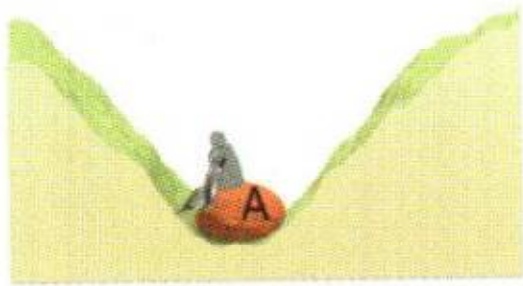


# KARARLILIK VE BULUT GELİŞİMİ

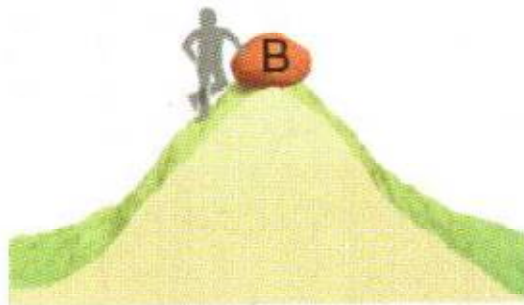
## BÖLÜM 6

# Atmosferik Kararlılık (Stabilite)

- Hava kimi zaman niçin yükselirken kimi zaman yükselmemektedir?
- Bulutların çoğunluğu havanın yükselmesi, soğuması ve içindeki nemin yoğunlaşmasıyla oluşmaktadır. Bulutların şekli ve boyutları niçin bu kadar çok değişim göstermektedir?



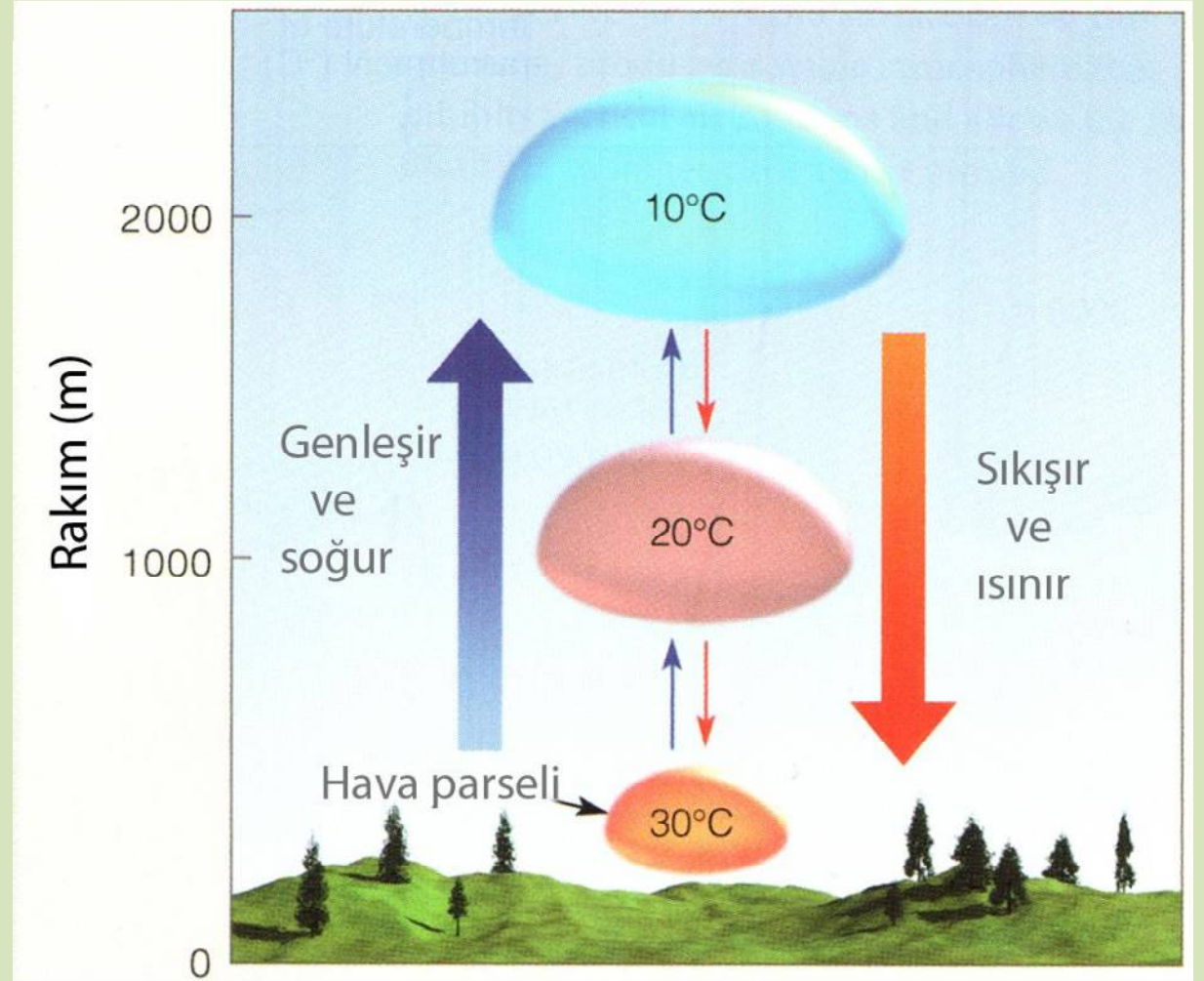
Kararlı denge



Kararsız denge

# Kuru adiabatik oran

- Hava parseli
- Şayet bir hava parseli etrafı ile ısı alışverişi yapmaksızın genişler ve soğur veya sıkışır ve ısınır ise bu duruma **adiyabatik süreç** denilmektedir. Hava parselinin doymun olmadığı bir süreçte (hava nemi %100 den daha az), adiyabatik soğuma veya ısınma oranı sabit kalmaktadır.



- Bu soğuma veya ısınma oranı yükseklikte ki her 1000 m değişim için yaklaşık  $10^{\circ}\text{C}$ 'dür ( $5.5^{\circ}\text{F}/1000\text{ ft}$ ) ve yalnızca doygun olmayan havaya uygulanmaktadır. Bu nedenle, bu orana **kuru adiyabatik oran** denilmektedir (Şekil 6.2).
- Havacılık amaçları için, kuru adiyabatik oran bazen  $3^{\circ}\text{C}/1000\text{ ft}$  şeklinde ifade edilmektedir.

Yükselen hava soğurken sıcaklığı çığlenme noktası sıcaklığına yaklaştıkça nispi nemi artmaktadır. Şayet yükselen hava çığlenme noktasına kadar soğur ise nispi nemi %100 olur. Daha fazla yükselme yoğunlaşma sonucunu doğurur, bir bulut meydana gelir ve gizli ısı yükselmekte olan hava parseli içine bırakılır. Yoğunlaşma sırasında eklenen ısı, genleşme nedeniyle oluşan bir miktar soğumayı devre dışı bıraktığı için, hava artık kuru adiyabatik oranda değil fakat daha düşük oranda soğumaktadır ki bu soğuma oranına **nemli adiyabatik oran** denilmektedir.

## Farklı sıcaklık ve basınçlarda nemli adiabatik oran

Basınç (mb)	SICAKLIK (°C)					SICAKLIK (°F)				
	-40	-20	0	20	40	-40	-5	30	65	100
1000	9.5	8.6	6.4	4.3	3.0	5.2	4.7	3.5	2.4	1.6
800	9.4	8.3	6.0	3.9		5.2	4.6	3.3	2.2	
600	9.3	7.9	5.4			5.1	4.4	3.0		
400	9.1	7.3				5.0	4.0			
200	8.6					4.7				

- Kuru adiyabatik orandan farklı olarak nemli adiyabatik oran sabit değildir. Fakat sıcak doygun hava, soğuk doygun havadan daha fazla su ürettiği için nemli adiyabatik oran, hava sıcaklığı ve nem içeriği ile birlikte büyük oranda değişmektedir.

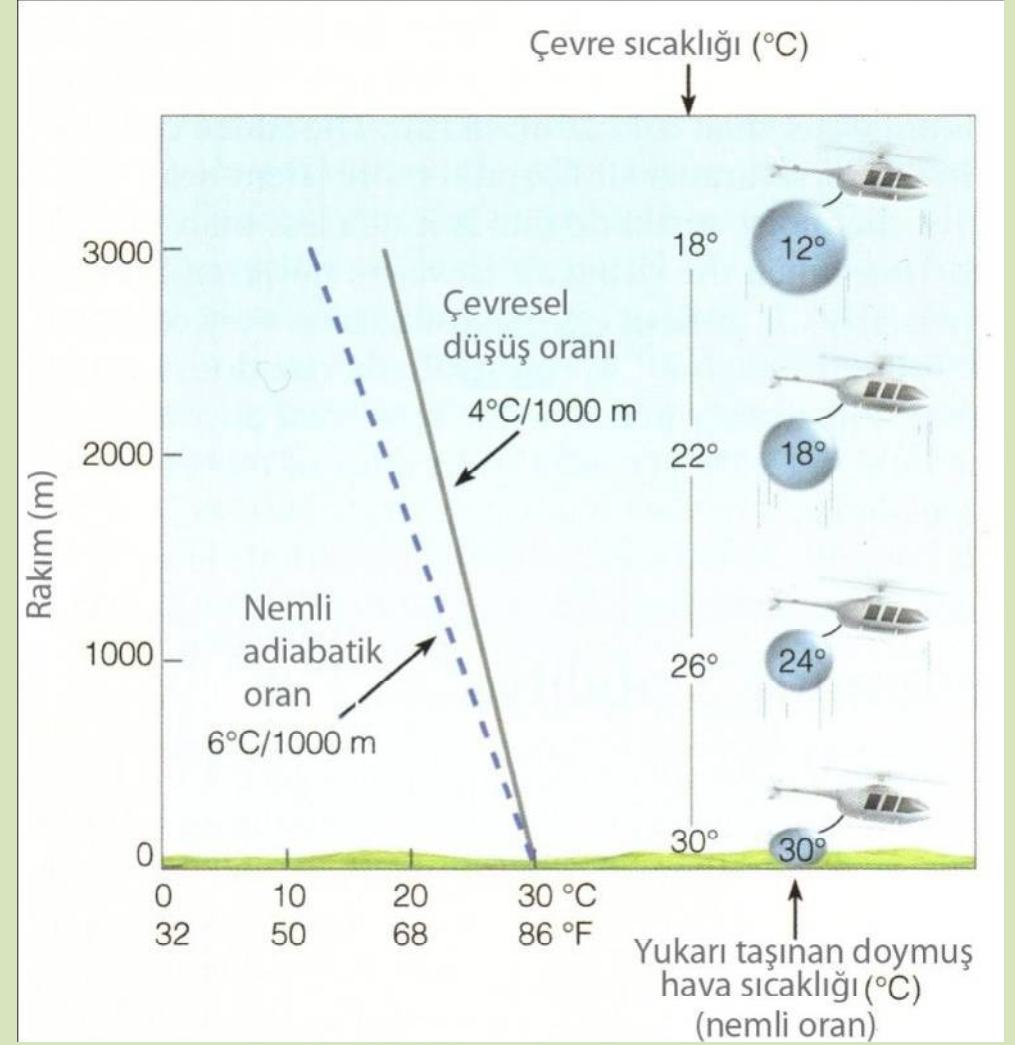
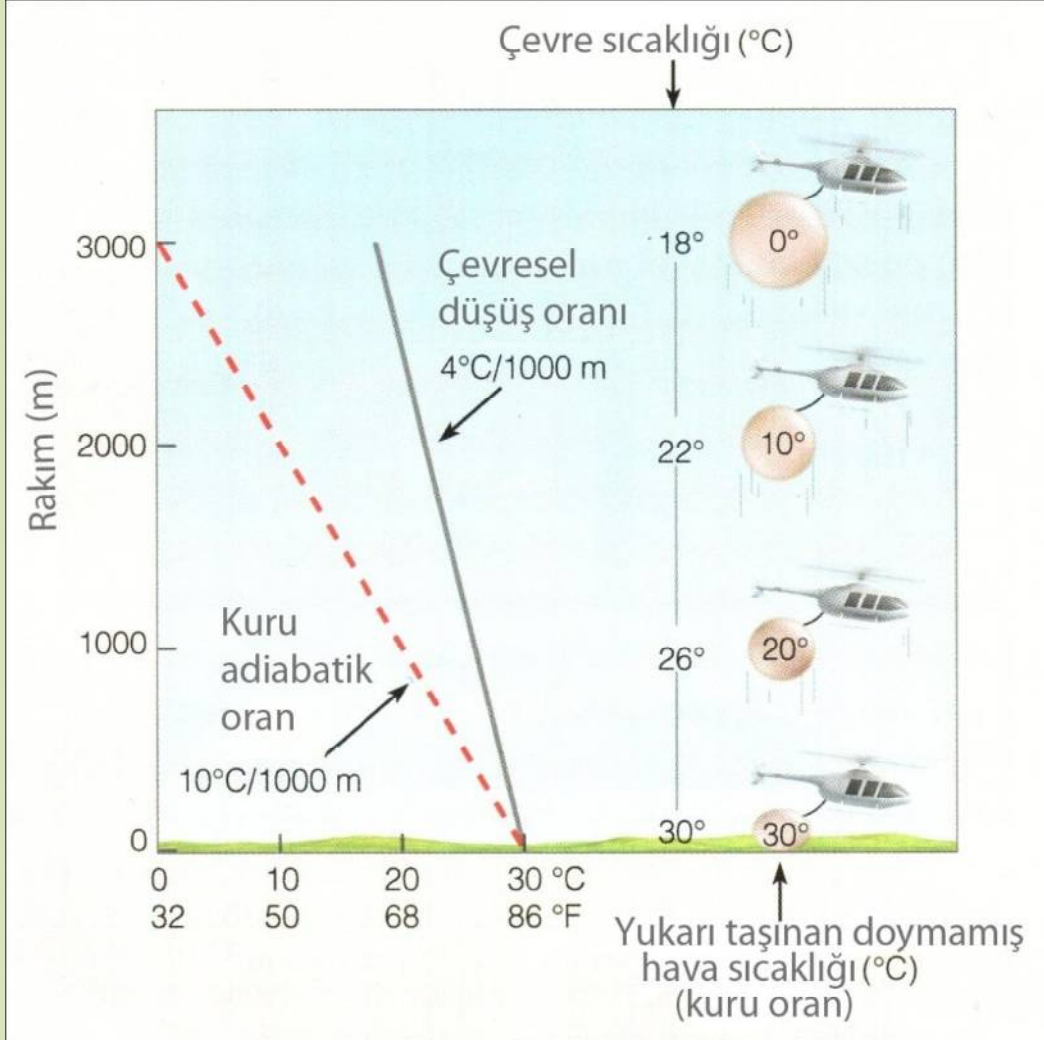
## HAVA KARARLILIĞININ (STABİLİTESİNİN) BELİRLENMESİ

Yükselen parselin sıcaklığı, etrafını çevreleyen hava sıcaklığı ile karşılaştırarak hava kararlılığı belirlenmektedir. Şayet yükselen hava çevresinden daha soğuk ise daha yoğun (daha ağır) olacak ve kendi orijinal seviyesine geri dönme eğiliminde olacaktır. Bu durumda, hava kararlıdır (stabildir) çünkü hava yukarı doğru harekete direnç göstermektedir. Atmosferde aynı seviyede aynı büyüklükte fakat farklı sıcaklıklarda hava parsellerini karşılaştırdığımız zaman, soğuk hava parselinin sıcak hava parselinden daha yoğun olduğunu, soğuk hava parselinde birbirine yakın daha çok molekül olduğunu buluruz.

Şayet yükselen hava etrafını çevreleyen “havadan daha sıcak ve buna göre daha az yoğun (hafif) ise çevresiyle aynı sıcaklığa erişene kadar” hava yükselmeye devam edecektir. Bu, kararlı olmayan (unstabil) bir hava örneğidir. Hava kararlılığını resme dökmek için yerküre yüzeyi üzerinde çeşitli seviyelerde hem yükselen havanın hem de çevresindeki hava sıcaklıklarının ölçülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.



# Mutlak şekilde kararlı atmosfer



- *Çevresel düşüş oranı, nemli adiyabatik düşüş oranından daha küçük olduğunda atmosfer daima mutlak şekilde kararlıdır.*

- Mutlak şekilde kararlı atmosferdeki hava, yukarı doğru düşey harekete kuvvetli şekilde direnç gösterdiğinden dolayı, şayet hep yükselmeye zorlanırsa bu hava yatay şekilde dağılmaktadır. Şayet bu yükselen hava da bulutlar meydana gelir ise bu bulutlar da nispeten ince tabakalar şeklinde yatay olarak yayılacak ve genellikle düz tavan ve tabanlara sahip olacaktır. Kararlı havalarda cirrostratus, altostratus, nimbostratus veya stratus bulutlarının görülmesi beklenilebilir.



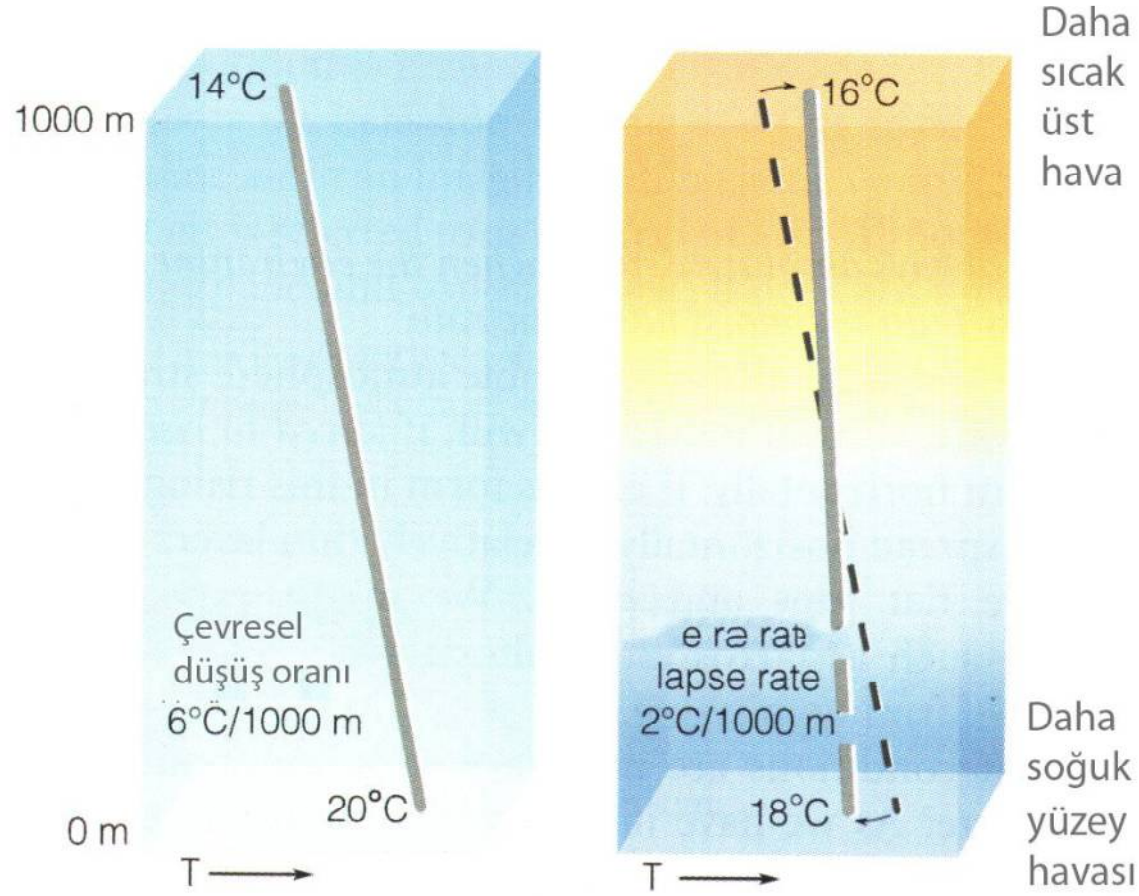
Yaklaşık kararlı bir atmosfer için hangi şartlar gereklidir?

Az önce gördüğümüz gibi yüzey havası ile yukarı havası arasındaki sıcaklık farkı nispeten küçük olduğunda, çevresel düşüş oranı küçük olduğu zaman atmosfer kararlıdır. Sonuç olarak, yukarılardaki hava ısınırken veya yüzey havası soğurken atmosfer daha kararlı hale gelme eğilimi göstermekte, kararlılığı artmaktadır. Şayet yukarılardaki hava daha sıcak havayla yer değiştirirse (sıcak adveksiyon) ve yüzey havası görülebilir şekilde değişmez ise çevresel düşüş oranı azalır ve atmosfer daha kararlı hale gelir. Benzer şekilde daha alçakta olan hava tabakası soğuduğunda çevresel düşüş oranı azalmakta ve atmosfer daha kararlı hale gelmektedir (Şekil 6.4).

## Yüzey havasının soğuması şu nedenlerle olabilir:

- 1- Geceleyin yer yüzeyinin radyasyonal soğuması
- 2- Rüzgarlar tarafından getirilen soğuk yüzey hava akımı (soğuk adveksiyon)
- 3- Soğuk bir yüzey üzerinden hava geçişi

Sonuç olarak, herhangi bir günde en düşük yüzey hava sıcaklığının kaydedildiği güneş doğuşu civarında sabah erken saatlerde atmosfer en kararlıdır. Kararlı bir atmosferde yüzey havası doygun hale gelirse ısrarcı bir sis veya pus tabakası oluşabilir (Şekil 6.5).



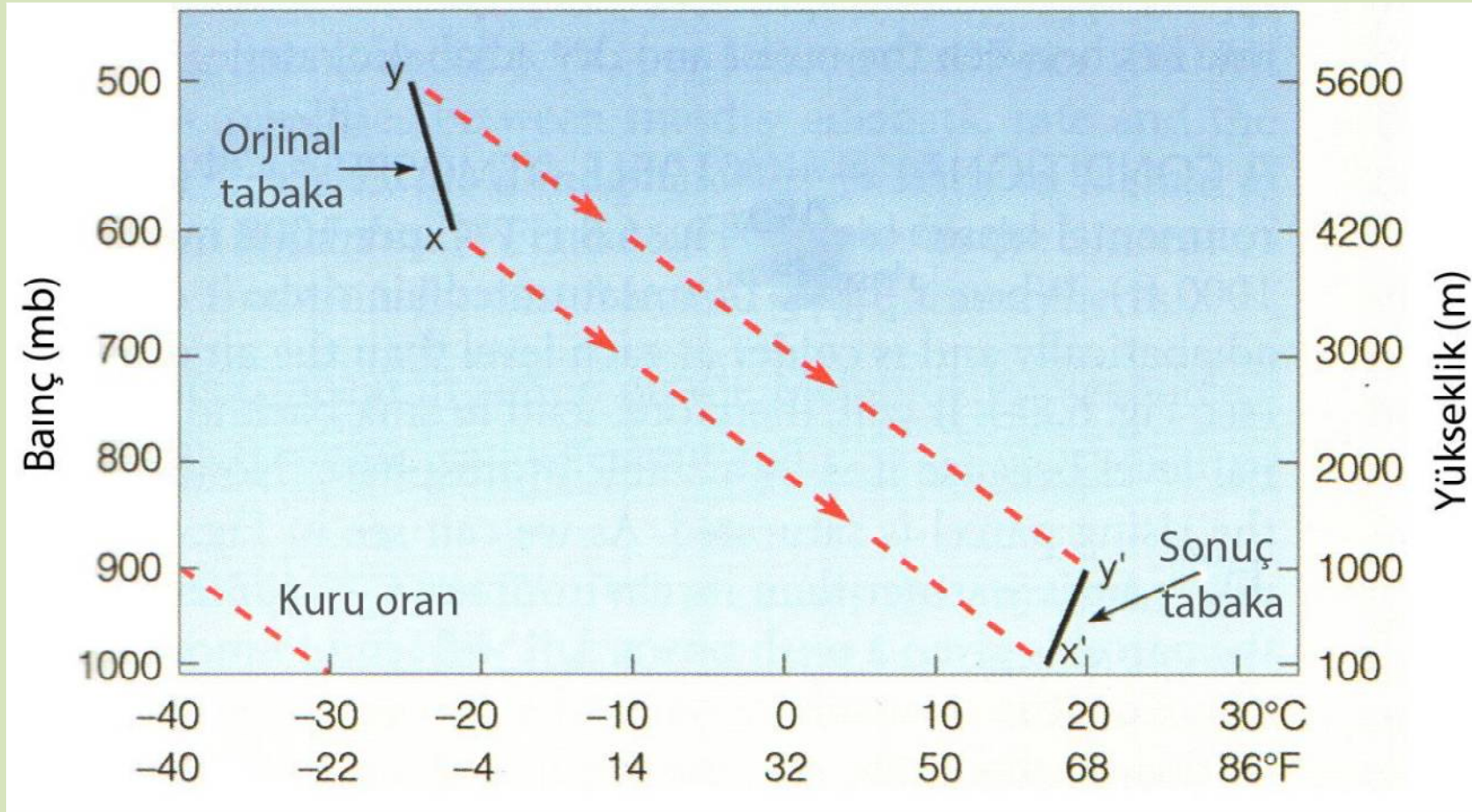
- Yukarılardaki hava ısınırken ve yüzey havası soğurken (a) diyagramı da başlangıç çevresel düşüş oranı (b) diyagramında gösterildiği gibi daha kararlı hale gelecektir.

Soğuk yüzey havası bu sabah kararlı bir atmosfer meydana getirdi.  
Bu kararlı atmosfer düşey hava hareketine engel olmakta ve zemine yakın durgun sis ve pus oluşumuna fırsat vermektedir.





Büyük bir alan üzerinde hava yavaş şekilde çökerken meydana gelen inverziyonlara **alçalma/çökme inverziyonları** denilmektedir. Bu inverziyonlar bazen yüzeyde meydana gelebilir. Fakat çoğu kere, yukarılarda gözlenirler ve büyük yüksek basınç alanlarına eşlik ederler çünkü çökmekte olan hava hareketleri bu yüksek basınç sistemleriyle ilişkilidir.



- Bir inverziyon mutlak şekilde kararlı atmosferi göstermektedir. Niçin? Inverziyon içerisinde sıcak hava soğuk hava üzerinde bulunmaktadır. Şayet inverziyon içerisinde hava yükselirse, etrafındaki hava daha sıcak olur.

Apaçık şekilde daha soğuk hava çökme eğilimi gösterecektir.

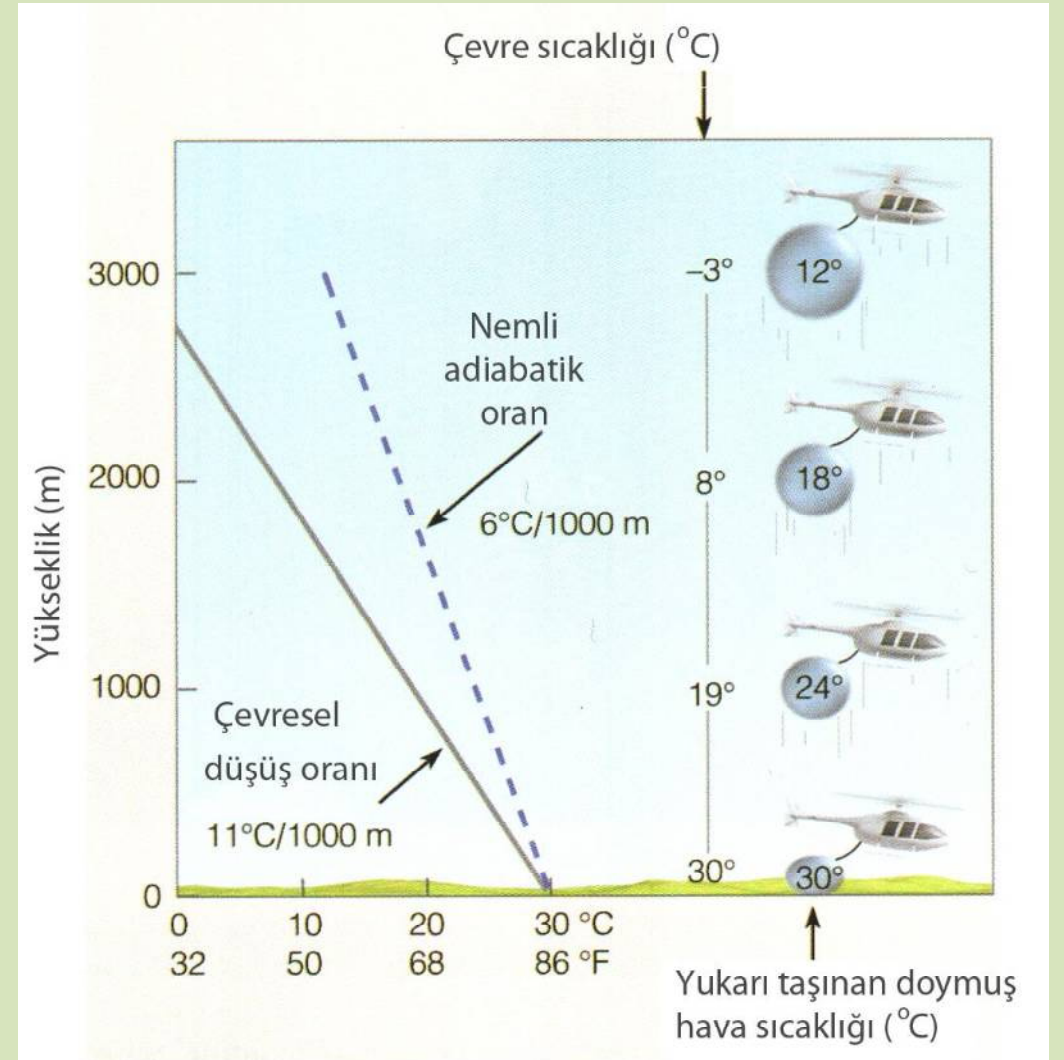
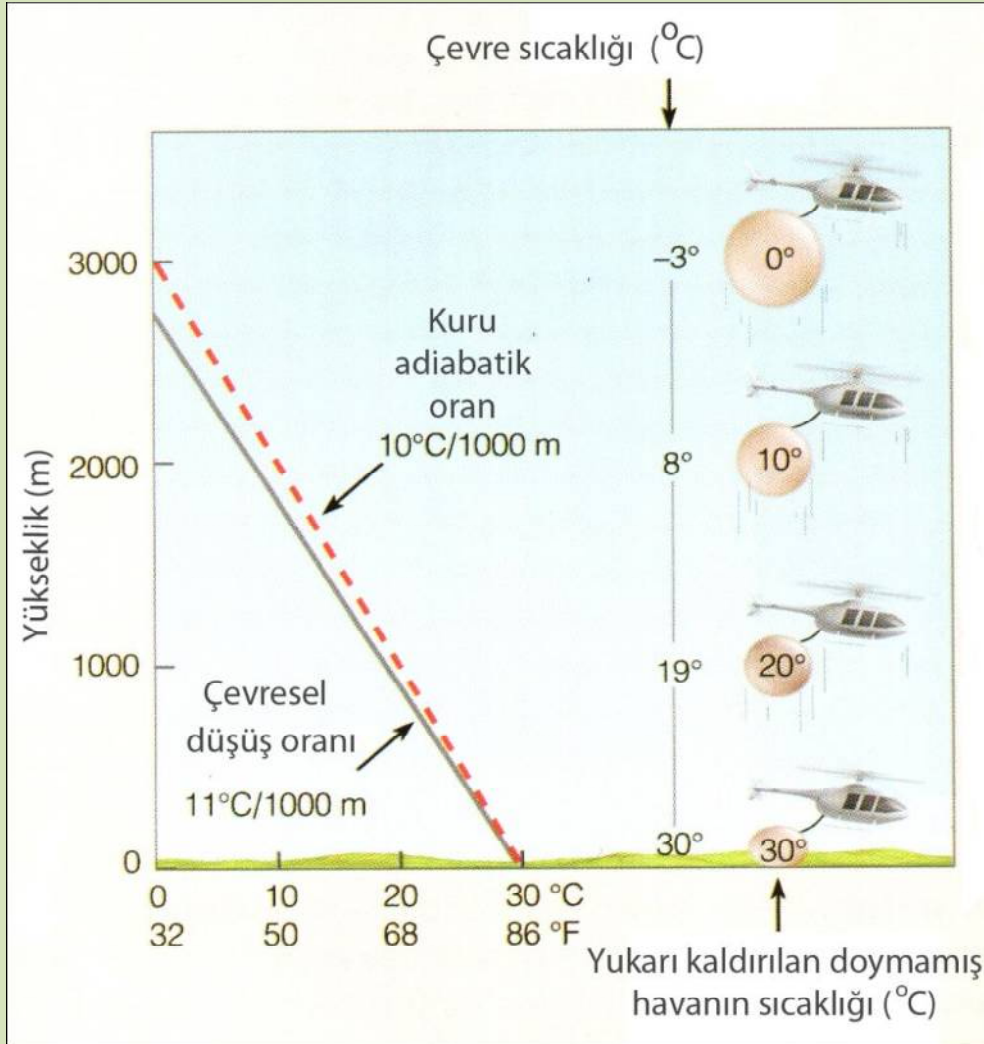
Apaçık şekilde daha soğuk hava çökme eğilimi gösterecektir. Buna göre inverziyonlar düşey hava hareketi üzerinde göz kapakları gibi faaliyet göstermektedir. Zemin yakınlarında bir inverziyon bulunduğunda, stratus bulutları, sis, pus ve kirleticiler yer yüzeyine yakın tutulmaktadır.



# Nötr kararlılık

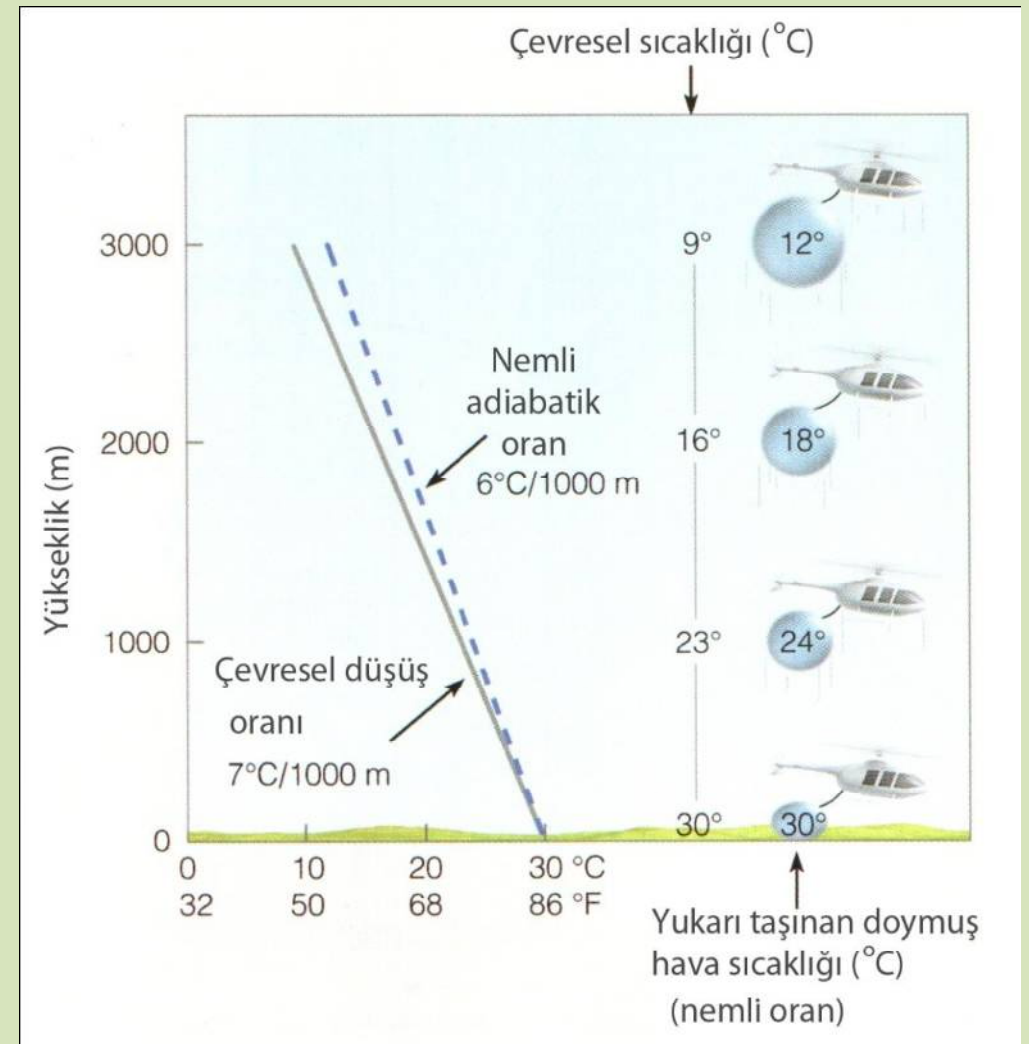
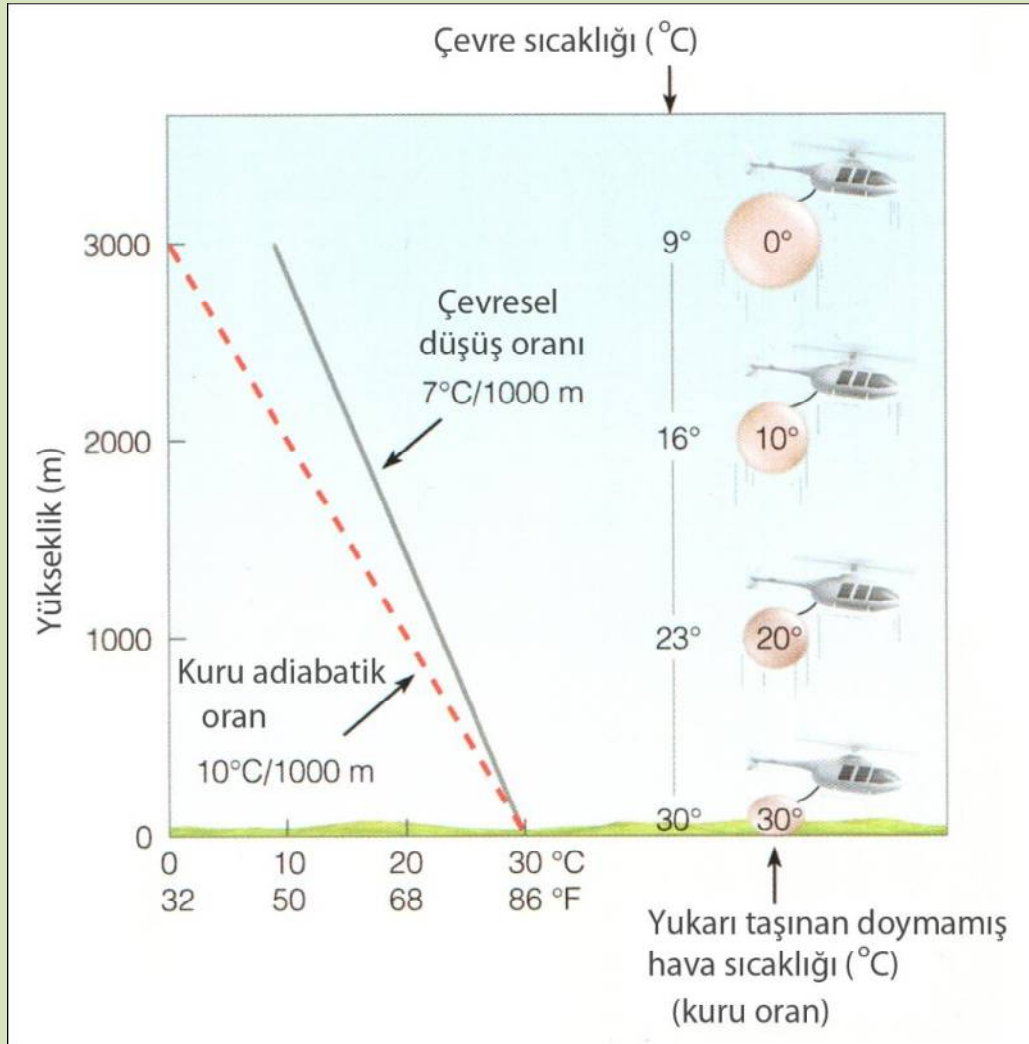
- Eğer düşüş oranı kesin kez kuru adiyabatik orana eşit olursa, yükselen veya alçalan doymamış hava çevresindeki havayla aynı oranda soğuyacak veya ısınacaktır. Her düzeyde, etrafındaki havayla aynı sıcaklık ve yoğunlukta olacaktır. Bu hava ne yükselmeye ne de alçalmaya devam etme eğiliminde olduğu için bu atmosfere **nötr şekilde kararlı** denilmektedir. Doymuş hava için çevresel düşüş oranı nemli adiyabatik orana eşit olduğu zaman *nötr kararlılık* bulunmaktadır.

**Kararsız (unstable) Atmosfer:** Çevresel düşüş oranı kuru adiyabatik orandan daha büyük olduğu zaman mutlak kararsızlık ortaya çıkmaktadır.



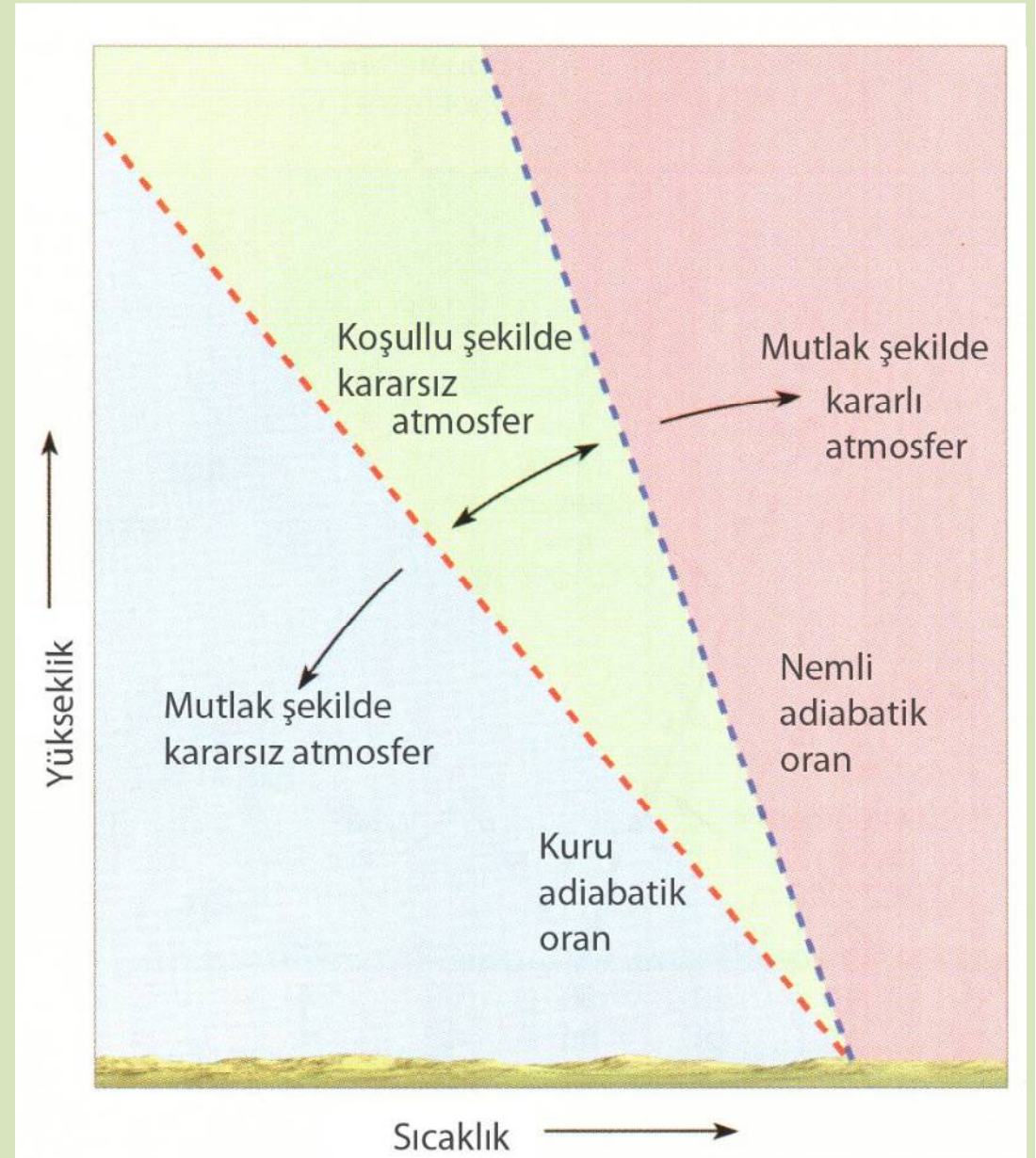
- Mutlak şekilde kararsız atmosfer şartlarında bile atmosferde derin tabakaların nadir olduğuna dikkat edilmelidir. Sıcak ve güneşli günlerde mutlak kararsızlık, zemine yakın çok sık bir tabakayla genelde sınırlıdır. Burada çevresel düşüş oranı, kuru adiyabatik oranı aşabilir ve bu düşüş oranına *süperadiyabatik* denilmektedir. Çevresel düşüş oranı yaklaşık  $3.4^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 'yi aştığı zaman (otokonvektif düşüş oranı), havanın otomatik alt üst olmasıyla sonuçlanan konveksiyonlar anlık hale gelmektedir.

**KOŞULLU ŞEKİLDE KARARSIZ ATMOSFER:** Yükselen hava parseli doymun olmadığı zaman atmosfer kararlı; hava parseli doymun olduğu zaman atmosfer kararsızdır. Koşullu şekilde kararsızlık demek, eğer doymamış hava doymun hale geleceği bir düzeye çıkartılabilirse, kararsızlık ortaya çıkacak demektir.





*Her ne zaman çevresel düşüş oranı, nemli adiyabatik oran ile kuru adiyabatik oran arasında olursa koşullu şekilde kararsızlık meydana gelir. Bölüm I'den troposferde ortalama düşüş oranının yaklaşık  $6.5^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$  ( $3.6^{\circ}\text{F}/1000\text{ ft}$ ) olduğunu hatırlayınız. Bu değer kuru adiyabatik oran ve ortalama nemli oran arasında bulunduğundan dolayı, atmosfer sıradan şekilde koşullu kararsızlık durumundadır*



# KARARSIZLIK NEDENLERİ

Hangi nedenler atmosferi daha kararsız hale getirmektedir? Çevresel düşüş oranı dikleştikçe atmosfer daha kararsız hale gelmektedir. Çevresel düşüş oranının dikleşmesi demek yükseklik artarken hava sıcaklığının hızlı şekilde düşmesi demektir. Bu duruma yukarıdaki havanın daha çok soğumasıyla veya yüzey havasının daha fazla ısınmasıyla ulaşılmaktadır (Şekil 6.10).

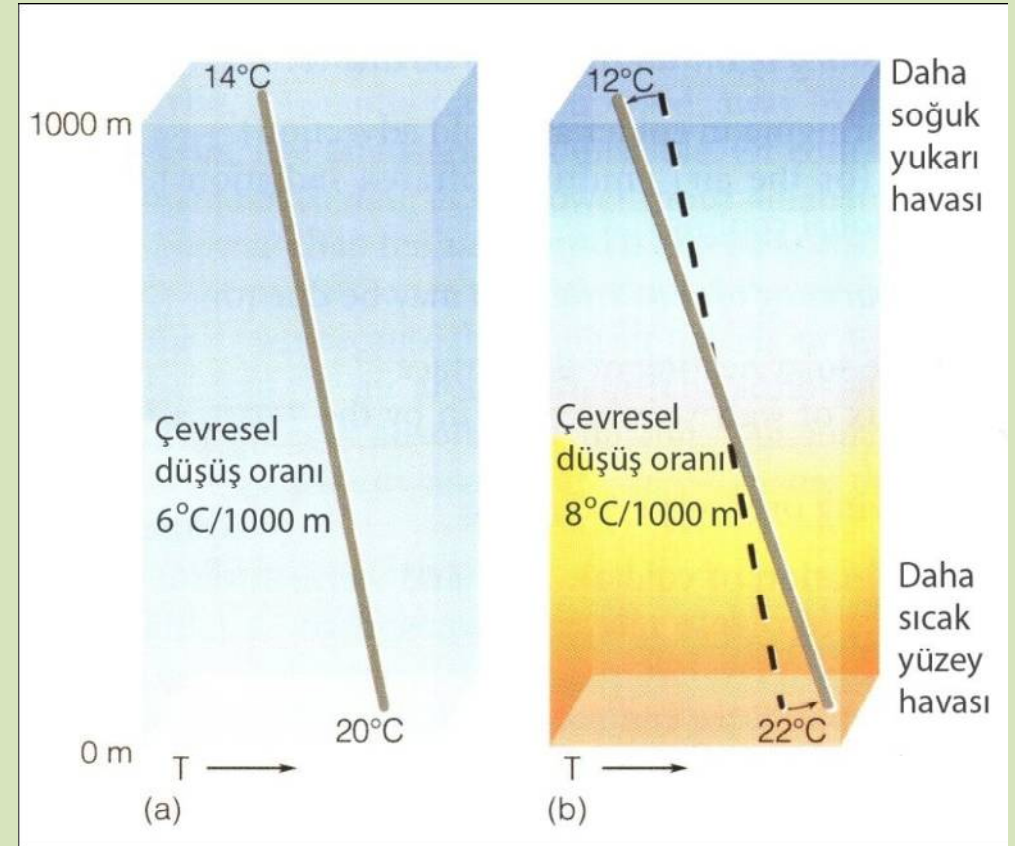


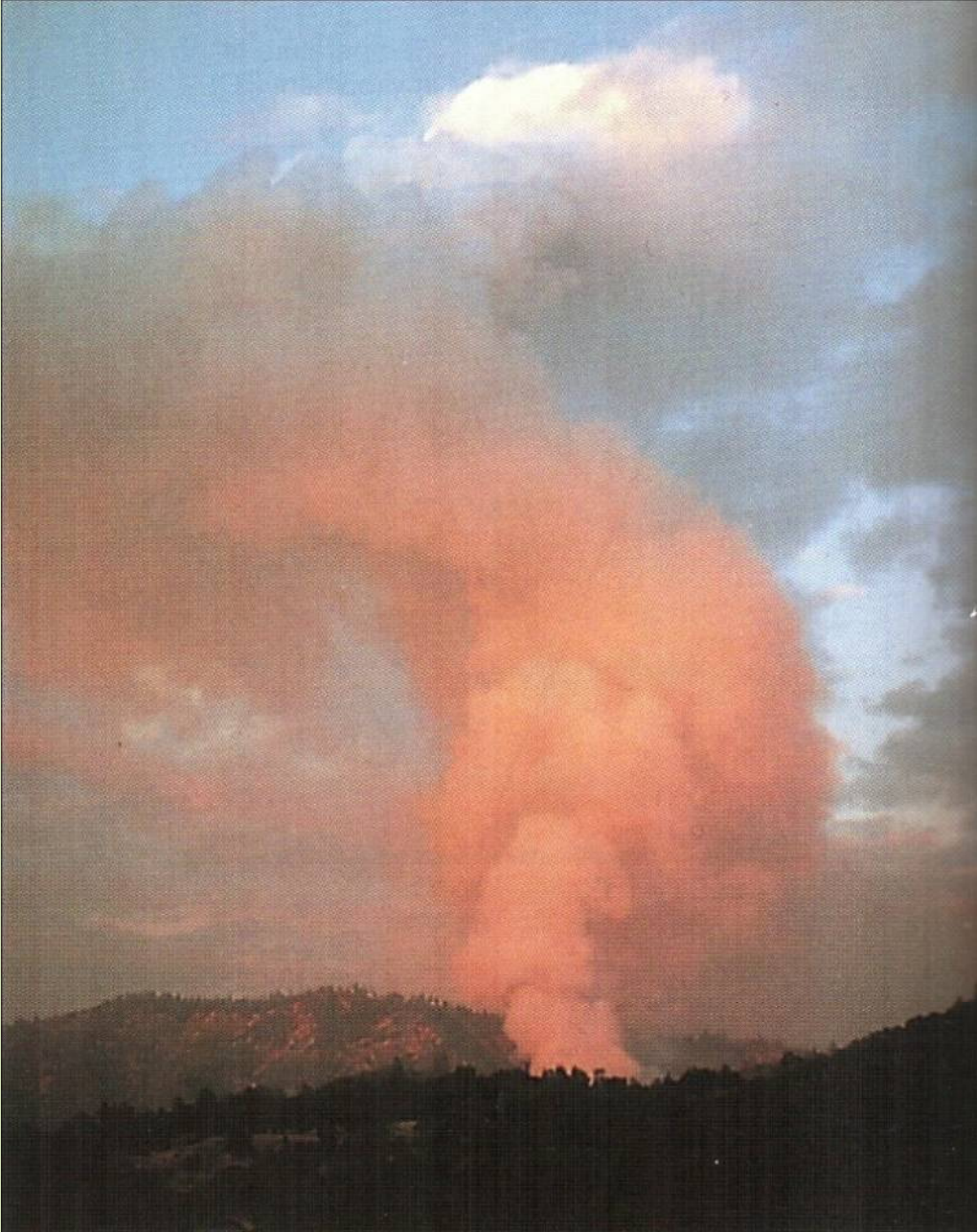
Yukarıdaki havanın soğuması şu nedenlerle olabilir:

- 1- Soğuk hava getiren rüzgarlar (Soğuk adveksiyon).
- 2- Uzaya kızılötesi radyasyon yayan bulutlar (veya hava ) (radyosyanal soğuma).

Yüzey havasının ısınması şu nedenlerle olabilir:

- 1- Yer yüzeyinin gündüz solar ısınması.
- 2- Rüzgarlar tarafından getirilen sıcak hava akımları (Sıcak adveksiyon).
- 3- Sıcak bir yüzey üzerinde havanın taşınması.



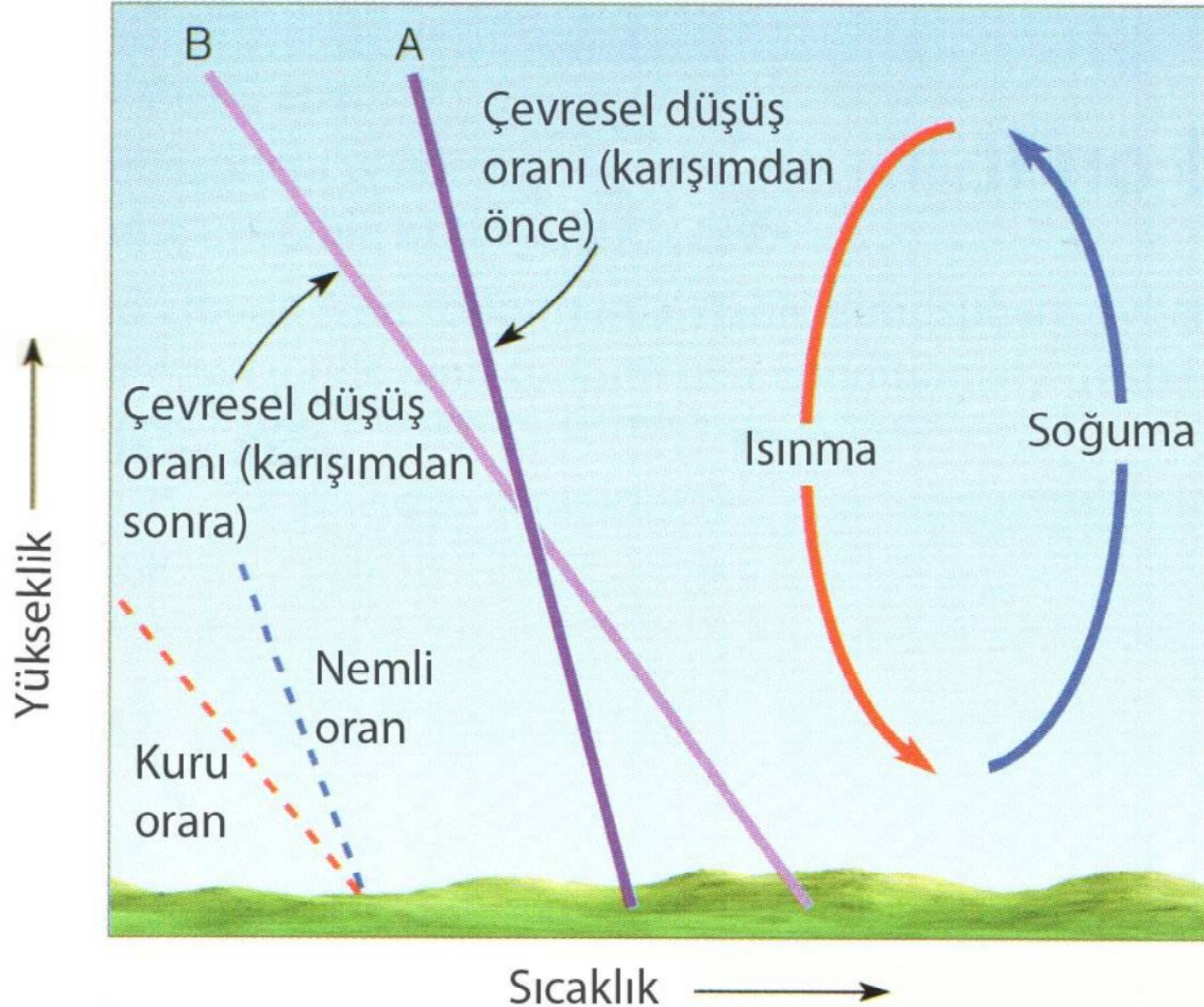


- Yukarılardaki soğuk hava ile sıcak yüzey havasının kombinasyonu, dik bir düşüş oranı ve atmosferik kararsızlık üretebilmektedir (Şekil 6.11)

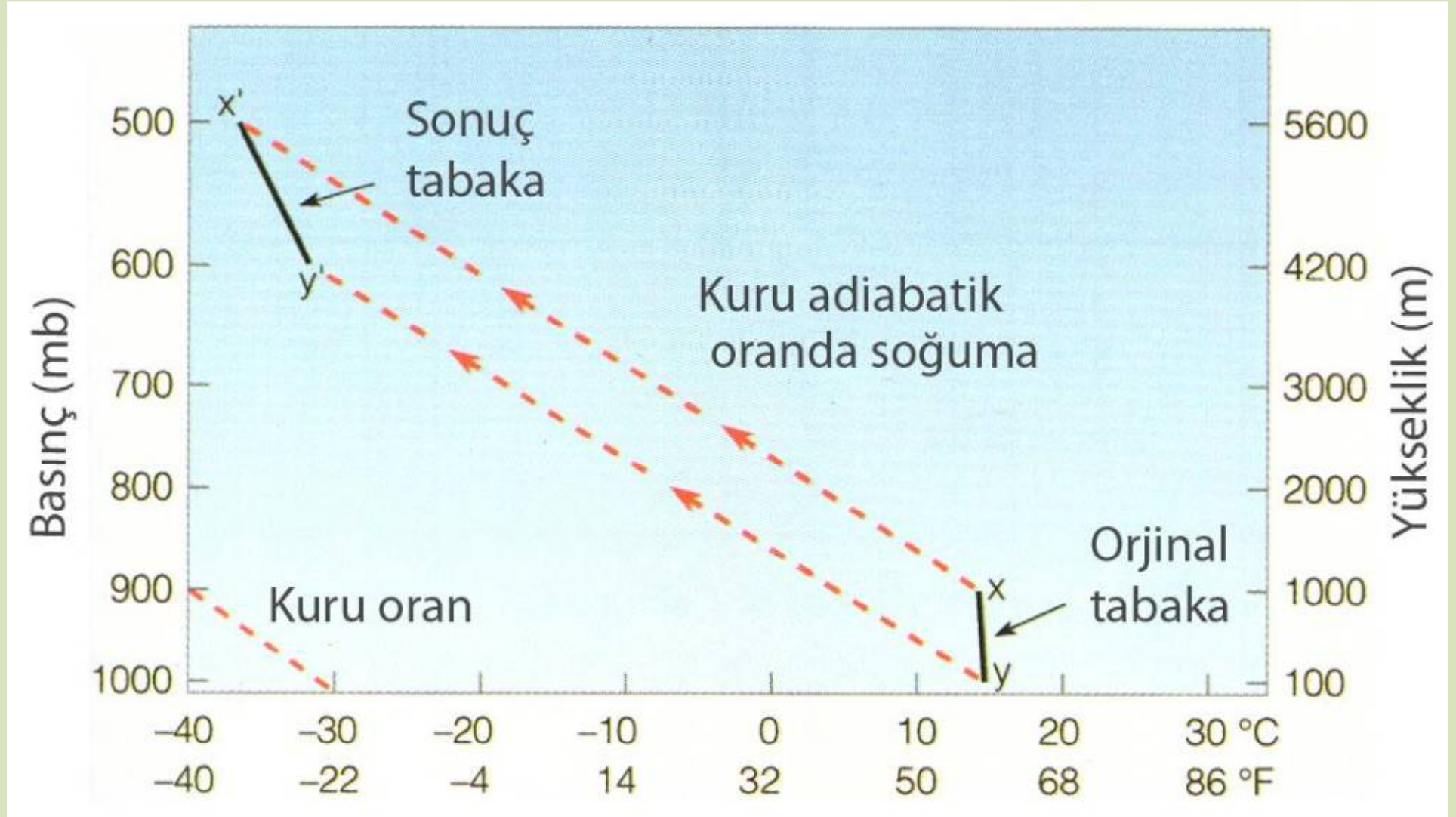
Bu noktada, atmosfer kararlılığının gün boyunca değişmekte olduğunu görebiliriz. Gün doğumu civarında açık durgun havada, yüzey havası normal olarak üstündeki havadan daha soğuktur, bir radyasyon inverziyonu bulunmaktadır ve zemine yakın durağan duman ve pus tarafından işaret edildiği gibi atmosfer oldukça kararlıdır. Gün ilerlerken güneş ışınları yüzeyi ısıtır ve yüzeyde üstündeki havayı ısıtır. Zemin yakınlarında hava sıcaklığı artarken, aşağıdaki atmosfer aşamalı şekilde daha kararsız hale gelir, maksimum düzeyde kararsızlık genellikle günün en sıcak kısmında meydana gelmektedir.



Bir hava tabakası ya karıştırılarak veya yukarı kaldırılarak da daha kararsız yapılabilir.



Tüm bir tabakanın alçalması onu daha kararlı yaptığı gibi bir tabakanın yukarı taşınması onu kararsız yapmaktadır.





- Yüzey tarafı nemli ve üstü “kuru” kararlı bir tabakanın yukarı taşınmasıyla gelen potansiyel kararsızlığa *konvektif kararsızlık* denir. Konvektif kararsızlık, gök gürültülü fırtınalar ve hortumlar gibi şiddetli fırtınaların gelişimleriyle birlikte görülmektedir.

