# Exoplanet Atmospheres Problem Set - Çözüm (TR + EN)

## Bölüm I: Yaşanabilir Bölge (Habitable Zone)

Bir gezegenin yaşanabilir bölgede bulunup bulunmadığını anlamak için denge sıcaklığı (Teq) hesaplanır. Bu sıcaklık, gezegenin yıldızdan aldığı enerjiye ve yansıttığı enerji miktarına bağlıdır. Bond albedosu A = 0.3, güneş benzeri yıldız parlaklığı L★ = 3.827 × 10²⁶ W, ve Stefan-Boltzmann sabitinin σ = 5.670 × 10⁻⁸ W·m⁻²·K⁻⁴ olduğu varsayılmıştır.

To determine whether a planet lies within the habitable zone, we calculate its equilibrium temperature (Teq). This temperature depends on the energy received from the star and the energy reflected. Assumptions: Bond albedo A = 0.3, solar-like luminosity L★ = 3.827 × 10²⁶ W, and the Stefan-Boltzmann constant σ = 5.670 × 10⁻⁸ W·m⁻²·K⁻⁴.

Formül / Formula:

a = √ [ (1 - A) × L★ / (16πσT\_eq⁴) ]

• İç sınır (su kaynama sıcaklığı, Teq = 373 K): a\_inner ≈ 0.466 AU  
• Dış sınır (su donma sıcaklığı, Teq = 273 K): a\_outer ≈ 0.870 AU

• Inner boundary (water boiling point, Teq = 373 K): a\_inner ≈ 0.466 AU  
• Outer boundary (water freezing point, Teq = 273 K): a\_outer ≈ 0.870 AU

Bu model atmosferik etkileri hesaba katmadığı için gerçekteki yaşanabilir bölgeyi biraz olduğundan dar tahmin eder. Atmosferdeki sera gazları, özellikle CO₂ ve H₂O buharı, gezegen yüzeyini daha fazla ısıtarak yaşanabilir bölgeyi genişletir.

Since this model does not account for atmospheric effects, it slightly underestimates the real habitable zone. Greenhouse gases, especially CO₂ and H₂O vapor, trap heat and extend the range where liquid water can exist.

## Bölüm II: Atmosferik Absorpsiyon Spektrumları / Atmospheric Absorption Spectra

Güneş ışığı Dünya'ya ulaştığında atmosferden geçerken çeşitli gazlar belirli dalga boylarında ışımanın bir kısmını emer. Yeryüzünden yapılan gözlemler sırasında bu absorpsiyon özelliklerini tanımak çok önemlidir.

When sunlight reaches Earth, it passes through the atmosphere where various gases absorb radiation at specific wavelengths. Identifying these absorption features is crucial in ground-based observations.

Başlıca absorpsiyon özellikleri / Major absorption features:

• Su Buharı (H₂O): 6.3 µm civarında ve 17 µm üzerinde güçlü absorpsiyon gösterir.  
• Water Vapor (H₂O): Strong absorption around 6.3 µm and beyond 17 µm.

• Karbondioksit (CO₂): 15 µm dalga boyunda belirgin bir absorpsiyon bandına sahiptir.  
• Carbon Dioxide (CO₂): Prominent absorption band near 15 µm.

• Ozon (O₃): 9.6 µm civarında IR bölgesinde ve 0.3 µm altında UV bölgesinde güçlü absorpsiyon yapar.  
• Ozone (O₃): Strong IR absorption at 9.6 µm and UV absorption below 0.3 µm.

• Oksijen (O₂): 0.76 µm civarında dar bir absorpsiyon çizgisine sahiptir.  
• Oxygen (O₂): Narrow absorption line around 0.76 µm.

• Metan (CH₄): Yaklaşık 3.3 µm ve 7.6 µm bölgelerinde absorpsiyon gösterir.  
• Methane (CH₄): Absorption near 3.3 µm and 7.6 µm.

## Bölüm III: Atmosfer Kaybı ve Terra II / Atmospheric Loss & Terra II

Zahnle & Katling (2017) tarafından önerilen 'Cosmic Shoreline' modeli, bir gezegenin atmosferini koruyup koruyamayacağını tahmin etmek için kaçış hızı ve yıldızdan gelen XUV radyasyonu kullanır.

The 'Cosmic Shoreline' model by Zahnle & Katling (2017) predicts whether a planet can retain its atmosphere based on its escape velocity and the amount of XUV radiation received from its star.

Terra II gezegeni, Güneş benzeri bir yıldızın etrafında döner ve Dünya'ya kıyasla 100 kat daha fazla XUV radyasyonuna maruz kalır. Gezegenin kütlesi Dünya'nın 4 katı, yarıçapı ise 2 katıdır.

Terra II orbits a Sun-like star but experiences 100 times more XUV radiation than Earth. Its mass is four times Earth's, and its radius is twice Earth's.

Kaçış hızı hesaplaması / Escape velocity formula:

vₑ = √ [ 2GM / R ]

Sonuç / Result: vₑ ≈ 15.8 km/s

Bu değer, normal koşullarda atmosferi korumak için yeterli olabilirdi. Ancak Terra II, Dünya'ya kıyasla 100 kat fazla XUV radyasyonuna maruz kaldığından atmosferini büyük olasılıkla koruyamayacaktır.

This escape velocity would normally suffice to retain an atmosphere. However, due to the 100x stronger XUV flux compared to Earth, Terra II is unlikely to maintain its atmosphere.