlanır. Islak termometre değerleri genellikle kuru termometre değerlerinden düşüktür. Bazı durumlarda eşit olabilir.



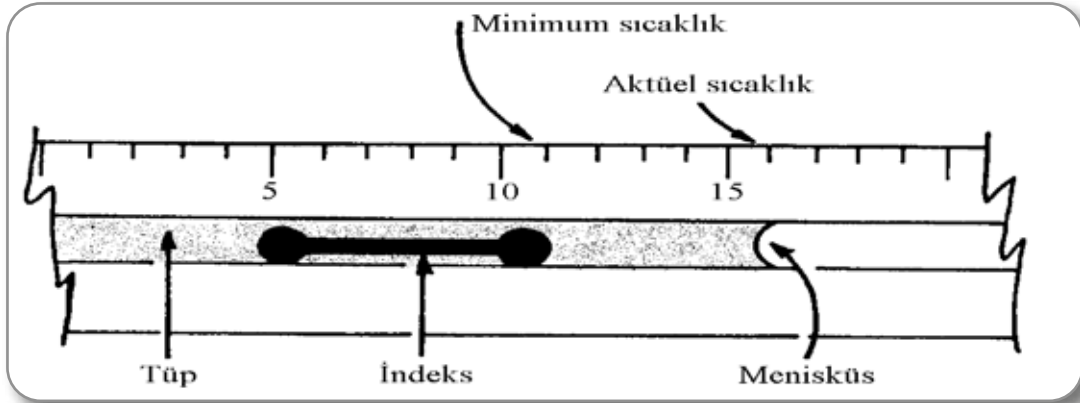
Görsel 2.1.6: Maksimum termometre (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

**Maksimum Termometre Ölçümü:** Bir ortamın veya cismin maksimum sıcaklığını ölçmede kullanılan termometrelere **maksimum termometre** denir (Görsel 2.1.6). Çalışma prensibi standart termometreye benzer olan bu aletler amaca uygun olarak farklılaştırılmıştır. Tek fark standart termometrede görülen cam tüpün haznenin biraz üzerinden daraltılmasıdır. Ortamın sıcaklığı yükseldiğinde genişleyen cıva genişleyerek cam boru içinde yükselir. Ancak büzüştüğünde kanalın dar yerinden geçer ve geriye dönemez. Kanal içindeki

cıvanın üst seviyesi bu durumda ortamın en yüksek sıcaklığını gösterir. Meteorolojik rasatlarda maksimum sıcaklık günde bir kez saat 21.00'de yapılır.

Tekrar ölçüm yapabilmek için termometre silkelenerek cıvanın hazneye dönmesi sağlanır. Maksimum termometre siperdeki yerine yatayla 5-10°lik bir açı yapacak şekilde yerleştirilir.

**Minimum Termometre Ölçümü:** Maksimum termometre ölçümünde olduğu gibi bazen bir ortamın veya cismin belli bir zaman aralığındaki minimum sıcaklığını doğru bir şekilde ölçmek gerekir. Minimum sıcaklığı ölçmede kullanılan termometreye **minimum termometre** denir. Minimum termometre haznesinde cıva yerine yoğunluğu daha düşük olan alkol vardır. Tüpteki sıvının içine indeks adı verilen renkli bir cam çubuk yerleştirilir. Ortamın sıcaklığı düştüğünde sıvı büzülür ve sıvının üst yüzeyi, yüzey geriliminden dolayı indeksi (renkli cam) aşağıya çeker (Görsel 2.1.7).



Görsel 2.1.7: Minimum termometresi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Sıcaklık yükseldiğinde alkol, indeksin çevresinden akarak tüpte yükselir. Ancak indeksi yükselmediği için indeksin indiği en düşük seviyede kalır. Bu durumda indeks, sıcaklığın indiği en düşük seviyeyi gösterir (Görsel 2.1.8).



Görsel 2.1.8: Minimum termometrenin okuma şekli





Minimum termometrelerin doğru ölçüm yapabilmeleri için yatay yerleştirilmeleri gerekir. Minimum termometrelerle ölçüm meteorolojik rasatlar kapsamında 07.00 ve 21.00 saatlerinde günde iki kez yapılır. Okunan en düşük değer, o gün için minimum sıcaklık olarak kaydedilir.

**Deniz Termometresi Ölçümü:** Deniz suyu sıcaklığını ölçmede kullanılan ve standart termometreye çok benzeyen bir alettir. Deniz termometresinde (hantal termometre), haznenin dışına delikli bir metal kap koyulur. Bunun amacı denizden çıkarılıp gemiye alınincaya kadar havayla temas eden termometredeki sıcaklığın değişecek olmasıdır. Haznenin etrafına yerleştirilen kap içinde kalan deniz suyu, okuma yapılıncaya kadar dökülmez. Deniz termometresi deniz yüzeyinden en az 10 cm derine indirilir. 10 dakika beklendikten sonra gemiye alınarak **deniz yüzeyi su sıcaklığı** ölçülür. Deniz yüzeyindeki buharlaşma deniz suyu sıcaklığını çok etkiler. Bu nedenle **deniz suyu sıcaklığı** deniz su yüzeyinden en az 1 m derinlikte ölçülür. Eğer gemide bir deniz termometresi yoksa bez kovaıyla denizden alınan suyun sıcaklığı standart termometreye ölçülebilir. Gemilerin makine dairesine alınan deniz suyu sıcaklığı, su girişindeki dijital termometreye ölçülerek otomatik olarak kaydedilir.

### ETKİNLİK

**Günlük Sıcaklık Ortalaması ve Farkı:** Günlük ortalama sıcaklık, gerçek anlamıyla gün boyunca her saat başı yapılan sıcaklık rasatlarının 24 saatlik değerinin aritmetik ortalamasıdır. Ancak 24 saat boyunca sadece üç sefer rasat yapılması durumunda 2 ila 4 rasadın ortalaması da kullanılır. Türkiye’de günlük ortalama sıcaklık;

$$\text{Günlük ortalama sıcaklık} = (07.00 + 14.00 + 2 \times 21.00) / 4$$

formülüyle bulunur. Burada yerel saatle 07.00, 14.00 ve 21.00 ile yapılan gösterimler bu saatlerdeki sıcaklık değerlerini temsil eder. 21.00 rasadındaki değer 2 ile çarpılmasının nedeni gece yarısı gözlem yapılmamasıdır. Bölüm işleminin payında yer alan toplam sıcaklık değerleri 4’e bölünerek günlük ortalama sıcaklık değeri bulunur.

Bazı ülkelerde günlük farkı bulmak için ekstrem değerlerden yararlanır. Bunun için;

$$\text{Günlük ortalama sıcaklık} = (\text{maksimum değer} + \text{minimum değer}) / 2$$

Şeklinde bir işlem yapılır. Bu yöntem daha pratiktir fakat yüksek bir günlük ortalama değer verir.

Ortalamalar günlük sıcaklık farklarını göstermez hatta farkların gözden kaçmasına neden olur. Onun için günlük sıcaklıkların incelenmesi amacıyla en yüksek ve en düşük sıcaklık gözlemleri de yapılır. Bu sıcaklıklar (maksimum ve minimum sıcaklık termometrelerinin değerleri) arasındaki farka **günlük sıcaklık farkı** veya **sıcaklık amplitüdü** denir.

$$\text{Günlük sıcaklık farkı} = \text{maksimum değer} - \text{minimum değer}$$

**Bu bilgilere dayanarak güverte jurnalindeki kayıtlardan (Gemide doldurulmuş bir jurnal sayfası ediniz.) yararlanarak aşağıdaki işlemleri yapınız ve soruları cevaplayınız.**

1. Yerel saatle 07.00, 14.00 ve 21.00’de yapılan kuru hava sıcaklık gözlemlerine göre bir gün öncesinin günlük ortalama sıcaklığını hesaplayınız.
2. Yine jurnalde yer alan bir gün önceki sıcaklık kayıtlarındaki maksimum ve minimum değerleri belirleyiniz.
3. Jurnalden önceki güne ait tespit ettiğiniz maksimum ve minimum sıcaklık değerlerini kullanarak önceki günün günlük ortalama sıcaklığını tekrar hesaplayınız. Bu adımda hesapladığınız günlük ortalama değer ile birinci maddede hesapladığınız değer arasında bir fark var mı? Nasıl? Yorumlayınız.
4. Jurnalde bir önceki sıcaklık kayıtlarına göre önceki günün günlük sıcaklık farkı nedir?

### 2.1.5. Nem Ölçümü

Atmosfer içinde bulunan (gözle görülemeyen bir gaz olan) su buharı miktarı atmosferin sıcaklığına bağlıdır. Su buharının atmosfer içinde oluşan basınca yaptığı belirli katkıya **buhar basıncı** denir. Havanın su buhar basıncı ve bağıl nem değerleri kuru ve ıslak termometre değerlerinden faydalanılarak bulunur. Bunun dışında bağıl nem değeri **higrograf ve higrometre** aletlerinden doğrudan okunabilir.

Kuru ve ıslak termometrelerin oluşturduğu sisteme **psikrometre** denir (Görsel 2.1.4). Özellikle bağıl nem ve çiy noktası sıcaklığının hesaplanmasında kullanılır.

Islak ve kuru hazne sıcaklıkları arasındaki fark (ıslak hazne), **depresyonu** gösterir. Depresyon büyükse atmosfere buharlaşmayla verilecek suyun fazla olduğu, küçükse az olduğu anlaşılır. Eğer iki hazne sıcaklığı birbirine eşitse havanın doyduğu (bağıl nemin %100'e ulaştığı) anlaşılır. Depresyona göre bağıl nem tablo 2.1.1'den yararlanılarak hesaplanır.

**Tablo 2.1.1:** Kuru Termometre (Hava) ve Islak (Yaş) Termometreyle Yapılan Sıcaklık Ölçümleri Farkına Göre Havadaki Bağıl Nemi Belirleme Tablosu

Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Kuru ve Islak (Yaş) Termometre Arasındaki Sıcaklık Farkı (°C)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-20	100	28														
-18	100	40														
-16	100	48														
-14	100	55	11													
-12	100	61	23													
-10	100	66	33													
-8	100	71	41	13												
-6	100	73	48	20												
-4	100	77	54	32	11											
-2	100	79	58	37	20	1										
0	100	81	63	45	28	11										
2	100	83	67	51	36	20	6									
4	100	85	70	56	42	27	14									
6	100	86	72	59	46	35	22	10								
8	100	87	74	62	51	39	28	17	6							
10	100	88	76	65	54	43	33	24	13	4						
12	100	88	78	67	57	48	38	28	19	10	2					
14	100	89	79	69	60	50	41	33	25	16	8	1				
16	100	90	80	71	62	54	45	37	29	21	14	7	1			
18	100	91	81	72	64	56	48	40	33	26	19	12	6			
20	100	91	82	74	66	58	51	44	36	30	23	17	11	5		
22	100	92	83	75	68	60	53	46	40	33	27	21	15	10	4	
24	100	92	84	76	69	62	55	49	42	36	30	25	20	14	9	4
26	100	92	85	77	70	64	57	51	45	39	34	28	23	18	13	9
28	100	93	86	78	71	65	59	53	47	42	36	31	26	21	17	12
30	100	93	86	79	72	66	61	55	49	44	39	34	29	25	20	16



## 2.1.6. Basınç Ölçümü

Atmosfer basıncını ölçmeye yarayan aletlere **barometre** denir. Bu yüzden atmosferik basınç, barometrik basınç olarak da bilinir.

Toricelli'nin (Toriçelli) bulduğu **cıvalı barometre**, cam bir tüp içinde atmosfer basıncında meydana gelen değişime göre cıvanın yükselmesi veya düşmesini dikkate alan bir yaklaşımla çalışır. Cıvalı barometrelerin kullanımı yaygındır.

**Metalik (aneroid) barometre**lerde ise cıva veya başka bir akışkan kullanılmaksızın metal hücre adı verilen esnek ve vakumlu küçük bir kutu kullanılır. Metal barometre, altimetre adıyla da tanınır. Yazıcısı bulunan bu aletlere **barograf** denir. Barometreler aslında basıncı ölçerek buradan yüksekliği gösteren cihazlardır. Barometre, **barograf**ta bir kol yardımıyla kâğıt şerit üzerine sürekli olarak anlık basınç değerini kaydeder (Görsel 2.1.9). Barometreler basıncı doğrudan ölçebilen, barograflar ise basıncı ölçüp kaydedebilen aletlerdir.



Metal barograf



Metal barometre

Görsel 2.1.9: Sırasıyla aneroid (metal) barograf ve aneroid (metal) barometre

## Basınç Rasadı

Genel olarak normal şartlarda basıncın havada her 10,5 metrede 1 mb, denize kıyı ve yakın bölgelerde her 8 metrede 1 mb, okyanuslarda her 6 metrede 1 mb azaldığı kabul edilir. Boş veya doluyken geminin köprüüstü yüksekliği deniz seviyesinden 10 m ve daha yüksekse mutlaka basınç okuma düzeltmesi yapılır. Gemilerde yer çekimi (enlem) indirilmesi, geminin bulunduğu mevkiye göre yapılır. Geminin mevkisi 45 derece enleminden küçükse okunan basınç miktarı eklenir, büyükse çıkarılır. Barometrenin en yakın meteoroloji istasyonuna göre ayarlanmasına, ölçümlerin düzenli olarak yapılmasına mutlaka dikkat edilmelidir.

## 2.1.7. Rüzgâr Ölçümü

Rüzgâr, etkileri bakımdan üç belirgin özelliğe sahip meteorolojik bir değişkendir. Bu özellikler rüzgârın yönü, hızı (kuvveti veya şiddeti) ve frekansdır (esiş sıklığı). Rüzgâr rasatları, yön ve hız ölçümleri **jiruet**, **anemometre** ve **anemograf** aletleriyle yapılır. Sabit anemometreler, rüzgârın hızına göre dönen üç rüzgâr kepçesi ve bu kepçelerin altında bulunan bir sayaçtan oluşur.

**Rüzgâr Yönü:** Rüzgâr yönleri anemometrelerin üst kısmında bulunan rüzgâr oklarından (jiruet) tespit edilir. Rüzgârlar geldikleri yöne göre adlandırılır. Rüzgârlara ana ve ara yönler göre isimler verilir. Örneğin güney, kuzey, batı vb.







Gemi hareket etmiyorsa anemometreden alınan bağıl (nispi) rüzgâr şiddet ve yönü ile gerçek rüzgâr şiddet ve yönü aynıdır. Ancak gemi hareket hâline geçince cihaz, ayarlı olan (nispi veya gerçek) rüzgâr değerlerini verir. Gerçek rüzgâr yönü bulunarak tablo 2.1.2'ye göre jurnale kaydedilir.

**Rüzgâr Hızı (Kuvveti):** Rüzgârın hızı, kütlesinin hareket hızıdır. Bu hız saniyede metre (m/s), saatte kilometre (km/h) veya knot olarak ifade edilir (Tablo 2.1.3).

Bazı anemometre modellerinde rüzgâr kepçeleri bir elektrik jeneratörüne bağlıdır. Rüzgâr estiğinde rüzgâr kepçeleri döner ve böylece jeneratör motoru akım üretmeye başlar. Rüzgâr hızına orantılı biçimde üretilen akım, bir kadran üzerinde rüzgâr hızı olarak görüntülenir (Görsel 2.1.11).



**Görsel 2.1.11:** Rüzgâr ölçümü yapan anemometre ve bileşenleri

**Tablo 2.1.3:** Rüzgâr Hızını Ölçmeden Kara ve Denizdeki Durumu Gözlemleyerek Belirlemek İçin Kullanılan Beaufort Ölçeği (Meteoroloji Genel Müdürlüğünden Uyarlanmıştır.)

Bofor Rüzgâr Kuvveti	Rüzgârın Tanımı (MGM)	Açık ve Düz Alanda 10 m Yükseklikte Tanımlanmış Rüzgâr Hız Sınırları			
		Deniz mili/saat (knot)	Metre/saniye (m/s)	Kilometre/saat (km/h)	Kara mili/saat (mph)
0	Sakin	1'den az	0-0,2	1	1
1	Esinti	1-3	0,3-15	1-5	1-3
2	Hafif Rüzgâr	4-6	1,6-3,3	6-11	4-7
3	Tatlı Rüzgâr	7-10	3,4-5,4	12-19	8-12
4	Orta Rüzgâr	11-16	5,5-7,9	20-28	13-18
5	Sert Rüzgâr	17-21	8,0-10,7	29-38	19-24
6	Kuvvetli Rüzgâr	22-27	10,8-13,8	39-49	25-31
7	Fırtınamsı Rüzgâr	28-33	13,9-17,1	50-61	32-38
8	Fırtına (Kasırga)	34-40	17,2-20,7	62-74	39-46
9	Kuvvetli Fırtına	41-47	20,8-24,4	75-88	47-54
10	Tam Fırtına	48-55	24,5-28,4	89-102	55-63
11	Çok Şiddetli Fırtına	56-63	28,5-32,6	103-117	64-72
12	Tayfun/Harikan/Orkan/Bora	64 ve daha fazla	32,7 ve daha fazla	118 ve daha fazla	73 ve daha fazla
13		72-80	37,0-41,4		
14		81-89	41,5-46,1		
15		90-99	46,2-50,9		
16		100-108	51,0-56,0		
17		109-118	56,1-61,0		

Burada birimler arası dönüşüm için şu katsayılar kullanılabilir:

- 1 knot = 1.852 kilometre/saat (km/h) = 1 deniz mili/saat (nm/h)
- 1 knot = 0,514 metre/saniye (m/sn)
- 1 km/saat = 0,277 m/s = 0,54 knot
- 1 metre/saniye = 3,6 km/h = 1,945 knot

### 2.1.8. Denizin Hâli Gözlemi

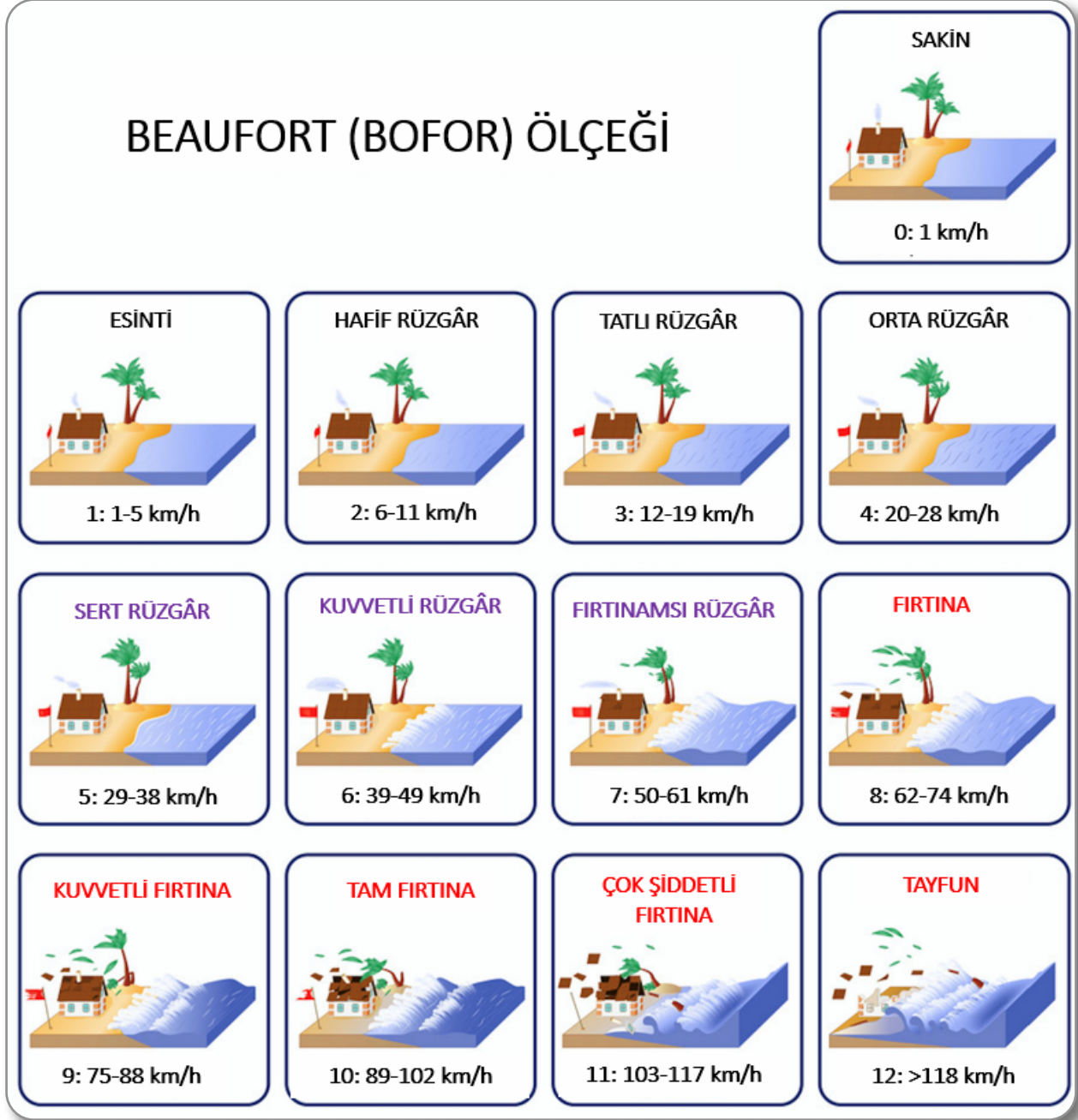
Deniz yüzeyinde görülen karışıklıklar **denizin hâli** (sea state) koduyla jurnalde rapor edilir. Denizin hâli gözleminde ortalama dalga yüksekliği Douglas (Daglıs) deniz ölçeğine göre 0 ile 9 arasında ölçeklendirilmiştir (Tablo 2.1.4).

**Tablo 2.1.4:** Gemi Jurnaline Deniz Hâlinin Gözlenerek İşlenmesi Gereken Kod (Douglas Deniz Ölçeği)

Bofor Rüzgâr Kuvveti	Deniz Hâlinin Kodu	Kod Tanımı	Yaklaşık Dalga Yüksekliği						
			Feet (ft)	Metre (m)					
0	0	Rakit (çarpıntısız ayna gibi deniz) (Calm-Glassy)	Dalga yok 0,00	Dalga yok 0,00					
1									
2					1	Durgun deniz (Calm-Ripped)	0,00-1,33	0,00-0,10	
3						Güzel (dalgacıklı) deniz (Smooth)	0,33-1,60	0,10-0,50	
4						Hafif çalkantılı deniz (Slight)	1,60-4,10	0,50-1,25	
5						Mutedil deniz (Moderate)	4,10-8,20	1,25-2,50	
6	5	Küçük Dalga	Kaba deniz (Rough)	8,20- 13,10	2,50-4,00				
7									
8						6	Pek kaba deniz (Very rough)	13,10- 19,70	4,00-6,00
9									
10									
11						8	Pek yüksek deniz (Very high)	29,50- 45,90	9,00- 14,00
12	9	Müthiş korkunç deniz (Phenomenal)	45,9 ve fazlası	14 ve fazlası					



Denizde rüzgâr ölçümü için uzun yıllar geliştirilen tecrübeler dikkate alınır. Herhangi bir alete bakılmaksızın deniz yüzeyinin durumu ve dalgalara göre bir ölçek geliştirilmiştir. Beaufort ölçeği olarak bilinen bu skalada, deniz yüzeyinin görünümüne göre rüzgâr şiddeti 0-18 arasında değişir. 12-18 arası tayfun olarak isimlendirilirken rüzgâr kuvvetine göre farklı baremlere ayrılır (Görsel 2.1.12).



Görsel 2.1.12: Bofor ölçeğine göre rüzgâr hız ve şiddetinin gözlem yoluyla (ölçüm yapılmadan) belirlenmesi

Beaufort ölçeğinin sakinden (0) orkan/tayfuna (12-18) kadar olan sayısal değerleri, rüzgârın denizde ve kıyıda yaptığı etkilerinin sözel açıklaması tablo 2.1.5'te verilmiştir.

**Tablo 2.1.5:** Denizde Rüzgâr Hızını Ölçmeden Kara ve Denizdeki Durumu Gözlemleyerek Belirlemek İçin Kullanılan Beaufort Ölçeği [Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) Uyarlanmıştır.]

Bofor Rüzgâr Kuvveti	İstidalde (Tahminde) Kullanılan Terimler	Denizci Ağzıyla Rüzgâr Tarifi	Rüzgârın Yaptığı Etki	
			Denizde	Kıyıda
0	Sakin	Sakin	Deniz çarşaf ve ayna gibi düzdür.	Sakin, duman dikine yükselir.
1		Hafif esinti	Çok küçük dalgacıklar, az belirgindir. Su üstünde balık puluna benzeyen buruşukluklar belirir fakat köpük yoktur.	Balıkçı tekneleri hafif sallanır. Rüzgârın yönü sadece duman sürüklenmesinden belli olur.
2	Hafif	Hafif briz	Küçük dalgacıklar kısa fakat daha belirgindir. Dalga tepeleri düzgün görünüşlü, donuk ve çatlama.	Rüzgâr, teknelerin yelkenlerini doldurur ve 1-2 knot hızla hareket ettirebilir. Bayraklar hafifçe dalgalanır.
3		Zayıf briz	Dalgacıklar birleşir, tepeleri kırılmaya başlar ve köpüklenir (Köpükler dağılmış koyunlara benzer.). Bulanık görünüşlü köpükler, bazen dağınık sakarcıklar.	Yelkenliler yaklaşık 3-4 knot hızla ve yana yatarak hareket edebilir. Tozlar uçuşur.
4	Mutedil	Mutedil briz	Küçük dalgalar genişlemeye başlar. Kırılan dalgaların köpükleri daha sık koyunlar gibidir. Küçük dalgacıklar uzar, köpükler çoğalır.	Yelkenliler için en iyi rüzgârdır. Yelkenlilerin tüm yelkenleri şişer ve iyice yana yatar.
5	Sert	Sert briz	Orta dalgalar daha belirgin bir şekilde gelişir (koyun sürüsü yayılışı). Hafif serpinti olasılığı vardır. Birçok sakarcık oluşur [Bazı dalga serpintileri (embruns) gerçekleşir.].	Yelkenliler yelkenlerini azaltır. İç sularda tepeli dalgacıklar oluşur.
6	Kuvvetli	Kuvvetli rüzgâr	Büyük dalgalar oluşmaya başlar, dalga tepelerinin köpükleri etrafı daha fazla kaplar. Biraz serpinti olabilir. Büyük dalgalar oluşur. Beyaz tepeler daha fazla uzanır. Genellikle birçok embrun gerçekleşir.	Yelkenliler yelkenlerini kapatır. Avlanırken çok dikkat edilmelidir.
7		Şiddetli rüzgâr	Deniz kabarmaya başlar. Kırılan ve çatlama dalgaların köpükleri rüzgâr yönü boyunca savrulmaya başlar.	Yelkenliler limanda kalır. Denizde olanlar hareket edemez (faça).
8	Fırtına	Fırtınamsı rüzgâr	Uzun boylu, oldukça yüksek dalga tepelerinin kenarları rüzgâr tarafından kırılır. Köpükler rüzgâr yönü boyunca (kenarında embrunlar) savrulur. Rüzgâr, yatağına doğru belirli bir iz hâlinde sürüklenir.	Yakında olan tekneler limana çekilir. Rüzgâra karşı yürümek çok zordur.
9		Fırtına	Yüksek (cesim) dalgalar, serpinti ve köpükler rüzgâr yönü boyunca daha yoğun bir hat oluşturur. Dalga tepeleri devrilmeye, yıkılmaya ve yuvarlanmaya başlar. Deniz kükremeye başlar. Embrunlar havayı bulandırır, rüyeti azaltır.	Zayıf yapılı binalarda hasar meydana gelebilir. Bacalar yıkılıp kiremitler uçabilir.





10		Şiddetli fırtına	Uzun sorguçlu çok yüksek (cesim) dalgalar, büyük parçalar hâlindeki köpük ve serpintiler rüzgâr yönü boyunca savrulur. Deniz genellikle beyaz görünür, iyice yükselmeye ve kabarmaya başlar. Köpükler geniş sıralar hâlinde toplanmış görünür. Deniz kükremesi fazlaşır ve sert darbeler işitilir. Görüş (rüyet) azalır.	Karada nadir olup ağaçları kökünden söker, binalarda önemli zararlar yapabilir.
11	Orkan şeklinde fırtına	Orkanimsı fırtına	Çok az görülen yüksek dalgalar oluşur (Ufak ve orta tonajdaki gemiler bazen gözden kaybolur.). Rüzgâr yönü boyunca oluşan köpük ve serpintiden denizin üstü tümüyle beyaz görünür. Fırtına her tarafta dalgaların tepelerinin üstüne rüzgâr üfleyecek şekilde köpük saçar. Rüyet azalmıştır.	Seyrek rastlanır ve geniş çapta hasarlara neden olur.
12		Orkan	Gökyüzü köpük ve serpinti (embrun) ile kaplanmıştır. Deniz köpükle tamamen bembeyazdır. Rüyet çok düşmüştür.	-

## 2.1.9. Havanın Hâli Gözlemi

Gemi jurnalinde havanın hâli bölümünde iki gözlem yer alır. Jurnaldeki **görüş** bölümü için tablo 2.1.6 esas alınarak doldurulur. Gökyüzünün görünümünde ise havanın bulutla **kapalılık oranı** esas alınır ve bu bölüm tablo 2.1.7'de yer alan açıklamalar dikkate alınarak doldurulur.

**Yatay Görüş Uzaklığı (Rüyet) (Visibility):** Yatay görüş uzaklığını belirlemek için ufuk çizgisi, kara veya deniz alametleri referans noktası olarak alınır. Yatay görüş mesafesi; referans noktalarının çevreleriyle birlikte, belirli bir ışıklandırma aracıyla görülebildiği ve tanınabildiği uzaklıktır. Geceleri ise yıldızların parlaklığı, bulutların nasıl görüldüğü, gemideki ışıkların berraklığı vb. kullanılabilir.

Yatay görüş uzaklığı her yöne bakılarak gözle tespit edilir. Açık denizde görüş mesafesi genellikle hava durumuna göre belirlenir. Görüş mesafesi 0'dan 8'e kadar derecelendirilerek o mesafeye karşılık gelen derecenin kodu güverte jurnaline işlenir (1 Gomina = 1/10 deniz mili = 185,2 m).

Tablo 2.1.6: Rüyet Durum Tablosu

Kod No.	Hava Durumu	Mesafe (Daha Uzaktaki Cisimlerin Görülemediği)	Denizci Ağzıyla Rüyet (Görüş Mesafesi)
0	Kesif sis	50 m	1 gomina altı
1	Kalın sis	200 m	1 gomina
2	Sis	1.000 m	5 gomina
3	Nötr sis (pus)	2.000 m	1 mil
4	Dumansız/hafif dumanlı	4.000 m	2 mil
5	Zayıf görüş	7.000 m	4 mil
6	Nötr görüş	12.000 m	6 mil
7	İyi görüş	20.000 m	10 mil
8	Çok iyi görüş	20.000 m üzeri	10 mil üzeri

**Bulutluluk/Gök (Sky):** Bulutların gökyüzünde kapladığı alana **bulutluluk miktarı** denir. Bulutluluk miktarını yüzde olarak tayin edebilmek için dört ana yöne bakmak gerekir. Rasat sırasında gökyüzünde görülen ve göğü tamamen örtmeyen bulutlar, boşluk bırakmaksızın birbirine eklenmiş kabul edilir. Bulutluluk miktarı bu şekilde tespit edilir. Rasadın yapıldığı yerden gökyüzünün tamamının ufka kadar serbestçe görülebilmesi gerekir.

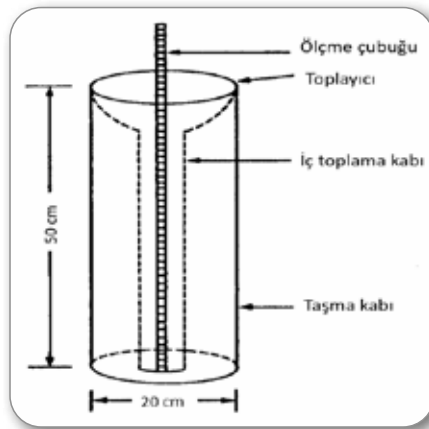
Bulutluluk oranını belirlemek için kullanılan alete **nefometre** denir. Ancak gemilerde bu işlem göz kararı yapılır. Örneğin havaya bakıldığında gökyüzünün yarısı bulutlarla kaplıysa bulutluluk oranı **bc** olarak ifade edilir.

**Tablo 2.1.7:** Gökyüzü Bulutluluk Oranı vb. Görünümünün Jumale İşlemesinde Yararlanılacak Havanın Gözlem Anındaki Durumunu Belirleyen Açıklamalar ve Jumalde Harf Olarak Gösterimleri

Gösterim	İngilizce	Türkçe
b	Blue sky	Hava açık, az bulutlu (0-2/8'i bulutlarla kaplı)
bc	Sky partly clouded	Kısmen, dağınık bulutlu (3-5/8'i bulutlarla kaplı)
c	Cloudy	Parçalı bulutlu (6-8/8'i bulutlarla kaplı)
o	Overcast sky	Kapalı (8/8 hava tamamıyla bulutlarla kaplı)
d	Drizzle	Çisenti
e	Wet air	Rutubetli (nemli/ıslak/yaş) hava
f	Fog	Sis
h	Hail	Dolu
g	Gale	Fırtınaya yakın rüzgâr
l	Lightning	Şimşek, yıldırım
m	Mist	Dumanlı, puslu (kuru pus)
p	Passing showers	Sağanak geçişleri
q	Squally weather	Boranlı hava
r	Rain	Yağmur
ra	Sleet (Rain&Snow)	Sulu sepken (karla karışık yağmur)
s	Snow	Kar
t	Thunder	Gök gürültüsü
v	Pure air	Berrak hava (olağanüstü görüş)
u	Dew	Çiy
w	Hoar frost	Kırağı

### 2.1.10. Yağış Ölçümü

Yağış, görüş mesafesini etkileyen önemli bir meteorolojik parametredir. Yağış miktarı plüviyometre ile ölçülür (Görsel 2.1.13).



**Görsel 2.1.13:** Yağış ölçmede kullanılan standart plüviyometre (Sarı ve Kadioğlu, 2020)



## 2.1.11. Denizde Mesaj Türleri

Denizlerde birçok farklı bilgi ve uyarıyla birlikte meteorolojik uyarı ve bilgilendirmeler daha çok INMARSAT C (EGC) ve NAVTEX mesajlarıyla yapılmaktadır.

### a) Denizde Veri Alışverişi

Gemilerin dünya çapında meteorolojik uyarıları alması ve takip edebilmesi için sistemler kurulmuştur. Bunlardan bazıları belli büyüklüğün üstündeki tüm gemilerde zorunludur. Gemiler Küresel Deniz Tehlike ve Emniyet Sistemi [Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)] gerekliliklerine uygun olarak donatılır. **GMDSS**, Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün [International Maritime Organization (IMO)] denizde tehlike ve emniyet konusunda oluşturduğu uluslararası haberleşme sistemidir.

GMDSS, haberleşmede farklı cihaz ve sistemler (DSC, EPIRB, COSPAS-SARSAT, SART vb.) kullanır. Bunlar daha çok tehlike durumunda mesajlaşmayı sağlayan sistemlerdir. **INMARSAT** uydu sistemi, bunlara ek olarak Deniz Emniyet Bilgileri (MSI)/**NAVTEX** gibi meteorolojik veri ve uyarıların gönderilmesi ve alınmasına yardım eden sistemler de kullanılır.

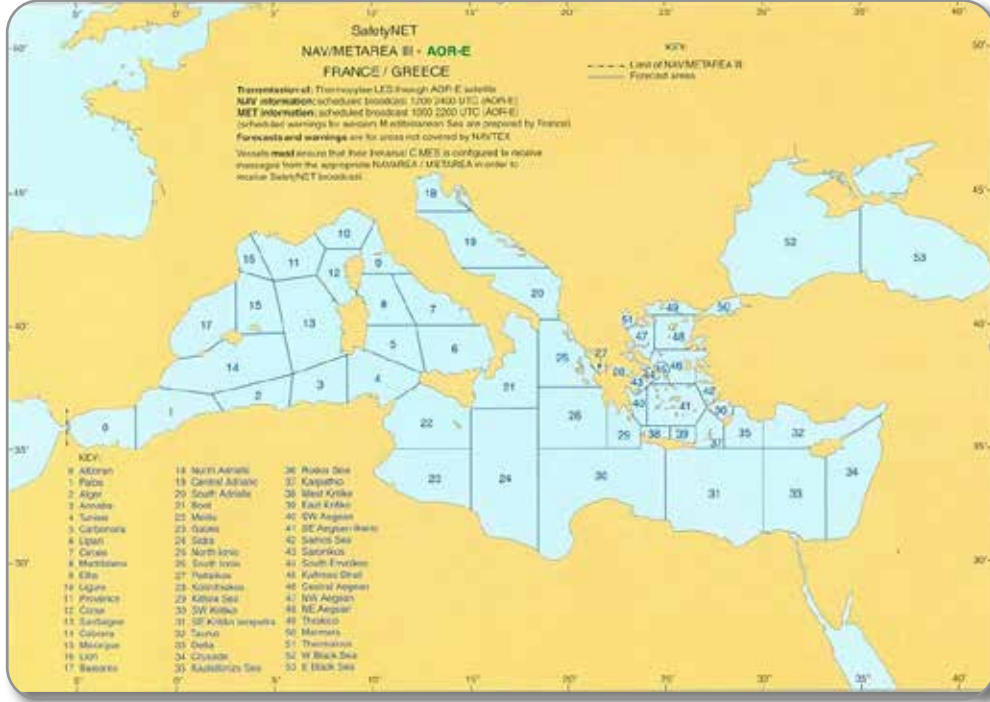
GMDSS, Deniz Emniyet Bilgilerini (MSI) **NAVTEX** ve **SafetyNET** üzerinden yayımlar. NAVTEX, tüm kıyusal alanları kapsayan MF (orta dalga) karasal radyo yayınıdır. SafetyNET ise tüm deniz ve kıyıyla ilgili alanları kapsayan **Inmarsat C Genişletilmiş Grup Çağrısı** [Enhanced Group Calling (EGC)] üzerinden, yazılı meteorolojik ve güvenlik uyarıları yayımlar.

Denizde emniyet, meteorolojik veri ve uyarı mesajlarının belli bir programa uygun biçimde gemilere iletilmesiyle sağlanır. Bu amaçla dünya denizleri, **seyir sahaları** anlamında NAVAREA adında bir sistemle coğrafi bölgelere ayrılmıştır. Her bölgede seyir ve hava durumu uyarılarını yayımlamak üzere belli devletler görevlendirilmiştir. Görsel 2.1.14'teki haritada NAVAREA bölgeleri ve hangi devletin hangi bölgede sorumluluk aldığı görülmektedir. Toplamda 21 farklı NAVAREA/METAREA bölgesi mevcuttur. Ancak bunlardan 16 bölge aktif olup kutup bölgelerini içeren 5 bölge henüz kullanımda değildir.



**Görsel 2.1.14:** NAVAREA alanları. Alan numarasının altında bu alandan sorumlu ülkenin adı yer alır. Örneğin Türkiye'nin de içinde bulunduğu NAVAREA III alanından İspanya sorumludur.

METAREA'lar da INMARSAT C (EGC), NAVTEX, VHF, MF/SSB ve HF/SSB telsizle yapılan hava tahmini yayınları için genellikle deniz sahalarına bölünür. NAV/METAREA alanları kodlara göre sınıflandırılır (Görsel 2.1.15).



Görsel 2.1.15: NAVAREA/METAREA alanlarının deniz alanlarına bölünmesi ve isimlendirilmesi

## b) Inmarsat C Uydu Sistemi

Inmarsat C deniz mobil uydu sistemi, bir uydu kapsama alanı içinde herhangi bir yerde bulunan seçilmiş gemi istasyon gruplarına mesaj gönderir. Bunun için Genişletilmiş Grup Çağrısı (EGC) olarak bilinen içsel bir kapasiteye sahiptir. Dört coğrafi istasyon, bu tür yayınlar için dünya çapında kapsama alanı sağlar. İki tür EGC servisi vardır. Bunlar SafetyNET ve FleetNET'tir.

Inmarsat C, 70° kuzey ve 70° güney enlemleri arasında küresel kapsama alanına sahip bir "Sakla ve Gönder" (Store and Forward) iletişim sistemidir.

**SafetyNET Hizmetleri:** Bir Inmarsat uydusunun kapsama alanı içinde bulunan herhangi bir gemi, bu uydu üzerinden yayımlanan tüm SafetyNET mesajlarını alabilir. Tüm Inmarsat C denizcilik istasyonları EGC kanalını takip eder.

Seyir ihbarları ve meteorolojik tahminler; NAVAREA alanlarında, Inmarsat C SafetyNET yayınlarından SAFETY/SECURITY başlığı altında yayımlanır.

## ETKİNLİK

**NAVTEX ve NAVAREA Sorumlu Bölge Uygulaması:** İskenderun Limanı'ndan Rusya'nın Kuzey Kutbu'ndaki Murmansk Limanı'na gidecek olan bir gemi;

1. Meteorolojik veri ve uyarıları alacağı kaç NAVTEX bölgesinden geçer?
2. İskenderun Limanı'ndan itibaren geminin geçeceği NAVAREA alanlarının adlarını sırasıyla yazınız.





**Tablo 2.1.8:** Bir EGC Mesaj Örneği (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

LES 312-MSG 11517-Met/NavWarn Safety Call to Area: 38 S 134 E 999 PosOK
NL BURUM LES 204988123456789 1-NOV-2012 11:55:08 021178
SECURITE
HIGH SEAS WEATHER WARNING FOR METAREA 10 ISSUED BY THE AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY, ADELAIDE AT 1154UTC 1.11.2012.
GALE WARNING FOR SOUTH EASTERN AREA
PLEASE BE AWARE
Wind gusts can be 40 percent stronger than the averages given here, and maximum waves may be up to twice the height.
SITUATION AT 011130UTC
Vigoro estest to southwest airstream.
AREA AFFECTED
Area bounded by 45S129E 42S141E 50S141E 50S129E 45S129E.
FORECAST
W/SW winds 30/40 knots. Rough to very rough seas. Moderate to heavy swell.
WEATHER ADELAIDE

Mesajın içindekiler şöyledir: Bu mesaj LES 312 numaralı yer istasyonundan gönderilen 11517 numaralı mesajdır. 38°S 134°E alanda emniyetli seyir için meteorolojik ve seyir uyarısı içerir. Her 4 saatte bir pozisyon güncellemesi mevcuttur. İstasyonun konumu, Hollanda Burum LES 204988123456789. 1 Kasım 2012, Saat 11 55' 08". Mesaj Security (güvenlik) önceliklidir. Avusturalya'nın Adelaide şehrinde bulunan meteoroloji bürosu 01.11.2012 saat 11.54 UTC'de METAREA 10 için açık denizde meteorolojik uyarı yayımlamıştır. Güneydoğu alanında bora uyarısı. Lütfen haberdar olun. Rüzgâr hızı bilinen ortalamaların %40'ından fazla artacaktır ve maksimum dalga yüksekliği iki katına çıkabilir. Saat 01 11' 30" UTC batıdan güneybatıya doğru kuvvetli hava akımı. Etkilenecek alan sınırları 45°S 129°E/42°S 141°E/50°S 141°E/50°S 129°E/45°S 129°E. Rüzgârın 30-40 knot hızla batı-güneybatı yönünde esmesi bekleniyor. Deniz yüzeyi dalgalı ve çok dalgalı olabilir. Orta düzeyden ağıra kadar değişen ölü dalgalar görülebilir. Adelaide hava tahmini (Tablo 2.1.8).

### c) NAVTEX Mesajları

NAVTEX kısaltması, "Navigational Telex" ifadesinin kısaltılmış hâlidir. Kıyı istasyonlarından gemilere doğru yapılan tek yönlü uyarı ve bilgi mesajlarının yayımlanması ve alınmasını kapsar. 16 NAVAREA sahasında, sorumlu devletlerin koordinasyonunda yayın yapılır. NAVTEX üzerinden yapılan yayınların içeriğinden bir tanesi de meteoroloji ihbarlarıdır.

Türkiye'de NAVTEX üzerinden yapılan meteoroloji ihbarlarına Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'nün Genel Ağ sayfasından Türkçe ve İngilizce olarak ulaşılır ([https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/turk\\_radyo\\_yayinlari](https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/turk_radyo_yayinlari)).

Mesajlar ZCZC kodu ile başlar ve NNNN ile sona erer. Genel olarak mesajlar içeriğe göre şekillenir (Tablo 2.1.9, 2.1.10).

**Tablo 2.1.9:** NAVTEX Mesaj Kodları (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

ZCZC B1 B2 B3 B4	ZCZC HE89
TARİH ZAMAN (UTC)	280945 UTC SEP 02
SERİ TANITIM NUMARASI	IRAKLIO RADIO/WEATHER FORECAST
MESAJ METNİ	MESSAGE TEXT
SON İŞARETİ (NNNN)	NNNN

Tablo 2.1.10: NAVTEX Meteorolojik Uyarı Mesajı Örneği (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

ZCZC SB76  
271900 NAVTEX-HAMBURG (NCC)  
UYARI NO. 145 271815UTC JUN  
ALMAN KÖRFEZİ İÇİN  
27.06.2007 18.15 UTC DE YAYIMLANDI  
FIRTINAMSI RÜZÂR, BATI 6-7 BOFOR  
NNNN

Navtex uyarılarının şu harf kodlarına göre hangi içeriğe sahip olduğu anlaşılır:

- **A:** Seyir Uyarıları (Navigational Warnings)
- **B:** Meteorolojik Uyarılar (Meteorological Warnings)
- **C:** Buz Raporları (Ice Reports)
- **D:** Arama Kurtarma Bilgileri ve Korsanlık Uyarıları (Search&Rescue Information and Pirate Warnings)
- **E:** Meteorolojik Tahminler (Meteorological Forecasts)
- **F:** Kılavuzluk Hizmeti Mesajları (Pilot Service Messages)
- **G:** AIS Mesajları (AIS Messages)
- **J:** SATNAV Mesajları (SATNAV Messages)-SATNAV, GPS teknoloji öncesi kullanılan sistemdir. Şu anda GPS veya GLONASS ile ilgili mesajlar bu kod ile gelmektedir.
- **K:** Diğer Elektronik Seyir Yardımcısı Mesajlar (Other Electronic Navaid Messages)
- **L:** Seyir Uyarıları (Navigational Warnings)-A kodu dışında L koduyla da gelebilir.
- **T:** Test Yayınları (Test Transmissions)-Sadece Birleşik Krallık'ta kullanılmaktadır.
- **V:** Balıkçılara Uyarılar (Notice to Fisherman)-Sadece ABD'de kullanılmaktadır.
- **W:** Çevresel (Environmental)-Sadece ABD'de kullanılmaktadır.
- **X:** Özel Servisler (Special Services)
- **Y:** Özel Servisler (Special Services)

NAVTEX mesajları alındıktan sonra ilgili zabıt tarafından harita üzerine işlenmeli, uyarı mesajının numarası haritanın alt köşesine not edilmelidir. Böylece alınan uyarıya göre haritada yapılan tüm düzeltmeler kolayca görülebilecektir.

### ETKİNLİK

Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Daire Başkanlığı (SHOD) Genel Ağ sayfasında yayımlanan son iki mesajı inceleyerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## UYGULAMA 2.1.1

### YAŞ VE KURU TERMOMETREYLE BAĞIL NEMİ BELİRLEME



KOD=24344

İşlem Basamakları		Öneriler	
Aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yaş ve kuru termometreyle bağıl nemi belirleyiniz.			
<input type="checkbox"/>	Önce kuru termometre sıcaklığını okuyunuz ve jurnale kaydediniz (Örneğin Tkuru = 18 °C okunmuş olsun.).	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın kullanma kılavuzunu dikkatle okuyunuz.
<input type="checkbox"/>	Sonra müslini suyla ıslatıp Islak termometrenin haznesine sarınız ve psikrometreyi çevirerek sıcaklığın en düşük değere gelmesini takip ederek bekleyiniz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın özellik ve fonksiyonlarını iyice öğreniniz.
<input type="checkbox"/>	Islak termometredeki en düşük değeri okuyup bir yere kaydediniz.	<input type="checkbox"/>	Özellikle bu tür cihazların hassasiyetini kaybetmesi için bakımını zamanında ve yöntemine uygun bir şekilde yapınız.
<input type="checkbox"/>	Birinci maddeyi her iki en düşük değer okuması peş peşe aynı (tutarlı) olana kadar tekrarlayınız ve tutarlı değeri jurnale kaydediniz (Örneğin Tyaş = 14 °C okunmuş olsun.).	<input type="checkbox"/>	Uygulamayı doğrudan Güneş ışınları altında veya bir ısı kaynağının yakınında yapmayınız.
		<input type="checkbox"/>	Termometrelerin haznesine temas etmeyiniz ve nefesinizi hazneye doğru vermeyiniz.
<input type="checkbox"/>	Islak ve kuru hazne sıcaklıkları arasındaki farkı (depresyon) hesaplayınız (Tkuru - Tyaş = 2 °C).	<input type="checkbox"/>	Termometreye dik açıyla okuyabileceğiniz bir mesafeden bakınız.
<input type="checkbox"/>	Dönüşüm tablosunu kullanarak kuru hazne (örnekteki Tkuru = 18 °C) sıcaklığı ile ıslak hazne depresyonunun (Tkuru - Tyaş = 2 °C'nin) kesiştiği değeri bularak bağıl nem değerini (örneğe göre %81 olarak) belirleyiniz.	<input type="checkbox"/>	Sıfırın altındaki sıcaklıklarda müslini donar. Bunun için meteoroloji istasyonlarında ıslak haznenin buzlu ya da sulu olup olmadığı kaydedilir.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Kuru termometre değerini okur.				
2.	Islak termometre değerini okur.				
3.	Islak ve kuru termometre değeri arasındaki farkı hesaplar.				
4.	Bağıl nem değerini hesaplar.				
5.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## UYGULAMA 2.1.2

### ANEMOMETRE İLE RÜZGÂR YÖN VE HIZINI BELİRLEME

İşlem Basamakları		Öneriler	
Aşağıdaki adımları takip ederek anemometre ile rüzgâr yön ve hızını belirleyiniz.			
<input type="checkbox"/>	Bulduğunuz yerin kuzeyini bulunuz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın ortalama yön ve hız bilgisi yoksa 5 dakika süresince cihazınızı gözlemleyerek o an için hâkim olan rüzgâr yön ve hızını belirleyiniz.
<input type="checkbox"/>	Cihazın üzerinde kuzeyi göstermesi gereken işaretin kuzeyi gösterdiğinden emin olunuz.	<input type="checkbox"/>	Bulduğunuz yön, ara ve ana yönlerden hangisine yakınsa o yönü jurnale yazınız.
<input type="checkbox"/>	Anemometrenin güç düğmesini açarak cihazı çalıştırınız.	<input type="checkbox"/>	Bulduğunuz rüzgâr hızını km/h ve knot birimlerine çevirerek uygun olanı jurnale ya da uygun bir yere yazınız.
<input type="checkbox"/>	Cihazın üzerinde 0-360 derecelik rüzgâr yön bilgisi ve m/s olarak rüzgâr hız bilgisi olduğunu görünüz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın kullanma kılavuzunu dikkatle okuyunuz.
<input type="checkbox"/>	Rüzgâr hız ve yön bilgilerinin sürekli değiştiğini gözlemleyiniz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın özellik ve fonksiyonlarını iyice öğreniniz.
<input type="checkbox"/>	Cihazınız ortalama yön ve hız bilgilerini gösteriyorsa 10 dakika bekleyiniz.	<input type="checkbox"/>	Özellikle bu tür cihazların hassasiyetlerini kaybetmemesi için bakım önerilerini zamanında ve usulüne uygun bir şekilde yapınız.
<input type="checkbox"/>	10 dakika sonra ortalama rüzgâr yön ve hızını yazınız.	<input type="checkbox"/>	Uygulamayı seferde yapıyorsanız gemi hızını da dikkate alınız.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Kuzey yönünü bulur.				
2.	Anemometre cihazını kullanıma hazırlar.				
3.	Anemometre cihazıyla rüzgârın yön ve hızını ölçer.				
4.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
Toplam puan					

**Puanlama:** Ölçekte bulunan 1. madde 24, 2 ve 3. maddeler 28'er, 4. madde 20 puan üzerinden değerlendirilecektir.



## UYGULAMA 2.1.3

### BAROMETRE İLE BASINÇ DEĞERİ VE ÜÇ SAATLİK DEĞİŞİMİNİ BELİRLEME



KOD=24346

İşlem Basamakları		Öneriler	
Aşağıdaki adımları takip ederek barometreyle basınç değerini ve üç saatlik değişimini belirleyiniz.			
<input type="checkbox"/>	Barometreyi okumak için üzerine ortasından bir kere hafifçe tıklatınız ve ibresinin değiştiğini gözlemleyiniz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın kullanma kılavuzunu dikkatle okuyunuz.
<input type="checkbox"/>	Barometre değerini okuyarak bir yere not ediniz.	<input type="checkbox"/>	Cihazınızın özellik ve fonksiyonlarını iyice öğreniniz. Özellikle bu tür cihazların hassasiyetlerini kaybetmemesi için bakım önerilerini zamanında ve usulüne uygun bir şekilde yapınız.
<input type="checkbox"/>	Basınç ölçümü yaptığınız yerden deniz seviyesine olan yüksekliğe göre (ölçtüğünüz basınç değerini deniz seviyesine indirmek için) düzeltme değerini hesaplayınız.	<input type="checkbox"/>	Barometreye dik açıyla okuyabileceğiniz bir mesafeden bakınız.
<input type="checkbox"/>	Okuduğunuz basınç değerini düzelterek jurnale kaydediniz.	<input type="checkbox"/>	Barometreyi doğrudan Güneş ışığından uzak tutunuz.
<input type="checkbox"/>	Jurnalde örneğin üç saat önce kaydedilmiş deniz seviyesine indirgenmiş basınç değerini bulunuz.	<input type="checkbox"/>	Barometrenin yüksekliği, tüm gözlemler için uygun bir göz seviyesinde ve paralaks (uzaklık açısı) hatası önlenabilir bir konumda olmalıdır.
<input type="checkbox"/>	Ölçtüğünüz deniz seviyesine indirgenmiş basınç değeri ile üç saat önce jurnale kaydedilmiş deniz seviyesine indirgenmiş basınç değerlerinin farkını alınız.	<input type="checkbox"/>	Gemi journali yoksa ilk basınç ölçümünü bahçe ya da giriş katında, üç saat sonraki ölçümü ise bulunduğunuz binanın en üst katında yaparak ölçümlerin farkını alınız.
<input type="checkbox"/>	Basınçtaki üç saatlik değişimi (basınç tandansı/eğilimi) bulunuz.	<input type="checkbox"/>	Üst kat ile zemin kat arasında en az 10 m olmasına dikkat ediniz. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bir kabule göre normal şartlarda her 10,5 metrede 1 mb,</li> <li>• Denizde, kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde her 8 metrede 1 mb,</li> <li>• Okyanuslarda her 6 metrede 1 mb olduğunu</li> </ul> dikkate alarak bulunduğunuz yüksekliği bu değerden birine bölerek basınç düzeltme değerini kabaca bulabilirsiniz.

Uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçütlerine göre yapınız.

Değerlendirme Ölçütleri		Performans Düzeyi			
		Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilebilir (1)
1.	Barometre değerini okur.				
2.	Barometre değerinin deniz seviyesindeki karşılığını bulur.				
3.	Bulunan barometre değerini jurnale kaydeder.				
4.	Barometredeki üç saatlik basınç değerini bulur.				
5.	Temrin dosyasını düzenli tutar.				
<b>Toplam puan</b>					

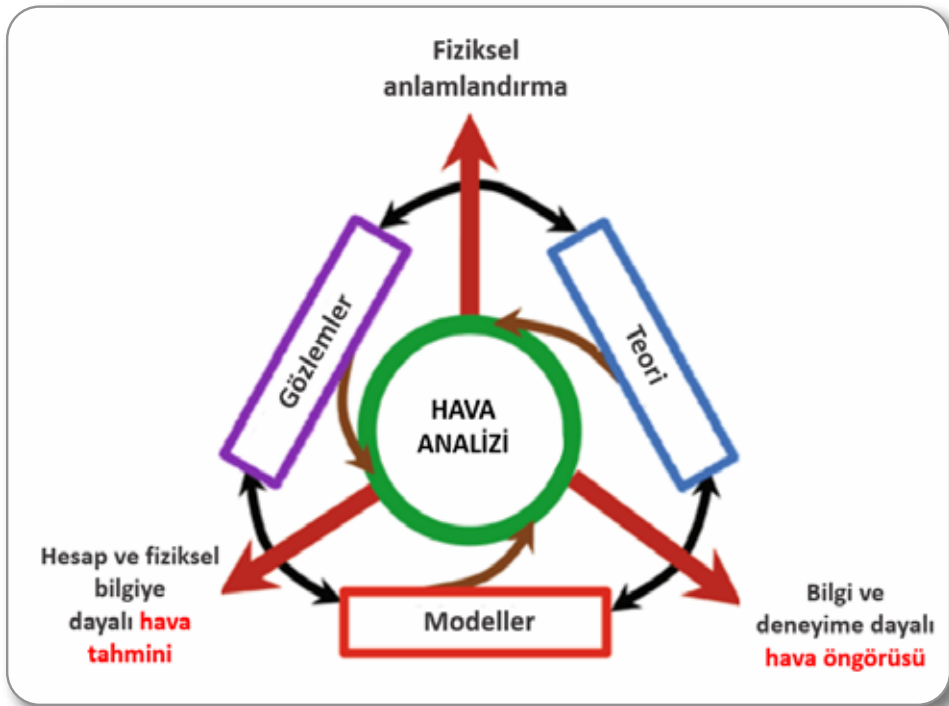
**Puanlama:** Ölçekte bulunan bütün maddeler 20'şer puan üzerinden değerlendirilecektir.

## 2.2. HAVA TAHMİNİ

### 2.2.1. Hava Tahmini

Hava durumuna göre rota belirleme genellikle iki tipte yapılır. Birincisi mevcut şartlara ve hava tahminlerine göre rotayı hesaplama ve gemiyi yönlendirmedir. İkincisi ise denizdeki mevcut hava ve deniz şartlarına göre veriyi gemide toplayarak rota seçeneklerini belirlemedir.

Hangi konuda olursa olsun sadece **kaynak, yer, zaman, miktar ve olasılık** gibi nicel büyüklükler belirten matematiksel kestirime **tahmin** denir. Bir andaki hava durumundan faydalanarak atmosferin ilerideki nicel durumunu belirlemeye kısaca **hava tahmini** (prediction) denir. Hava tahminlerini kullanan kişinin kendi bilgi, tecrübe vb.ni de hava tahminlerine katması gerekir. Gelecekteki hava şartları için bu şekilde yapılan değerlendirmeye **hava öngörüsü** (forecasting) denir.



Görsel 2.2.1: Hava öngörüsü yapılabilmesi için gerekli olan bileşenler

Cep telefonlarından dünyanın her yerinde olduğu gibi gemideki Genel Ağ'a bağlanarak içinde bulunulan konumun hava tahminlerine ulaşılabilir. Bununla birlikte Genel Ağ'dan alınacak bilgilerin büyük bir kısmı, sayısal hava tahmin modellerinin otomatik ürettiği ürünlerdir (Görsel 2.2.1). Hâlbuki gerekli olan ise gözlem, teori, model sonuçlarının bilgi ve deneyimle harmanlanmış hâli olan **hava öngörüsüdür**.

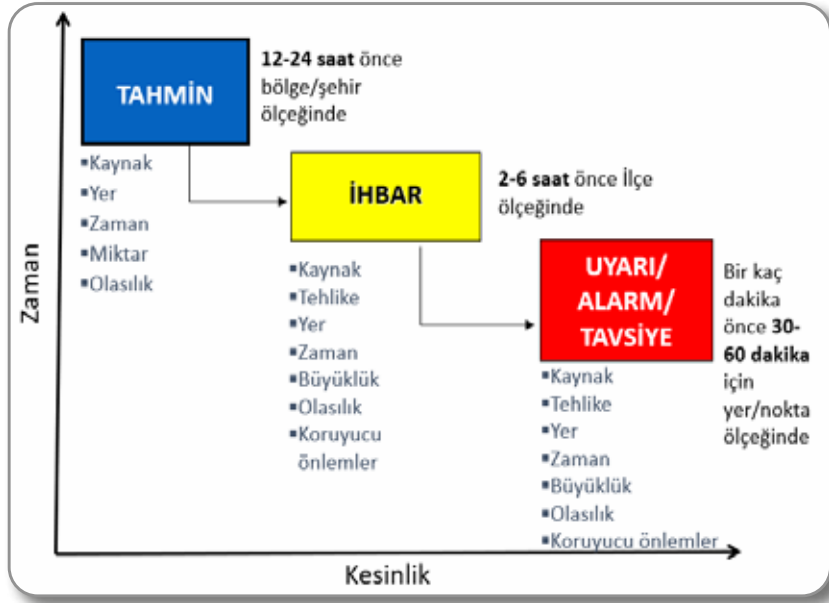
Sayısal hava tahmin modellerinin ürettiği otomatik ürünlerin hiç sorgulanmadan ve denizdeki mevcut gözlemlerle uyuşup uyuşmadıkları kontrol edilmeden kullanılması denizcileri tehlikeye atabilir. Son yıllarda otomatik ürünlere aşırı bağımlı hâle gelinmiştir. Bu duruma kısaca **meteorolojik kanser** denilmektedir.

### 2.2.2. Hava Tahmini Çeşitleri

Denizciler için genel hava tahminiyle birlikte liman için geçerli meteorolojik ihbar ve uyarılar da önemlidir. Özellikle meteorolojik ihbar ile uyarı arasındaki farkın iyi anlaşılması gerekir. Uluslararası meteoroloji servisleri genellikle tahmin ve uyarı arasında meteorolojik ihbar (watch) yayımlayarak hava durumunu takip edenleri meteorolojik uyarı (warning) için



hazırlamak ister. Diğer bir deyişle tahmin çeşitlerinin yanı sıra havanın olası seyri ve özellikle şiddetli hava ile birlikte hidrolojik meteorolojik ihbarlar ve uyarılar yapılır (Görsel 2.2.2).



Görsel 2.2.2: Hava tahmini, ihbar ve uyarı arasındaki içerik ve sıra farkı

Çok çeşitli amaçlarla yapılan hava tahmininin tek tip olması beklenemez. Hava olayının ölçeğine, etkilediği bölgeye, etkileme şekline ve gerçekleşme olasılığına bağlı olarak farklı tahminler yapılır (Tablo 2.2.1).

Tablo 2.2.1: Meteorolojik Tahmin Ürünlerinin Türü, Geçerli Olduğu Süreler, İçerik ve Amaçları (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Meteorolojik Tahmin Ürünü	Geçerli Olduğu Süre	İçerik	Amaç
Görünüm/Öngörü (Outlook/Forecast/Set)	Birkaç saatten mevsimlere kadar	Havanın olası seyri hakkında bilgi verir ve tehlikeli hava olaylarına dikkat çeker.	Tehlikeli hava olaylarına karşı halkı; korunmak, zamanında gerekli plan ve hazırlıkların yapılması için bilgilendirmek.
İhbar (Watch/Ready)	Birkaç saatten bir iki güne kadar	Hortum, ani sel gibi tehlikeli hava ya da hidrolojik olayların oluşum olasılığının önemli ölçüde arttığını bildirir. Ancak olayın oluşumu, yeri ve/veya zamanının hâlâ belirsiz olduğunu bildirir.	Belirli bir alan ve süre içinde oluşum olasılığı artan tehlikeli hava olayından korunmak için harekete geçmek üzere hazır beklenmesini sağlamak.
Bildirim (Advisory/Ready)	Birkaç saatten bir iki güne kadar	Zarar verebilecek olan ama meteorolojik uyarı kriterini karşılamayan tehlikeli hava ya da hidrolojik olayları bildirir.	Belirli bir alan ve süre içinde oluşma olasılığı artan ama uyarı kriterini karşılamayan tehlikeli hava olayından korunmak için harekete geçmek üzere hazır beklenmesini sağlamak.
Uyarı (Alarm/Go)	Birkaç dakikadan birkaç saate kadar	Hortum, ani sel vb. tehlikeli hava ya da hidrolojik olayın oluşumunun an meselesi olduğunu ya da oluşumun gözlemlendiğini bildirir.	Can ve mal güvenliğini sağlamak üzere harekete geçilmesini sağlamak.

### 2.2.3. Genel Hava Tahmini Yöntemleri

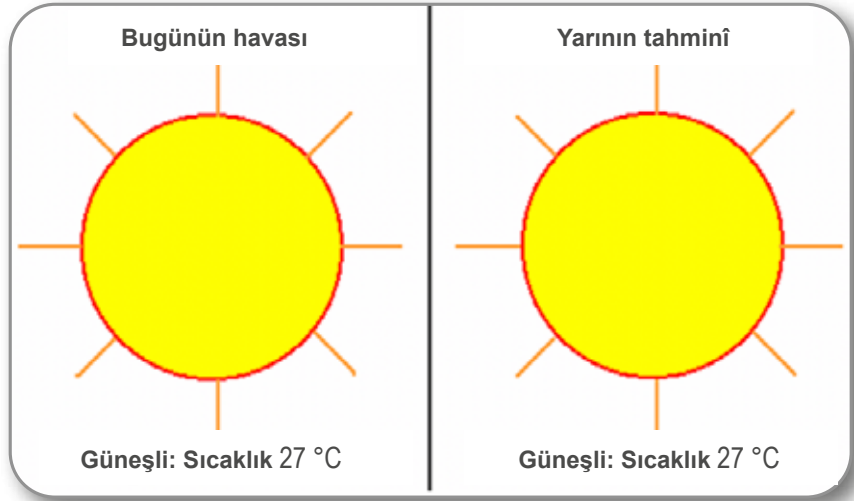
Sayısal, sürerlik, klimatoloji, eğilim ve benzeşim olmak üzere belli başlı beş hava tahmin yöntemi vardır.

**Sayısal Hava Tahmin Yöntemi:** Günümüzde bilimsel anlamda hava tahminleri sayısal hava tahmin yöntemi (SHT) ile yapılmaktadır. Bu yöntemle tahmin yapmak için bilgisayar gücü, dinamik meteoroloji ve sayısal yöntemler kullanılır. Tahmin modelleri olarak da bilinen karmaşık bilgisayar programları, süper bilgisayarlarda çalışır. Bu programlar sıcaklık, basınç, rüzgâr ve yağış gibi birçok atmosferik değişken hakkında tahmin sağlar.

SHT yöntemi, atmosferik benzetimde modeller tarafından kullanılan denklemlerin kesin olmaması nedeniyle kusurludur. Bu tahminler bazı hatalara yol açar. Buna ek olarak dağlardan veya okyanustaki bölgelerden çok sayıda hava gözlemi alınmadığı için ilk verilerde birçok boşluk vardır. Başlangıç durumu tam olarak bilinmiyorsa bilgisayarın hava sistemlerinin zamanla nasıl gelişeceğine dair tahmini doğru ve iyi olamaz. Bu kusurlarına rağmen şu an kullanılan hava tahmin yöntemlerinin en iyisi SHT yöntemidir. Denizcilerin SHT tahminlerini yorumlamaları ve gerektiğinde yerel koşullara göre düzeltmek için temel meteoroloji bilgisine sahip olmaları daha da iyisidir.

#### Sürerlik Hava Tahmin Yöntemi:

Bu yöntem, herhangi bir beceri ve bilgi istemeyen en basit hava tahmin yöntemidir. Sadece “Yarın hava bugünkü gibi olacak.” denmesi yeterlidir (yarınki hava = bugünkü hava). Diğer bir deyişle bu yöntem, tahmin sırasındaki koşulların değişmeyeceğini varsayar. Örneğin sürerlik yöntemi, bugün hava güneşli ve hava sıcaklığı 27 °C ise yarın da havanın güneşli olacağını ve sıcaklığın 27 °C derece olacağını öngörür (Görsel 2.2.3). Sürerlik yöntemi, bugün 2 kg yağmur düşerse yarın için de 2 kg yağmuru tahmin eder.



**Görsel 2.2.3:** Sürerlik tahminine göre yarınki havanın bu günkü havayla aynı olacağı kabul edilir.

Sürerlik yöntemi, hava durumu çok az değiştiğinde ve hava haritaları üzerindeki özellikler çok yavaş hareket ettiği zamanlarda iyi çalışır. Ayrıca yaz aylarında hava koşullarının günden güne çok az değiştiği İzmir gibi yerlerde iyi çalışır. Sürekli yağışlı olan Rize gibi yerlerde her gün “Yarın da bugün gibi yağışlı olacak.” demek çok yanıltıcı olmaz. Örneğin Türkiye’de yıllık ortalama yağışlı gün sayısı Meteoroloji Genel Müdürlüğüne göre Mersin’de 67, Rize’de 177 gündür. Bu durumda yılın 298 gününde yağış görülmeyen Mersin’de 365 gün boyunca havanın her gün yağışsız olacağını söyleyen biri, hava durumunu kabaca %82 doğru tahmin etmiş olur.

**Klimatoloji Hava Tahmin Yöntemi:** Hava tahmin etmenin diğer basit yöntemlerinden biridir. Uzun yıllar boyu bir yerin havasında görülen değişimlerin gözlemine dayanır. Geçmişte belli gün ve haftaların hava durumu böyle tahmin edilmiştir. Örneğin denizcilerin hâlâ kullandığı takvime dayalı **sayılı günler** bu tür bir tahmin yöntemidir.

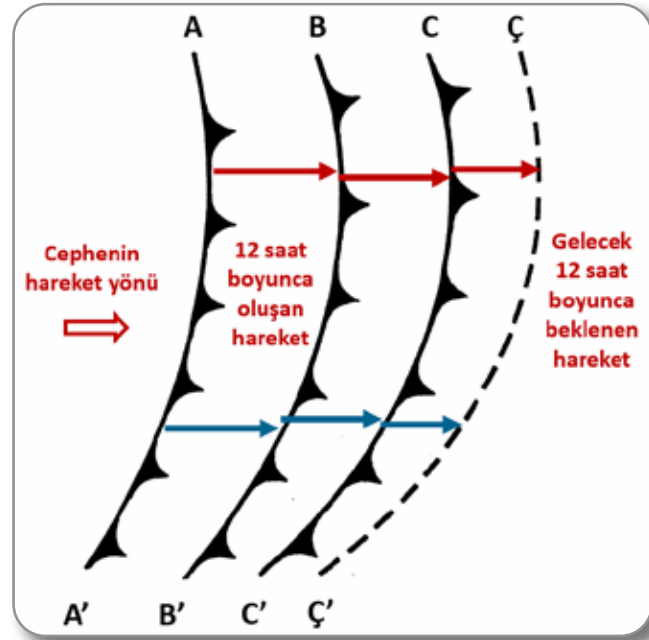
Türkiye Sahilleri Fırtına Takvimi için uzun yılların gözlemlerine dayanılarak hazırlandığı söylenir. Fırtınaların benzer bir şekilde hazırlanmış olan diğer takvimi, klimatolojik hava tahmin yönteminin ürünüdür. Bu takvim, eskilerin ifadesiyle **kocakarı takvimi** olarak da adlandırılır. Mevsimsel fırtınalar, uzun yılların **gözlemlerine** dayanılarak takvime işlenmiştir.

Bu takvimde yer alan fırtınaların özellikle isimli olanlarının bir iki gün sapmayla da olsa gerçekleştiğine inanılır. Ama Türkiye’nin tüm sahillerinde ve denizlerinde aynı anda fırtına görülemez. Fırtına takvimindeki fırtınanın günü ve yeri; her yer, her deniz için doğru değildir. Hava tahmininde esas olanın meteorolojik verilerin bilimsel değerlendirilmesiyle hazırlanan raporlar olduğu unutulmamalıdır. Seyir planlanması da bu bilimsel raporlara göre yapılmalıdır.



**Eğilim Hava Tahmin Yöntemi:** Meteorolojik bir sistemin, bir özelliğın geçmişteki hız ve yönünü koruması durumunda gelecek bir zamanda nerede olacağını tahmin etmek için kullanılır. Eğilim yöntemi cephelerin, basınç merkezlerinin, yağış alanlarının hareket hızını ve yönünü belirler. Tahminci bu bilgileri kullanarak gelecekte bir yerde olması beklenen havayı tahmin edebilir. Örneğın bir fırtına sisteminin bulunulan yerin 1.000 km batısında olduğu ve günde 250 km doğuya doğru hareket ettiğiy varsayalım. Eğilim yöntemi kullanılarak fırtınanın 4 gün içinde bulunulan bölgeye ulaşacağı tahmin edilebilir.

Örneğın görsel 2.2.4'te verilen cephe ve onunla ilişkili olarak bulutların ve yağışlı alanların hareket hızı ve yönü belirleterek hava tahmini yapılabilir. Bu yöntem, yağış tahmininde sıklıkla kullanılır.



**Görsel 2.2.4:** Eğilim yöntemine göre atmosferik cepheler ve onlara bağılı hava durumu tahmini

Bir cephenin gelecekteki konumu ve ona bağılı hava durumu, son 12-24 saat boyunca gözlemlenen hızlarının aynı olduğu varsayılarak tahmin edilebilir (Görsel 2.2.4). Bu yöntemin başarısı sistemin hareketinin geçmişteki hareketine ne kadar benzer olduğuna bağılıdır. Özellikle topoğrafya yakınında dikkatli olunmalıdır. Çünkü cepheler dağlar tarafından yavaşlatılabilir, tıkanabilir ve/veya saptırılabilir.

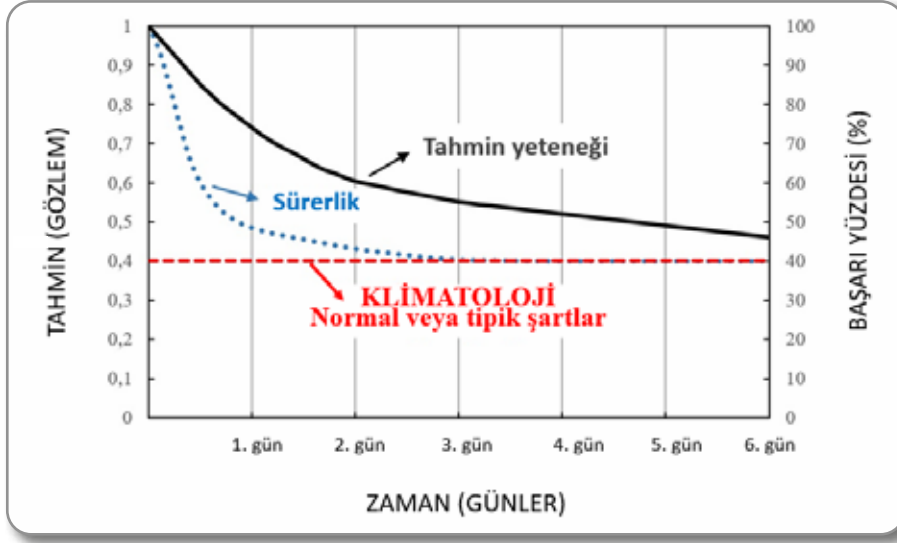
**Benzeşim (Analoji) Hava Tahmin Yöntemi:** Daha önce gözlenmiş meteorolojik örüntülerden hareket ederek hava tahmini yapılabilir. Örneğın uzun süreli kuraklık ve hava kirliliğine neden olan blokaj örüntülerinin önceki yıllara benzer hava şartlarına neden olacağı bilinir.

Benzeşim yöntemi genellikle savaş durumunda, düşman ülkelerin meteorolojik gözlemlerini paylaşmadığı zamanlarda yaygın olarak kullanılır. Bu durumda mevcut gözlemler geçmişteki meteoroloji haritalarıyla karşılaştırılmalıdır. Benzeşim yöntemi, hava durumunu tahmin ederken kullanmak için zor bir yöntemdir. Çünkü geçmişteki mevcut tahminlere benzeyen bir gün bulmayı gerektirir. Örneğın mevcut tahminin tahmin bölgesinde soğuk bir cepheye yakın sıcak bir gün olduğu varsayalım. Hava durumu tahmincisi, önceki aya ait benzer bir günü hatırlayabilir. Soğuk bir cephenin geldiğiy sıcak bir gün, günün ilerleyen saatlerinde fırtınaların gelişmesine yol açmış olsun. Tahminci, benzeşim yöntemiyle karşılaştırmaya dayalı olarak aynı hava tipini tahmin edebilir. Ancak geçmiş ve şimdiki zaman arasındaki küçük farklılıklar bile sonucu değiştirebilir. Bu nedenle benzeşim yöntemi, bir hava durumu tahminini derlemek için doğru seçim olmayabilir.

Pratik, anlık ve amatör hava tahmini bilgilerinin ve yöntemlerinin çoğuy meteorolojik haritaların değil, meteorolojik örüntülerin benzeşim yöntemine dayanır. Denizde amatörce de olsa bu konular iyice bilinmeden ve anlamlandırılmadan hava tahmini yapılmamalıdır.



Belli başlı beş bilimsel yöntemden tahmin yeteneği en yüksek olanı sayısal hava tahmini yöntemidir. Denizcilerin hâlâ kullanmakta olduğu fırtına takvimi gibi klimatolojik yöntemin başarısı %40 civarındadır (Görsel 2.2.5).



Görsel 2.2.5: Hava tahmininde başarının zamana ve yöntemlere göre değişimi

## 2.2.4. Denizde Amatör Hava Tahmini

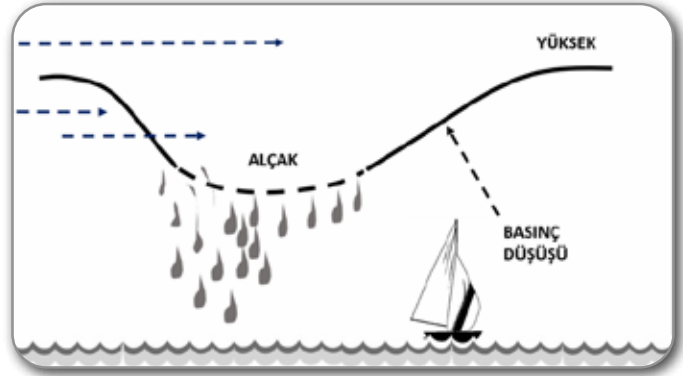
Amatör tahminde temel kural, her seferinde tahminin nasıl yapılacağına ilişkin bir yol haritası, bilgi ve fiziksel kuralın olmasıdır. Ancak birkaç denemede tutturulan tahminlerde kullanılan her kurala güvenerek denize çıkmaz.

Hava durumu modellerine ve profesyonel hava tahmincilerine danışmak şarttır. Ancak yerel barometrik basınç, rüzgâr yönü, rüzgâr hızı ve bulut türlerini gözleminin yerini hiçbir şey tutmaz. Özellikle zor koşullarda, temel meteoroloji bilgisi ve yerinde yapılan gözlemleri en iyi şekilde kullanmak hayati önem taşır. Modern hava tahminleri şehirler için oldukça doğru olabilir. Fakat şehirlere yönelik yapılan tahminler ile açık denizde gözlemlenen hava durumu arasında önemli farklılıklar olabilir.

**Sadece Basınç Değişimine (Tandans) Göre Hava Tahmini:** Sıcak ve soğuk hava sistemlerinin hareketinden kaynaklanan atmosferik basınç değişikliklerini izleyerek hava durumu tahmini yapılabilir.

Bunun için cıvalı ya da metal (aneroid) barometre kullanılabilir. Barometre, yalnızca atmosferik basınca dayanarak yakın gelecekte açık veya fırtınalı gökyüzü görülüp görülemeyeceğini bildirebilir. Barometrik okumaların nasıl yorumlanacağına dair birkaç örnek:

- Barometre değerinin düzenli olarak yükselmesi havanın kuru, serin ve açık olacağı anlamına gelir.
- Yükselen barometre değeri hava durumunun genellikle iyileşeceği anlamına gelir.
- Düşen barometre değeri hava durumunun genellikle kötüye gideceği anlamına gelir.
- Barometre değerinin sabit kalması hava koşullarında ani bir değişiklik olmayacağını işaret eder.
- Atmosfer basıncının aniden düşmesi, genellikle bir fırtınanın yolda olduğunu habercisidir (Görsel 2.2.6).



Görsel 2.2.6: Denizdeki bir gözlemciye göre barometrik basıncın düşmesi, yaklaşan bir fırtınayla birlikte kuvvetli rüzgâr ve yağışa işaret olabilir (Sarı ve Kadoğlu, 2020).



Farklı atmosferik basınç değerlerinin hangi anlama geldiği biliniyorsa barometreyi okumak basittir. Bazı barometrelerin üzerine yazı ya da sembolle yağışlı, parçalı bulutlu ve güneşli olduğu özellikle işaretlenir (Görsel 2.2.7). Barometrik basınç, özellikle fırtınalı havalarda daha düşük olma eğilimindedir. Sakin hava koşullarında ise daha yüksek ölçülmektedir. Basıncın düşmeye başlaması, **yağışlı hava** koşullarının yaklaştığının işareti olarak kabul edilir. Basıncın artmaya başlaması da **güneşli hava** koşullarının yaklaşmaya başlamasının işareti olarak kabul edilir (Görsel 2.2.7).

Barometre üzerinde siyah ve sarı renkli iki ibre bulunur. Uçları ok şeklinde olan siyah ibre aletin ölçtüğü basınç değerini gösterir. Sarı ibre ise cam ortasındaki metal düğmeyi çevirerek siyah ibrenin üzerine getirmeye yarar. İbreler arasında zamanla oluşan fark, basınçtaki değişimi gösterir. Basınç değişimine göre havanın durumu sadece kişisel gözlemlere göre değerlendirilmez. Sinoptik yer kartları üzerindeki istasyon modellerindeki basınç trendlerini okuyarak da değerlendirilebilir (Tablo 2.1.1).

**Basınç ve Rüzgârın Değişimine Göre Hava Tahmini:** Barometre okuyarak yapılacak tahminin daha iyi olması için yapılır. Basınçla birlikte rüzgârın da aynı anda takip edilip ikisinin değişimlerine birlikte bakılmasıyla gerçekleştirilir. Bu nedenle tablo 2.2.2'de denizcilerin tecrübelerine dayanarak kullandıkları basınç ve rüzgârda meydana gelen değişimlerin nasıl bir hava durumuna işaret ettiği açıklanmıştır.

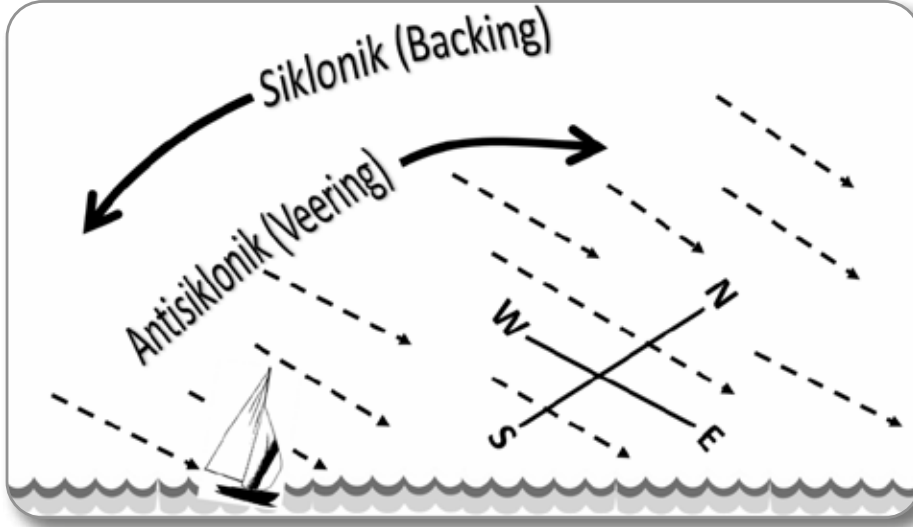


**Görsel 2.2.7:** Basit bir aneroid (metal) barometre

**Tablo 2.2.2:** Denizde Basınç Değişimi ve Rüzgâra Göre Pratik Hava Tahmini Tablosu

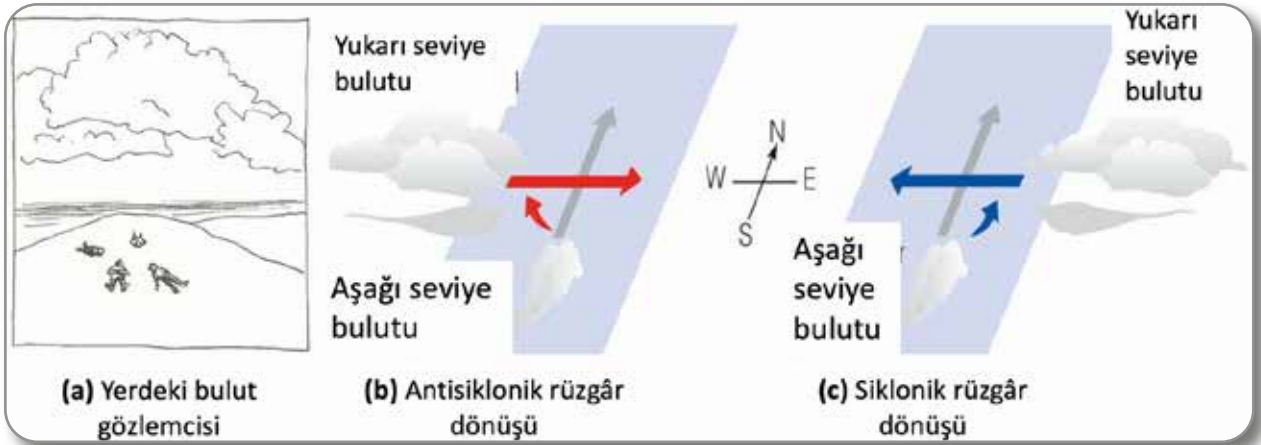
Barometre	Rüzgâr	Hava Durumu
Yüksek sabit	Lodostan kara yele	Hava durgun. 1-2 gün içinde hava sıcaklığında çok az değişme
Yüksek ve hızla yükseliyor.	Lodostan kara yele	Hava durgun. Sıcak havanın ardından 2 gün içinde yağış
Çok yüksek ve yavaş yavaş düşüyor.	Kibleden keşişlemeye	24 saat içinde yağış
Çok yüksek ve hızla düşüyor.	Kibleden keşişlemeye	12-24 saat içinde kuvvetli rüzgârla birlikte yağış
Yüksek ve yavaş yavaş düşüyor.	Keşişlemeden poyraza	12-18 saat içinde yağış
Yüksek ve hızla düşüyor.	Keşişlemeden poyraza	12 saat içinde kuvvetli rüzgârla birlikte yağış
Yüksek ve yavaşça düşüyor.	Gün doğusundan poyraza	Yaz: Meltemli ve durgun Kış: 24 saat içinde yağış
Yüksek ve hızla düşüyor	Gün doğusundan poyraza	Yaz: Meltemli ve durgun Kış: Kar, yağmur, sertleşen rüzgâr
Alçak ve yavaşça düşüyor.	Keşişlemeden poyraza	Yağış 1-2 gün sürecek.
Alçak ve hızla düşüyor.	Keşişlemeden poyraza	Yağmur ve sert rüzgâr. Hava açacak ve 36 saat süreyle soğuyacak.
Alçak ve yavaşça düşüyor.	Kibleden lodosa	Hava açacak ve birkaç gün süreyle durgun olacak.
Alçak ve hızla düşüyor.	Kibleden gün doğusuna	Sert bir fırtına yakında. Hava açacak ve 24 saat içinde soğuyacak.
Alçak ve hızla düşüyor.	Gün doğusundan yıldıza	Soğuk hava dalgası. Sağanak veya karla birlikte poyraz fırtınası
Alçak ve hızla yükseliyor.	Batiya yönelirse	Hava açacak ve soğuyacak.

**Rüzgârın Yön Değiştirmesine Göre Hava Tahmini:** Rüzgârın yön değiştirme şekli de hava tahminine yardımcı olabilir. Rüzgâr Kuzey Yarım Küre'de önce güneyden güneybatıya, sonra batıya, sonra da kuzeybatıya doğru (saat yönünde) yön değiştirirse rüzgâr **veering** yapmıştır. Rüzgâr; önce batıdan, sonra güneybatıdan güneye, daha sonra da güneydoğudan (saat yönünün tersine) eserse **backing**'e işaret eder. Veering yapan bir rüzgâr sağa doğru yönünü değiştiriyordur. Backing yapan rüzgâr sola doğru yön değiştirir. Bazen backing rüzgâr yaklaşan fırtınalı bir cephenin işaretidir. Veering ise sıcak hava adveksiyonu ve güneşli bir havaya işaret eder (Görsel 2.2.8).



**Görsel 2.2.8:** Rüzgârın belli bir bölgede yağışa işaret eden siklonik (backing) ya da açık havaya işaret eden antisiklonik (veering) olarak yön değiştirmesi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Veering rüzgârı açık ve güneşli havaya işaret eder. Backing rüzgârı ise alçak basınç alanından geldiği için fırtınalı havaya işaret eder. Burada kural, "Veering yapan rüzgârlar gökyüzünü açar, backing yapan rüzgârlar havayı kapatarak fırtınanın yaklaştığına işaret eder." olarak ortaya çıkar. Eğer rüzgâr saat yönünün tersine değişirse yaklaşan bir fırtınanın ön işaretçisi olabilir. Bu durum görsel 2.2.9'da yere yatıp gökyüzünün farklı seviyelerindeki rüzgârla hareket eden bulutlara bakan bir gözlemciyle açıklanmıştır.



**Görsel 2.2.9:** (a) Yerden yukarıya doğru farklı yüksekliklerdeki bulut hareketlerini gözlemleyenlerin (b) rüzgârların yükseklikle yaptığı antisiklonik (veering) veya (c) siklonik yön değişimini (backing) belirlemesi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

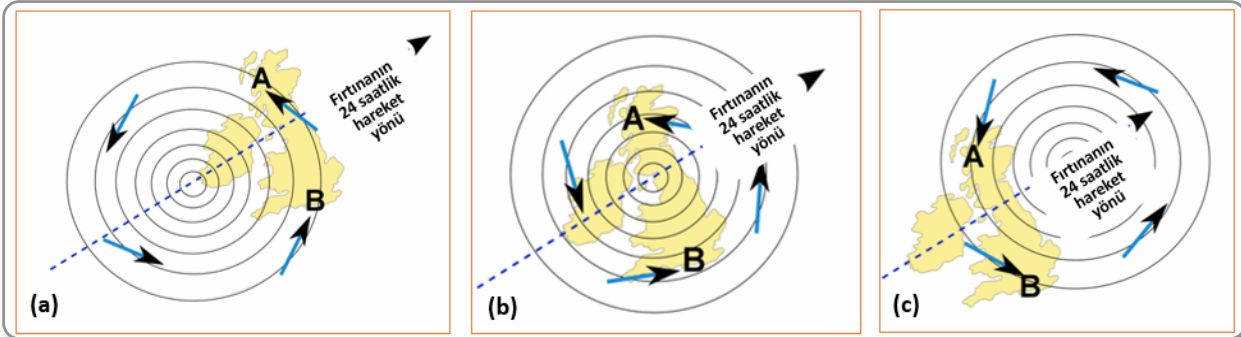
Bu durumda görsel 2.2.9 a'daki gözlemciler görsel 2.2.9 b'deki gibi güneyden gelen aşağı seviye rüzgârının üst seviyede batıya doğru dönmesini (veering) gözlemler. Bu, havanın ısınıp açacağına bir işaret olarak yorumlanabilir. Benzer olarak görsel 2.2.9 a'daki gözlemciler görsel 2.2.9 c'deki gibi güneyden gelen aşağı seviye rüzgârının üst seviyede doğuya dönmesini (backing) gözlemler. Bu durum havanın soğuyup kapatacağına ve fırtınaya bir işaret olarak yorumlanabilir.



**Denizde Orta Enlem Fırtına Tahmini:** Bilindiği gibi hortumlar, alçak basınç merkezleri ve tropikal fırtınalar ortadan dört çeyrek daireye kesilip incelendiğinde her çeyrek ya da yarım dairede rüzgâr şiddetinin farklı olduğu görülür. Özellikle fırtınanın kendi etrafında döndüğü yön (hava sirkülasyonunun yönü) ve fırtınanın hareket yönüne bakılması gerekir. Rüzgârlar, fırtınadaki hava sirkülasyonu yönü ve fırtınanın doğuya doğru olan yönüyle aynı olan bölgede şiddetli olur.

Örneğin kuzeydoğuya yönelmiş alçak basınç merkezinin fırtına yoluna göre alt kısmında hava sirkülasyonu ile fırtına aynı yönde olduğu için rüzgârlar şiddetlidir. Tam tersine fırtına, kuzeydoğuya doğru giderken fırtına yoluna göre alçak basınç merkezinin üst kısmında güneybatıya doğrudur. Bu rüzgârın aynı zamanda fırtına yönünün tersine estiğine dikkat edilmelidir. Böylece bu bölgede rüzgârlar zayıf olur. Diğer bir deyişle fırtınaların hareket yönünde rüzgârların estiği bölge gemiler için tehlikeli olur. Bunlar gerçekleşirken fırtınaların hareket yönüne ters esen rüzgârların bulunduğu bölge seyrüsefere uygun duruma gelir.

Tehlikeli yarım daireden uzak durabilmek ve güvenli bir liman için rota belirlemek için seyir anında rüzgâr yönündeki değişimi takip etmek yararlıdır. Özellikle Kuzey Yarım Küre'de rüzgâr yönündeki siklonik (backing) ve antisiklonik (veering) yönde dönen rüzgâr, bir alçak basınç merkezinin (fırtına) neresinde bulunduğu hakkında bilgi verebilir (Görsel 2.2.10).

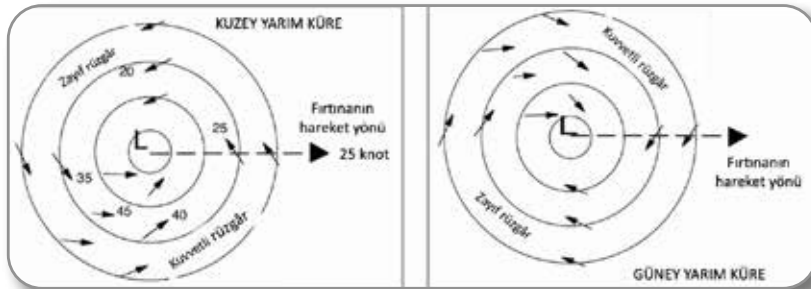


**Görsel 2.2.10:** Kuzey Yarım Küre'de bir alçak basınç merkezinin A ve B noktalarında bulunan bir geminin rüzgâr yönündeki değişim gözlemlenerek tehlikeli yarım dairede bulunulup bulunulmadığının belirlenmesi (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Görsel 2.2.10 a, b ve c'deki örnekte görüldüğü gibi İngiltere'ye yaklaşan fırtına (alçak basınç merkezi ve ona bağlı soğuk ve sıcak cephe) civarındaki A ve B noktalarında iki gemi vardır. Eğer gemi devamlı B noktasında durursa fırtına gelip geçerken rüzgârın yönünde zamanla antisiklonik (veering) bir değişim olduğu, rüzgârın döndüğü gözlemlenir. Görsel 2.2.10 a'da fırtınanın güney tarafında bulunan B noktasında Buys Ballot yasasına göre rüzgâr arkaya alınırsa fırtına merkezi soldadır (kuzeybatı). Görsel 2.2.10 b'deki durumda B noktasında Buys Ballot yasasına göre fırtına merkezi bulunulan yerin kuzeyindedir.

Görsel 2.2.10 a, b ve c'deki örnekte İngiltere'ye yaklaşan fırtınada eğer devamlı A noktasında durulursa fırtına gelip geçerken rüzgârın yönünde zamanla siklonik dönme gözlenir. Diğer bir deyişle saat ibresinin tersi yönünde (backing) dönme gözlemlenir. Örneğin A noktasında güneydoğudan esen rüzgâr arkaya alınırsa fırtına merkezi solda (güneybatıda) olacaktır. Görsel 2.2.10 a, b ve c'deki A noktasında duran bir gemi zamanla rüzgâr yönünde saat ibresinin tersi yönünde (siklonik-backing) rüzgâr dönmesi (dirisa etmesi) gözleyecektir.

Bunlara göre örneğin Görsel 2.2.11'de gösterilen alçak basınç (fırtına) merkezi etrafındaki rüzgâr yön değişimi ve rüzgârın fırtınanın hareket yönüne göre kuvvetlenip zayıflaması incelenmelidir. Görsel olarak açık denizde rüzgâr yönünde değişim meydana geldiğinde fırtınanın tehlikeli ya da tehlikesiz bir bölgesinde bulunulup bulunulmadığı öğrenilebilir.

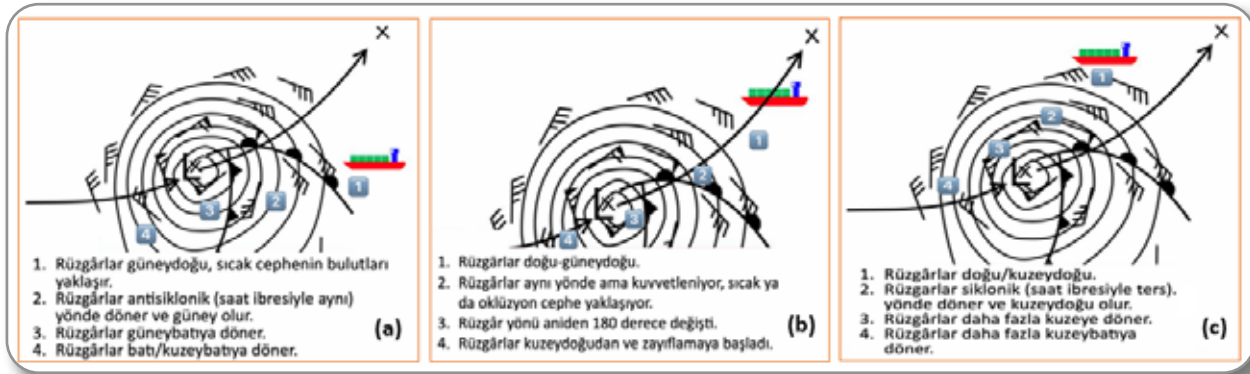


**Görsel 2.2.11:** Kuzey ve Güney Yarım Küre'de alçak basınç merkezlerinin yönüne göre rüzgârların zayıf ve kuvvetli olduğu yarım daireler (Sarı ve Kadioğlu, 2020)



Bu örnekteki fırtına incelendiğinde fırtınanın doğusundan (örneğin 25 knot yazan yerden) önce güneye sonra batıya doğru gidildikçe rüzgâr yönünün saat ibresi yönünde döndüğü görülür (Görsel 2.2.11). Bu durum, güneye dönen rüzgârla (sıcak hava adveksiyonuyla) bölgenin ısınacağı anlamına gelir. Görseldeki “Zayıf rüzgâr” yazan yerden güneye doğru hareket edilirse rüzgârın saat ibresinin ters yönünde (backing) olduğu gözlenir. Bu durum, kuzeye dönen rüzgârla (soğuk hava adveksiyonuyla) bölgenin soğuyacağı anlamına gelir. Antisiklonik rüzgâr dönmesi (veering) gözleniyorsa fırtınanın tehlikeli yarım dairesinde bulunduğu anlamına gelir.

Bütün bunlara göre eğer gemi görsel 2.2.12'deki gibi orta enlem alçak basınç merkezinin altından transit geçiyorsa rüzgâr önce antisiklonik yönde yön değiştirir. Bu durumda sıcak ve/veya soğuk cephenin bulut ve yağışı beklenmelidir (Görsel 2.2.12.a). Eğer gemi orta enlem alçak basınç merkezinin hareket ettiği yol üzerinden transit geçiyorsa önce rüzgârın aynı yönde olacağı ama kuvvetleneceği beklenmelidir. Daha sonra bir anda 180 derece yön değiştirip giderek zayıflayacağı beklenmelidir. Zamanla sıcak veya oklüzyon cephenin bulut ve yağışı da görülür (Görsel 2.2.12.b). Eğer gemi orta enlem alçak basınç merkezinin kuzeyinden transit geçiyorsa rüzgârın siklonik dönüşü beklenir. Aynı zamanda sıcak ya da soğuk cepheden bulut ya da yağış görülebileceği de unutulmamalıdır (Görsel 2.2.12.c).



**Görsel 2.2.12:** Bir orta enlem basınç merkezi ve ona bağlı soğuk ve sıcak cepheye göre geminin beklemesi gereken hava şartlarının bir yer kartında şematik gösterimi (Sarı ve Kadoğlu, 2020)

Fırtına merkezinin yeri ve geminin tehlikeli yarım dairede olup olmadığı; açık denizde rüzgâr yönünde zamanla meydana gelen değişim ve Buys Ballot yasasına göre belirlenir. Tehlikeli yarım daire, fırtına ilerledikçe “Kuzey Yarım Küre’de iskele, Güney Yarım Küre’de sancak tarafı” denebilecek yarım dairedir. Böyle bir durumda ilk seçenek mümkün olan en kısa zamanda bir sığınak aramaktır. Açık denizlerde denizcinin güvenli bir sığınak arama şansı yoktur. Bu nedenle fırtına merkezi ve seyahat yönü hakkında mümkün olduğunca doğru bir tahminde bulunmalıdır. Gemisini fırtına yolundan ve en büyük tehlike alanından çıkarmak için hangi rotayı izleyeceğine karar vermelidir.

**Gökyüzünün Rengine ve Gökkuşağına Göre Hava Tahmini:** Dünya’nın dönüş yönüne uygun bir şekilde çoğu hava sistemi batıdan doğuya doğru hareket eder. Doğuda kırmızımsı-turuncu sabah güneşi doğarken batıdan gelen bulutların üzerinde parladığında gökyüzü kırmızıya döner. Akşamları güneş batarken de aynı renk dönüşümü meydana gelir.

Bunun için birçok ülkede “Geceleri kızıl gökyüzü, denizcinin keyfi; sabah kızıl gökyüzü, denizcinin uyarısı.” denen bir söz vardır. “Sabahın kızartısı akşamı kış eder, akşamın kızartısı sabahı güz eder.” şeklinde de Türk atasözü vardır. Gökyüzü gece kırmızıysa Güneş ışığının denizciye ulaşması için batıdaki havanın yeterince açık olma ihtimali vardır. Türkiye’de ve dünyanın birçok yerinde, çoğu hava batıdan gelir. Bu, gerçekten güneşli havanın yolda olduğunu gösteren iyi bir işarettir.

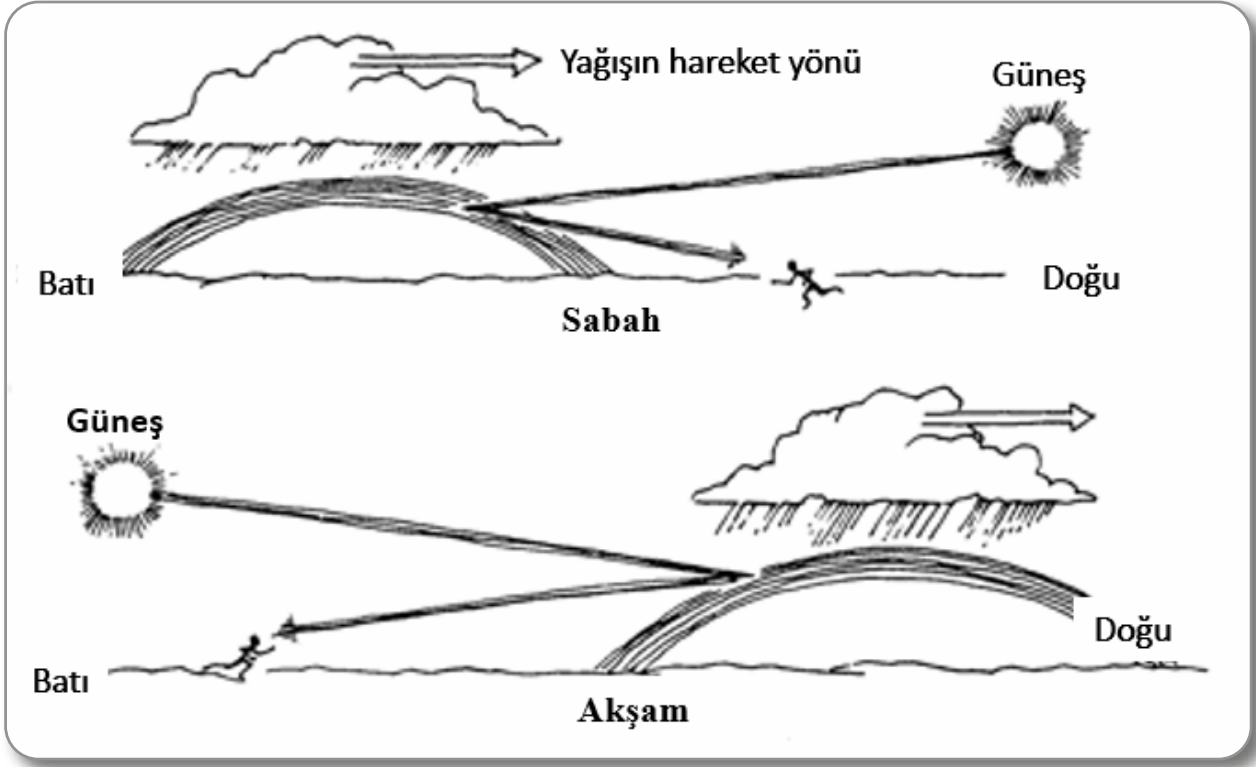
Sabah kırmızı bir gökyüzüne, üst atmosferdeki sirüs buz kristalleri gibi yüksek bulutlardan saçılan şafak ışığı neden olabilir. Sirüs bulutları bir cephe sisteminin önünde olabilir ve bu da yaklaşan fırtınalı hava durumunun habercisi olabilir. Sabahları kırmızı bir gökyüzü her zaman havanın kapatacağı anlamına gelmez. Çoğu zaman orta enlemlerde bir fırtınanın yolda olduğu anlamına gelir. Ekvator’un ve kutupların yakınında hava birbirinden çok farklıdır. Bu yüzden orta enlemler için geçerli olan kurallar dünyanın her yerinde geçerli olmaz.

Benzer bir şekilde Dünya’nın batıdan doğuya dönüşüne uygun olarak gökkuşağı (Görsel 2.2.13) ve şimşek-yıldırımlı





yağışın gözlemcinin batısında olması, yağmura yakalanmaya işaret eder. Doğusunda olması ise yağmura yakalanmayacağına işarettir.



Görsel 2.2.13: Sırtını Güneş'e dönen bir gözlemciye göre yönler ile Güneş, yağış ve gökkuşağının konumları

Denizde rüzgârın geliş yönündeki gökkuşağı yağmurun yağdığına, gidiş yönündeki gökkuşağı ise yağmurun geçtiğine bir işaret olabilir. Gökkuşağı gibi atmosferik optik olaylar çıplak gözle sadece bulunulan yerden görülebilir. Bununla birlikte tablo 2.2.3'te gösterilen semboller istasyon modelleri üzerinde görülürse bulunulmayan yerler için de gökyüzünün durumuna göre fikir yürütülebilir.

Tablo 2.2.3: Atmosferdeki Optik Olayların (Fotometeor) Sembol ve Açıklamaları

Sembol	
⊕	Güneş Halesi
☾	Ay Halesi
⊖	Güneş Tacı
☾	Ay Tacı
☉	Yanardönerlik
☉	Görkem
☾	Gökkuşağı
☾	Siskuşağı
⊕	Bishop Halkası
☉	Serap
☾	Zodyak Işığı

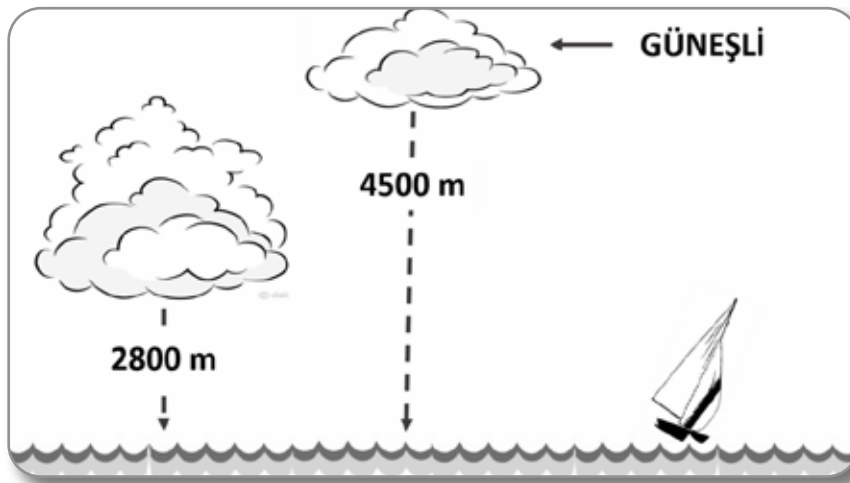
**Bulutlara Göre Hava Tahmini:** Bulut oluşumlarını gözlemleyerek hava durumunu tahmin edebilmek, modern insanların kaybolan bir yeteneğidir. Bulutları gözlemek, kısa süreli hava koşullarını tahmin etmenin en basit ve etkili yoludur. Kümüls ve sirüs gibi yüksekte seyrek bulunan bulutlar genellikle yağış üretmez. Kümülonimbus, arcus ve huni bulutları gibi bulutlar; şiddetli fırtına ve yağmur, karla karışık yağmur veya kar yağışının yolda olduğunu gösterir.

Temel bulut türleri öğrenildikten sonra tahmin için gökyüzüne bakılmalıdır. Gökyüzünde bulut yoksa hava güneşli ya da açık demektir. İlk olarak Güneş veya Ay'ın bulutların içinden görülüp görülmediği belirlenmelidir. Eğer yapılabirise yüksek irtifadaki bulutlara da bakılmalıdır. Sirostratus çarşaf gibi olma eğiliminde olan ve tüm gökyüzünü kaplayan bir buluttur. Bulutların üzerinden Güneş veya Ay'ın görülmesi çoğu zaman mümkündür. Güneş'i bulutların arkasında ya da hale olarak görmek genellikle ileriki 12-24 saat için nemli havaya işaret eder (Görsel 2.2.14). Bu nedenle "Eğer Güneş veya Ay etrafında bir hale varsa o zaman hepimiz çok yakında yağmur bekleyebiliriz." şeklindeki söz doğrudur. Parlak bir nesnenin etrafındaki hale, yüksek sirüs bulutlarının buz kristalleri aracılığıyla ışığın kırılması sonucu meydana gelir. Sirüs, bir cephenin önünde beliren ilk bulutlardan olabilir.



**Görsel 2.2.14:** Ay'ın etrafında görülen büyük bir hale, sirüs bulutu oluşumuna ve sıcak cephe yağışına işaret olabilir (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

Bulutlar kalın ve alçaksa gelecekte bir iki gün yağışlı hava durumu ihtimali vardır (Görsel 2.2.15). Fırtınanın ne zaman geleceğini belirlemek için bulutların hareket edip etmediği gözlemlenmelidir. Bulutlar sabit görünürse yavaş hareket eden bir cephedir ve bir gün içinde bulunulan yere kadar muhtemelen gelmeyecektir. Eğer hareket ediyor gibi görünürse hava değişimi daha hızlı olacaktır. Bulutların işaret ettiği yöne bakılarak fırtınanın hangi yöne gittiği de anlaşılabilir. Bulutların içinden gökyüzü görülemiyorsa orta veya alçak irtifadaki bulutlara bakılıyor demektir.

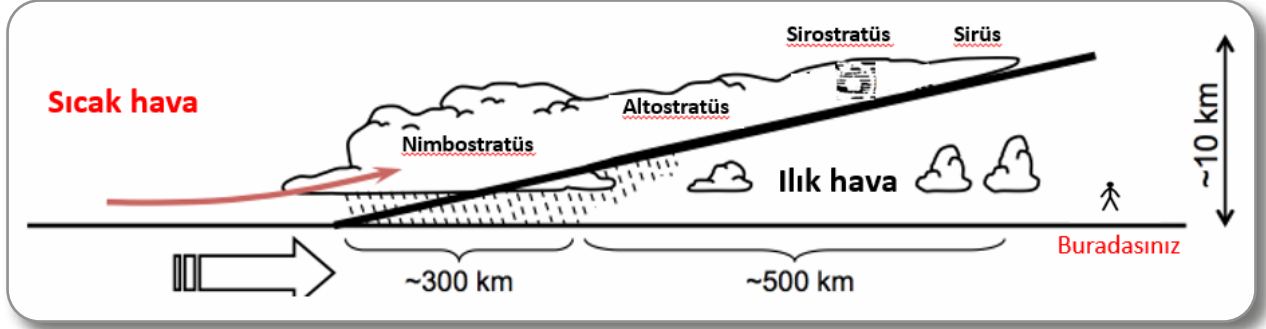


**Görsel 2.2.15:** Bulut ne kadar yüksekse hava o kadar açık ve kuru olur. Alçak seviye bulutları havanın nemli olduğuna ve dolayısıyla yağışlı olacağına bir işaretir (Sarı ve Kadioğlu, 2020).



Bulutun özellikleri ilk olarak şekil, renk ve diğer belirgin özellikleri gözlemlenerek tespit edilir. Bulutların gökyüzünün tümünü kaplayıp kaplamadığına bakılır. Kaplıyorsa orta irtifa bulutları olabilir. Orta irtifa bulutları üç şekilde görülür. Birincisi açıktan koyuya farklı kontrastlarda ya da mavinin tonlarındadır. İkincisi kabarık beyaz pamuk yığını gibidir. Üçüncüsü ise tabanları griye yakın renktedir. Orta irtifa bulutları gözleniyorsa gün içinde yağmur için hazırlanmak gerekir.

Bulutlar bir cephe önünde yüksekte aşağı seviye bulutlarına doğru değişiyorsa yağışa işarettir (Görsel 2.2.16). Alçalarak dağları ve binaları tepelerinden aşağıya doğru kaplayıp yoğun yüksek bir sis gibi görünüyorsa yağmur beklenir.

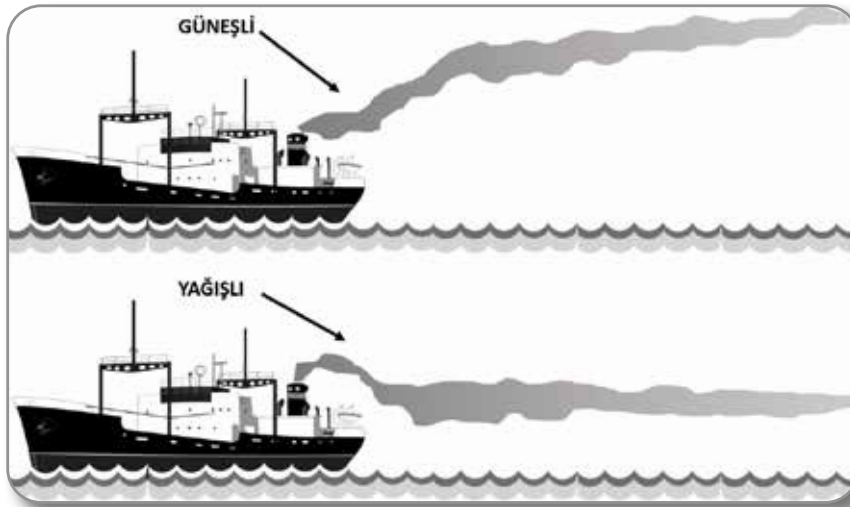


Görsel 2.2.16: Sıcak bir cephenin önündeki gözlemciye doğru ilerledikçe gözlemcinin sırasıyla göreceği bulut türleri

Görsel 2.2.16'daki prensipler gözlemcinin sırayla yapacağı gözlemlere uygulandığında şunlar söylenebilir: Sirüs bulutları ve onu takip eden sirostratusların arkasındaki Güneş (hale), yaklaşan bir cepheye dair kuvvetli bir işarettir. Eğer sirüs gibi bulutlar gökyüzünde tek başına görülürse o günün güneşli bir gün olması muhtemeldir. Bu durumda "Yüksek bulutlar, daha iyi ve güneşli hava." özdeyişi de doğru olur.

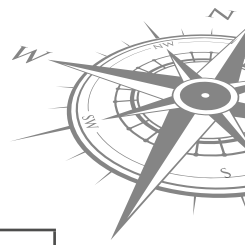
Gözlemcinin tepesindeki sirüsleri, sirostratuslar ve onunla ilişkili olarak hale takip ediyorsa bunlar sıcak cepheye ilk işaretlerdir. Gözlemciye göre zamanla yüksek bulutların yerini orta ve aşağı seviye bulutları alıyorsa bu durum kesin olarak sıcak bir cephenin işaretidir. Sıcak cepheyle beraber 24 saatlik süre içinde gelecek olan yağışa net bir işarettir. Sirüs bulutunun hareketlerini ve çizgilerin işaret ettiği yönü izleyerek cephenin hangi yönde hareket ettiği hakkında fikir edinilebilir.

**Egzoz Dumanının Şekline Göre Hava Tahmini:** "Duman aşağı doğru salınır ve oyalanırsa fırtınaya hazırlanın." diye bir söz vardır (Görsel 2.2.17). Şilep vb. gemilerin büyük dizel motorları çok fazla duman çıkarır. Motorların egzoz gazının aşağıya doğru kıvrılıp suyun yüzeyine paralel kalması, yağmurun yaklaştığı anlamına gelir. Bunun nedeni düşen hava basıncı ve yaklaşmakta olan hafif nemli havanın egzozdaki ağır, yanmamış partikül maddeyi desteklemek için yeterli yoğunlukta olmamasıdır.



Görsel 2.2.17: Fırtına yaklaşmasıyla beraber nemli ve düşük basınçlı havada gemi bacası egzozu ya da herhangi bir dumanın aşağıya doğru salınarak alçalması (Sarı ve Kadioğlu, 2020)

- Ahrens, C. D. (2007).** Meteorology Today an Introduction to Weather, Climate, and the Environment, Eight Edition, Canada.
- Baş, M. (2014).** Amatör Denizcilik, Akademi Denizcilik Yayın No: 44, İstanbul.
- Dashew, S. and Dashew, L. (1999).** Mariner's Weather Handbook: A Guide to Forecastin and Tactics, Beowulf, Inc.
- Demircan, M. (2005).** Klimatoloji-I. DMİ Yayınları Yayın No: 2005 / 01.
- Durmaz, A. ve Kadioğlu M. (1999).** Dünya-Atmosfer Sisteminin Enerji Transferi Dengesi. Enerji Dünyası Dünya Enerji Kongresi Türk Milli Komitesi Bülteni, 22, 22-28.
- Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr> (Erişim Tarihi: 28.02.2021 18.00).
- HMSO. (1986).** Meteorology For Mariners, Meteorological Office, Third Edition, London.
- Jeffries, R., Chu, J., Miller, R., Sampson, C. (1992).** Tropical Cyclone Forecasters Reference Guide 2. Tropical Climatology, s. 75.
- Kadioğlu, M. (2019).** Bildiğiniz Havalara Sonu: Küresel İklim Değişimi ve Türkiye. Sia Kitap: 17, 2. Basım, İstanbul, s. 272
- Kadioğlu, M. and Şen, Z. (1998).** Power-law Relationship in Describing Temporal and Spatial Precipitation Pattern in Turkey. Theoretical and Applied Climatology, 59 (1-2), 93-106.
- Kadioğlu, M. ve Kara, A. Birol (1992).** Sıcaklık-Nem Bunaltıcılığı ve Halka SINEM Uyarısı. İ.T.Ü. Dergisi, 50 (3), 43-47 s.
- Kadioğlu, M. ve Çakır S. (Çeviri Editörleri) (2015).** Meteoroloji: Atmosferimizi Anlamak. Üçüncü basımdan Çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Lawrence, L. (2003).** Marine Meteorology Supplementary Notes, 5th Ed., Gov. of Western Australia.
- Lilly, K. E. Jr. (2014).** How to Use Radiofacsimile Weather Maps, Furuno U.S.A. Inc.
- Mörek, M. D. (2010).** Denizciler İçin Meteoroloji, Akademi Denizcilik Yayın No: 35, İstanbul.
- NOAA/NWS. (2017).** Marine Weather Information Guide. Voluntary Observing Ship Program.
- Sarı, M., Kadioğlu, M. (2020).** Deniz Meteorolojisi, Alfa Yayınları, s. 450
- Stull, R. (2017).** Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science"-version 1.02b. Univ. of British Columbia. 940 pages.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.** Mesleki ve Teknik Ortaöğretim Kurumları 10. Sınıf Meteoroloji Dersi Öğretim Programı. MEB, 2020.
- TP14151E. (1998).** Relationship between Visibility and Snowfall Intensity; Transportation Development Centre, Transport Canada; and "Theoretical Considerations in the Estimation of Snowfall Rate Using Visibility", Transportation Dev. Centre, Transport Canada, November 1998.
- Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü. <http://www.tubaterim.gov.tr> (Erişim Tarihi: 28.02.2021 16.00).
- Vojtesak, M. J., Martin K. P. and Myles G. (1991).** A Climatological Study, Vol. II-The Middle East Peninsula, USAF Environmental Technical Applications Center, Illinois.
- Wallece, J. M. and Hobbs, P. V. (2006).** Atmospheric Science: An Introductory Survey, Second Edition, Elsevier.
- Walters, K. R., Vojtesak, M. J., Martin, K. P., Myles, G. and Traxler, K. M. (1991).** A Climatological Study, Vol. III-The Near East Mountains, USAF Environmental Tech. Applications Center, Illinois.
- WMO. (2008).** Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO-No. 8, 7th edition.
- WMO. (2012).** Manual on Marine Meteorological Service, Vol. I- Global Aspects. WMO-No. 558.
- Yazım Kılavuzu,** Türk Dil Kurumu Yayınları, 27. Baskı, Ankara, 2012



### Yazar Tarafından Oluşturulan Görseller ve Tablolar

Görsel 1.1.2	Görsel 1.1.13	Görsel 1.2.2	Görsel 1.2.12	Görsel 1.3.3	Görsel 1.3.13	Görsel 1.4.18	Görsel 1.4.25	Görsel 1.5.19	Görsel 2.2.5
Görsel 1.1.4	Görsel 1.1.14	Görsel 1.2.3	Görsel 1.2.13	Görsel 1.3.5	Görsel 1.3.18	Görsel 1.4.20	Görsel 1.5.3	Görsel 2.1.3	Tablo 1.1.1
Görsel 1.1.7	Görsel 1.1.15	Görsel 1.2.5	Görsel 1.2.19	Görsel 1.3.6	Görsel 1.3.19	Görsel 1.4.21	Görsel 1.5.6	Görsel 2.1.10	Tablo 1.2.1
Görsel 1.1.8	Görsel 1.1.16	Görsel 1.2.9	Görsel 1.2.20	Görsel 1.3.7	Görsel 1.3.26	Görsel 1.4.22	Görsel 1.5.13	Görsel 2.2.1	Tablo 1.2.3
Görsel 1.1.11	Görsel 1.1.17	Görsel 1.2.10	Görsel 1.3.1	Görsel 1.3.9	Görsel 1.4.9	Görsel 1.4.23	Görsel 1.5.17	Görsel 2.2.2	Tablo 2.2.3
Görsel 1.1.12	Görsel 1.1.18	Görsel 1.2.11	Görsel 1.3.2	Görsel 1.3.11	Görsel 1.4.15	Görsel 1.4.24	Görsel 1.5.18	Görsel 2.2.4	

### Sarı ve Kadioğlu Tarafından Oluşturulan Görseller

Görsel 2.1.6	Görsel 2.1.13	Görsel 2.2.7	Görsel 2.2.9	Görsel 2.2.15
Görsel 2.1.7	Görsel 2.2.6	Görsel 2.2.8	Görsel 2.2.10	Görsel 2.2.17

### Durmayaz ve Kadioğlu Tarafından Oluşturulan Görseller

Görsel 1.1.1	Görsel 1.1.9	Görsel 1.2.4	Görsel 1.2.15	Görsel 1.3.15	Görsel 1.3.17
Görsel 1.1.6	Görsel 1.1.10	Görsel 1.2.14	Görsel 1.3.14	Görsel 1.3.16	Görsel 1.3.25

### Ahrens, C. D., 2007.

Görsel 1.1.3	Görsel 1.2.8	Görsel 1.4.2	Görsel 1.4.5	Görsel 1.4.7	Görsel 1.5.1
Görsel 1.2.7	Görsel 1.3.8	Görsel 1.4.4	Görsel 1.4.6	Görsel 1.4.8	Görsel 2.2.16

### Walters vd., 1991 ve Vojtesak vd., 1991), HMSO, 1986., Kadioğlu, M., and Z. Şen, 1998., McConnell, D., 2007., Dashew, S. Ve L. Dashew, 1999., KOÇAK, K. 2011., Demircan, M., 2005.

Walters vd., 1991 ve Vojtesak vd., 1991)	HMSO, 1986.	Kadioğlu, M., and Z. Şen, 1998.	McConnell, D., 2007.	Dashew, S. Ve L. Dashew, 1999.	KOÇAK, K. 2011.	Demircan, M., 2005.
Görsel 1.3.22	Görsel 1.3.24	Görsel 1.4.1	Görsel 1.5.2 Görsel 1.5.8	Görsel 1.5.11 Görsel 2.2.11	Görsel 2.1.4 Görsel 2.2.13	Görsel 2.1.5 Görsel 2.1.8 Görsel 2.1.11

### Shutterstock.com Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Satın Alınan Görseller

Görsel 1.2.1	142054405
Görsel 2.1.9	750392635-1291385263
Görsel 2.1.12	1224509236
Görsel 2.2.14	110091155

### 123.rf Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Satın Alınan Tasarıma Ait ID Numaraları

36274865
42094530
45731908
10077389
12175111

### Shutterstock.com Sitesinden Telif Hakkı Ödenerek Satın Alınan Tasarıma Ait ID Numaraları

31358069
133841709



## Diğer Görsel Kaynakçası

- Görsel 1.1.5:** <https://quizlet.com/402408677-quiz-16-energy-and-heat-transfer-in-the-atmosphere-diagram/> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.2.6:** <https://climate.ncsu.edu/edu/Stability> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.2.16:** [https://www.weather.gov/media/zhu/ZHU\\_Training\\_Page/Met\\_Tutorials/Meteorological\\_Techniques.pdf](https://www.weather.gov/media/zhu/ZHU_Training_Page/Met_Tutorials/Meteorological_Techniques.pdf) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.1.19:** <https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/4-17-points-total-map-sea-level-pressure-chart-northern-hemisphere-isobars-drawn-every-4-h-q32267880> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.2.17:** [http://home.chpc.utah.edu/~hallar/cloud\\_physics/lecture8.pdf](http://home.chpc.utah.edu/~hallar/cloud_physics/lecture8.pdf) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.2.18:** <https://www.lex18.com/winter-precipitation-types> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.4:** [https://www.usps.org/eddept/webinars/wx/wx\\_forecasting\\_guide.pdf](https://www.usps.org/eddept/webinars/wx/wx_forecasting_guide.pdf) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.10:** [http://meteorologytraining.tpub.com/14010/css/14010\\_80.htm](http://meteorologytraining.tpub.com/14010/css/14010_80.htm) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.12:** <http://www.hughes38.com/wp-content/uploads/2016/02/Wind-veering-and-Backing.png> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.20:** <http://stbedesgeography10axb.weebly.com/atmospheric-cells.html> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.21:** [https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/sailing/met\\_concepts/09-met-winds/9d-ocean-surface-currents/](https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/sailing/met_concepts/09-met-winds/9d-ocean-surface-currents/) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.23:** [https://ocean.weather.gov/shtml/A\\_brief.php](https://ocean.weather.gov/shtml/A_brief.php) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.3.27:** [https://www.usps.org/eddept/webinars/wx/wx\\_forecasting\\_guide.pdf](https://www.usps.org/eddept/webinars/wx/wx_forecasting_guide.pdf) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.3:** [https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/sailing/met\\_concepts/11-met-marine-weather/11c-forecasting/](https://www.eoas.ubc.ca/courses/atsc113/sailing/met_concepts/11-met-marine-weather/11c-forecasting/) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.10:** [https://www.weather.gov/jetstream/ll\\_analyze](https://www.weather.gov/jetstream/ll_analyze) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.11:** [https://www.vos.noaa.gov/MWL/april\\_05/tropical\\_atlantic.shtml](https://www.vos.noaa.gov/MWL/april_05/tropical_atlantic.shtml) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.12:** [https://ocean.weather.gov/shtml/A\\_brief.php](https://ocean.weather.gov/shtml/A_brief.php) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.13:** [https://ocean.weather.gov/shtml/A\\_brief.php](https://ocean.weather.gov/shtml/A_brief.php) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.16:** "file:///Users/mikdatkadioglu/Dropbox/My%20Mac%20(Mikdat-MacBook-Pro.local)/Downloads/rev-socp-july-2017-pdf-notes.pdf 30 Ocak 2021 14:25"
- Görsel 1.4.17:** [https://www.weather.gov/jetstream/ll\\_analyze](https://www.weather.gov/jetstream/ll_analyze) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.4.19:** [https://www.weather.gov/jetstream/ll\\_analyze](https://www.weather.gov/jetstream/ll_analyze) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.5.4:** <https://www.atmos.illinois.edu/~snodgrass/thunderstorms.html> 30 ocak 2021 14:44
- Görsel 1.5.5:** <https://www.atmos.illinois.edu/~snodgrass/thunderstorms.html> 30 ocak 2021 14:44
- Görsel 1.5.7:** <https://www.weather.gov/media/bgm/swaw/ny/klesonplans/Thursday/Thursday.pdf> 20 ocak 2021 15:38
- Görsel 1.5.9:** [https://apollo.nvu.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter15/vertical\\_circ.html](https://apollo.nvu.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter15/vertical_circ.html) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.5.10:** <https://cultofsea.com/general/what-is-a-trs-or-a-tropical-revolving-storm/> 30 ocak 2012 15:42
- Görsel 1.5.12:** "https://www.stripes.com/blogs/pacific-storm-tracker/tropical-storm-30w-kong-rey-40-final-1.549295 23 Ocak 21, 17:00"
- Görsel 1.5.15:** <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/sound2.html> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.5.16:** <https://gcaptain.com/mariners-1-2-3-rule-updated/> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 1.5.20:** <https://www.netweather.tv/weather-forecasts/news/9275-atlantic-lows-at-full-throttle---more-wind-and-rain-to-come> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.1.1:** <https://public.wmo.int/en/programmes/global-observing-system> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.1.2:** <https://www.aopa.org/news-and-media/all-news/2017/august/flight-training-magazine/how-it-works-awos-asos> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.1.14:** <http://www.navarea.info> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.1.15:** <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2312> 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.2.3:** [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/fcst/mth/prst.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/fcst/mth/prst.rxml) 27 Ocak 2021 12.00
- Görsel 2.2.12:** "file:///Users/mikdatkadioglu/Dropbox/My%20Mac%20(Mikdat-MacBook-Pro.local)/Downloads/rev-socp-july-2017-pdf-notes.pdf 30 Ocak 2021 14.25"