

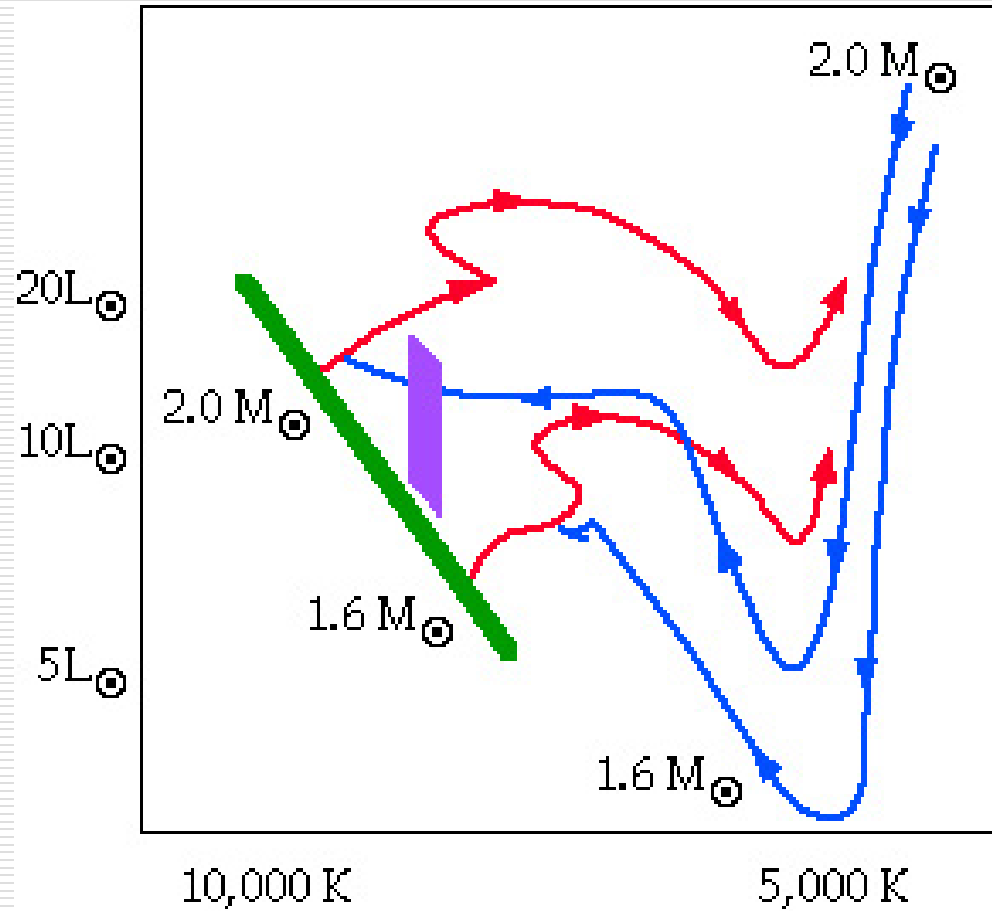
Yıldızların Yapısı ve Evrimi

Anakol Evrimi

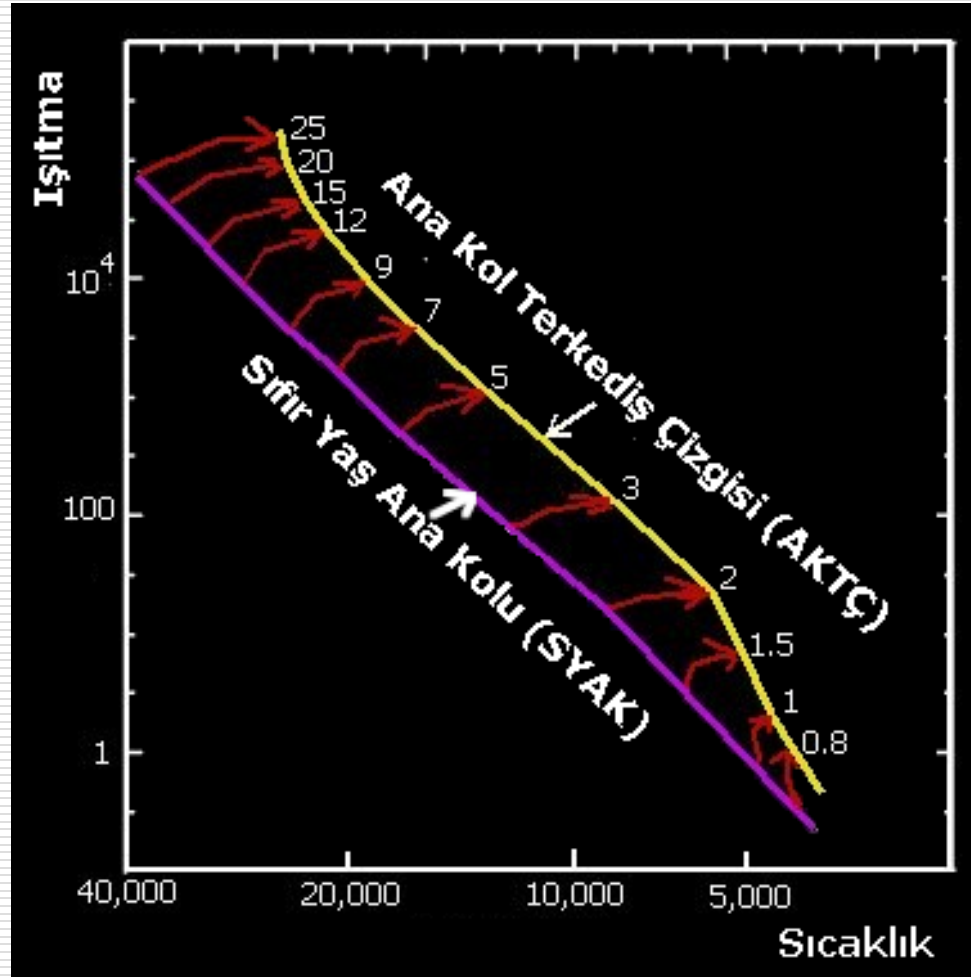
Anakola Geliş Zamanı

Kütle (M_{\odot})	SYAK'a geliş zamanı (yıl)
15.0	$0.0617 * 10^6$
9.0	$0.1505 * 10^6$
5.0	$0.5759 * 10^6$
3.0	$2.514 * 10^6$
2.25	$5.855 * 10^6$
1.5	$18.21 * 10^6$
1.25	$29.45 * 10^6$
1.0	$50.16 * 10^6$
0.5	$155.0 * 10^6$

H-R Diagramı ve Evrim

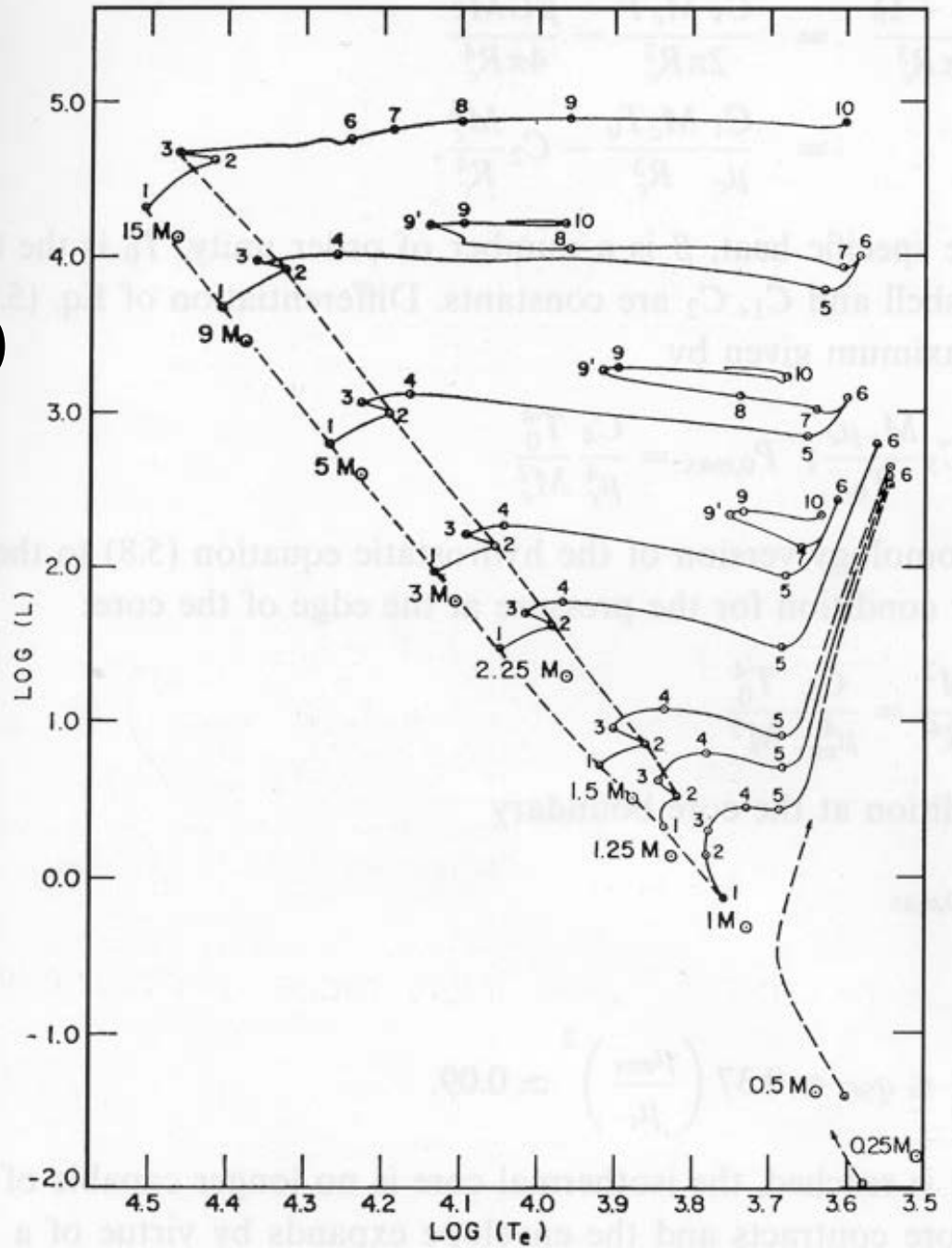


H-R Diagramı ve Evrim

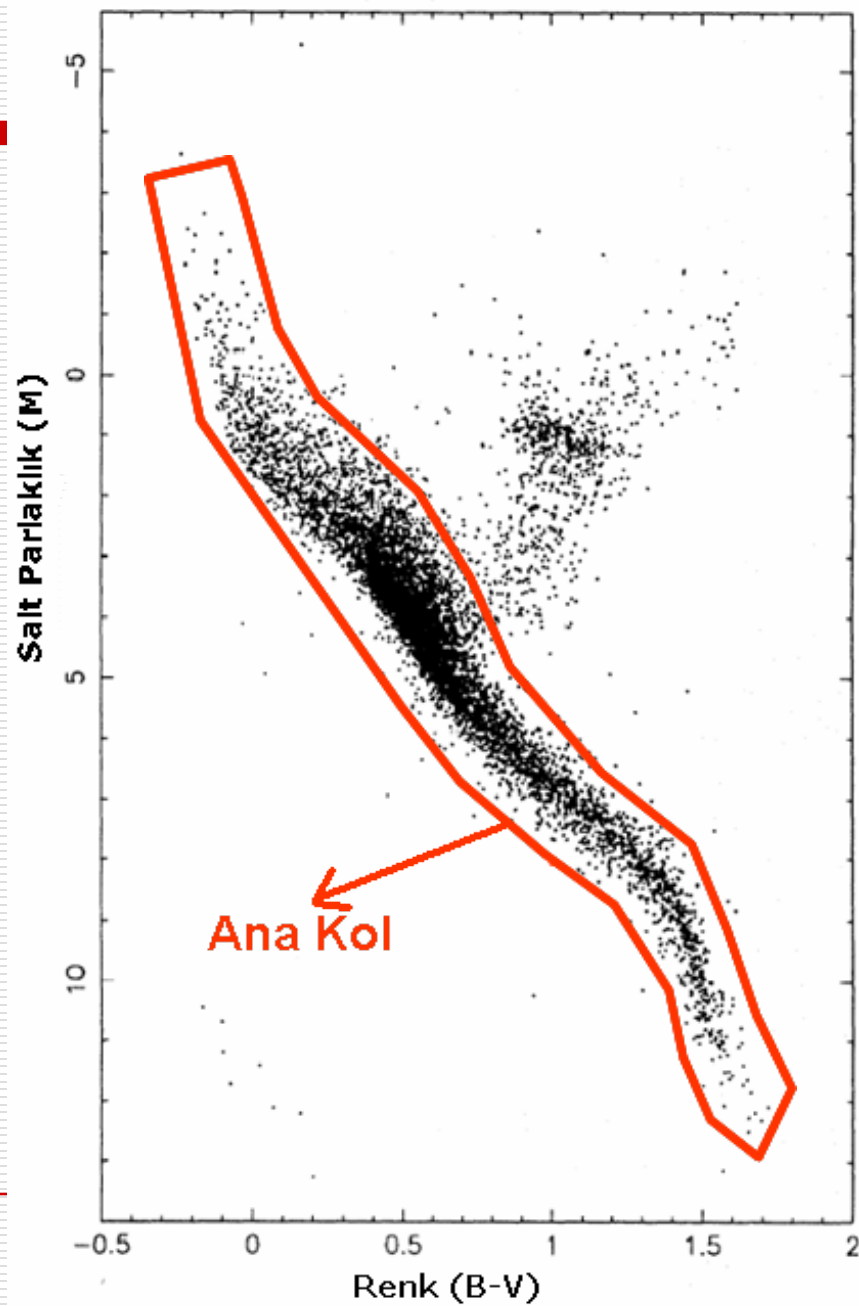
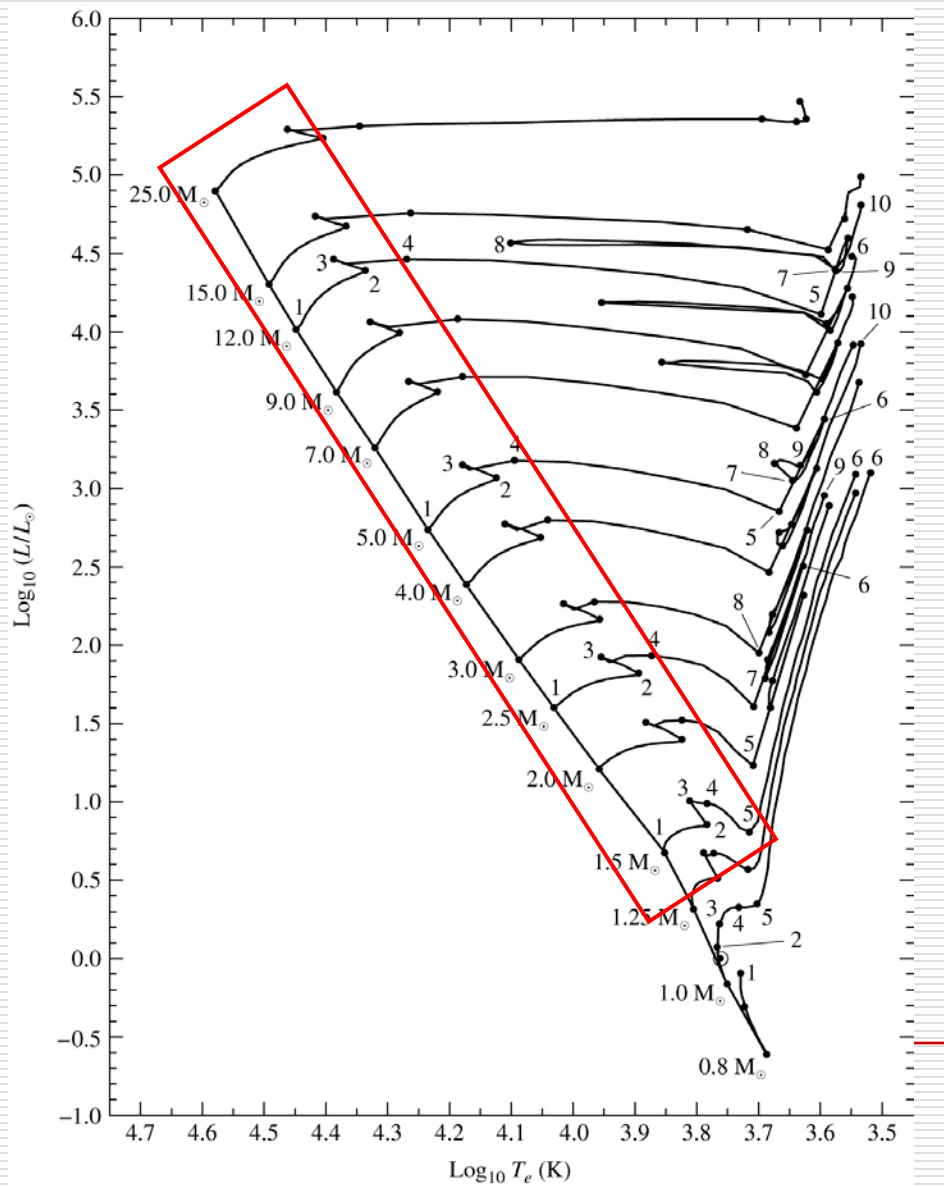


Ana Kol

Yıldızların kütlesi, SYAK'daki (ZAMS) kütlesi olarak verilir. 1 ile gösterilen noktaların birleşimi anakolu, 2 ile gösterilen noktaların birleşimi AKTÇ'yi verir.



Anakol



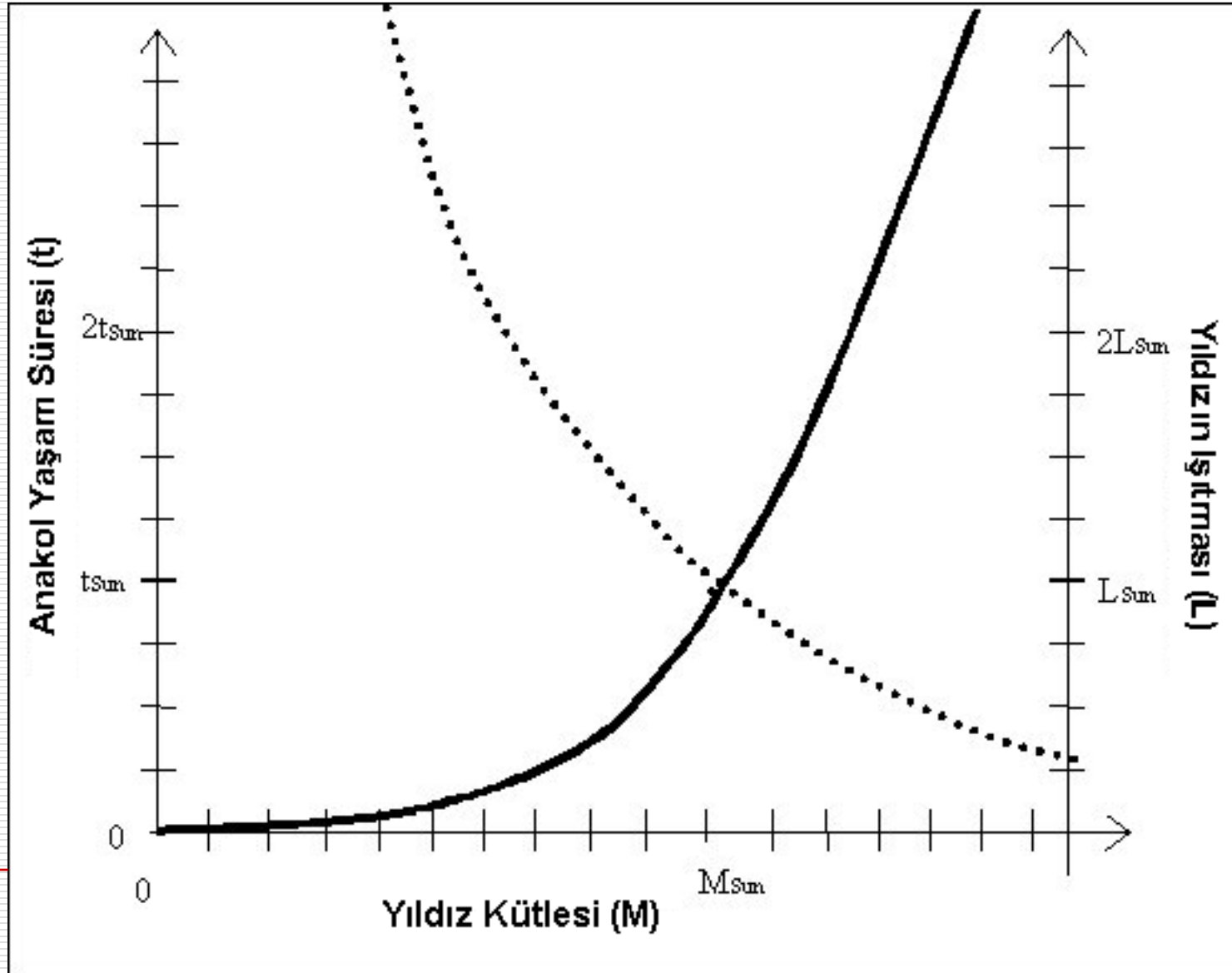
Anakolda Yaşam Süresi

Bir yıldızın anakolda yaşam süresini daha önce hesaplamıştık. Merkeze yakın sıcak hidrojenini (kütlenin %10'u) yakma süresi olarak verilir. Kütle ışınım gücü bağıntısını bildiğimize göre

$$t_{MS} \approx \frac{0.007 \cdot f \cdot Mc^2}{L} \cong 10^{10} \frac{M(M_{\odot})}{L(L_{\odot})} \cong 10^{10} M^{-2.5} y$$

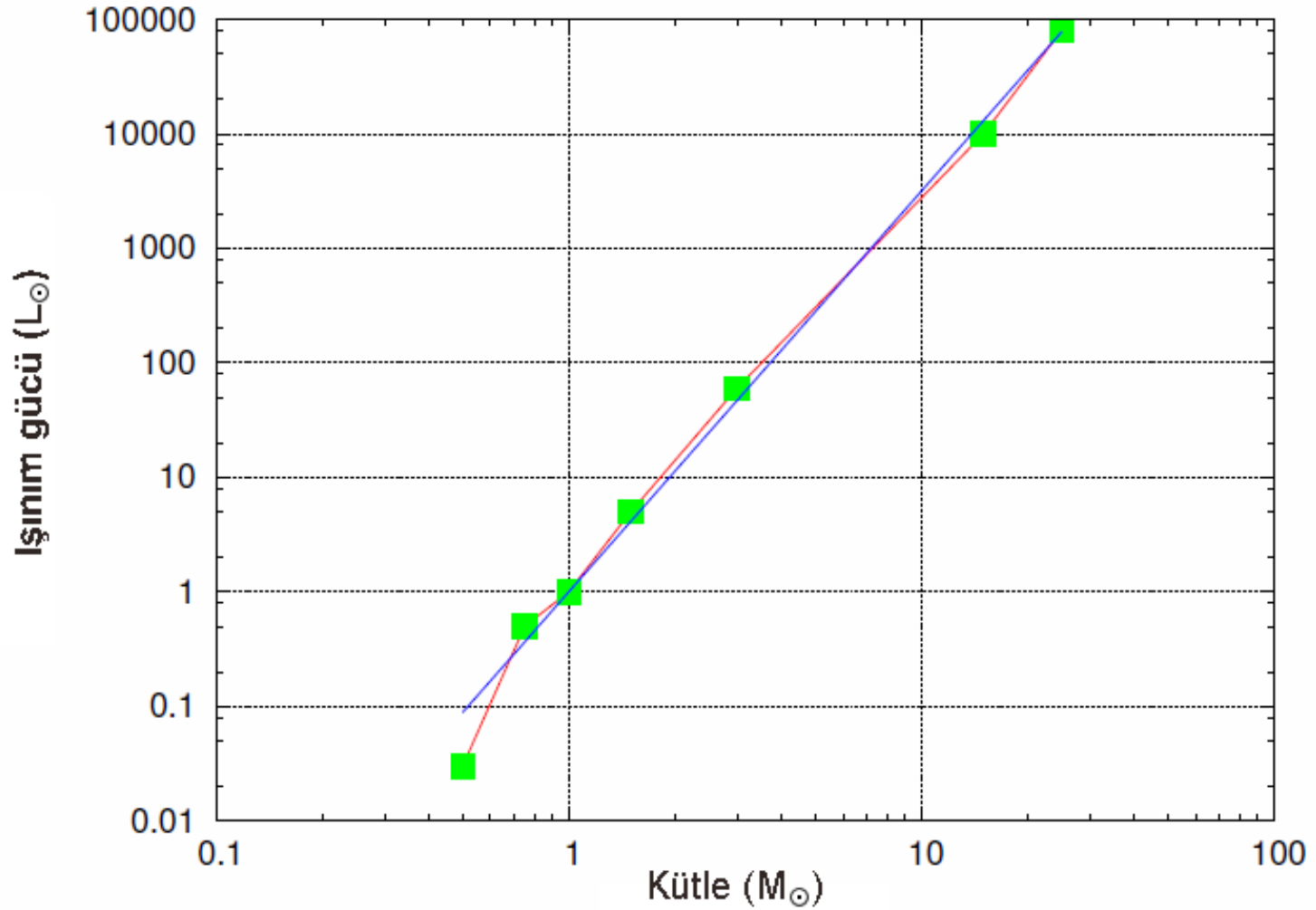
$$L \propto M^{3.5} \quad f = 0.10$$

Anakol Yaşam Süresi



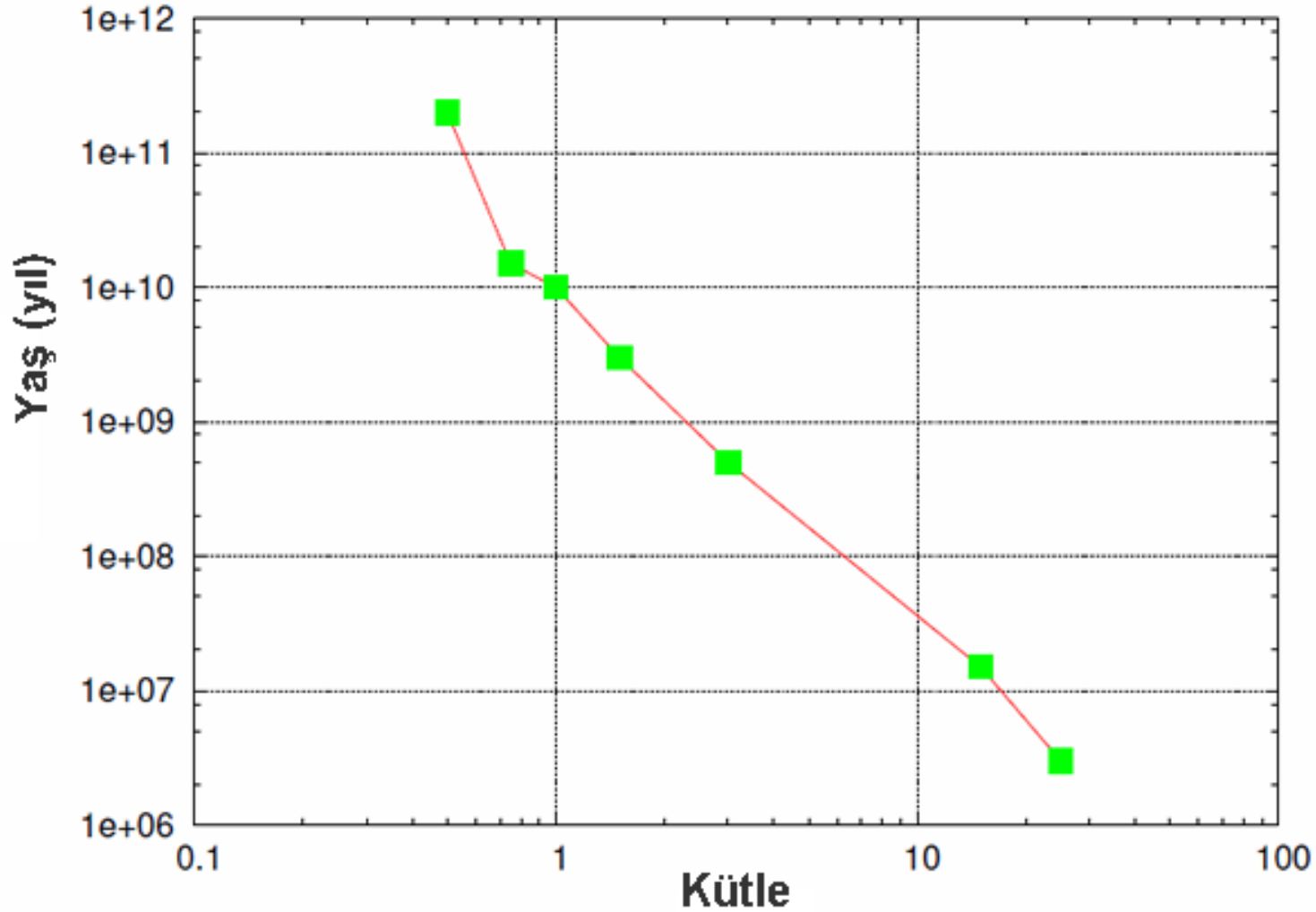
Kütle-Işıtma

$$L = M^{3.5}$$



Kütle-Yaş Bağıntısı

$$t/10^{10} = M^{-2.5}$$



Anakol Yaşam Süresi

Kütle (M_{\odot})	Işıtma(L_{\odot})	Teff (K)	Yarıçap (R_{\odot})	MS Yaşam Süresi
0.1	$3 \cdot 10^{-3}$	2,900	0.16	$2 \cdot 10^{12}$
0.5	0.03	3,800	0.6	$2 \cdot 10^{11}$
0.75	0.3	5,000	0.8	$3 \cdot 10^{10}$
1.0	1	6,000	1.0	$1 \cdot 10^{10}$
1.5	5	7,000	1.4	$2 \cdot 10^9$
3	60	11,000	2.5	$2 \cdot 10^8$
5	600	17,000	3.8	$7 \cdot 10^7$
10	10,000	22,000	5.6	$2 \cdot 10^7$
15	17,000	28,000	6.8	$1 \cdot 10^7$
25	80,000	35,000	8.7	$7 \cdot 10^6$
60	790,000	445,000	15.0	$3.4 \cdot 10^6$

Anakol Yaşam Süresi

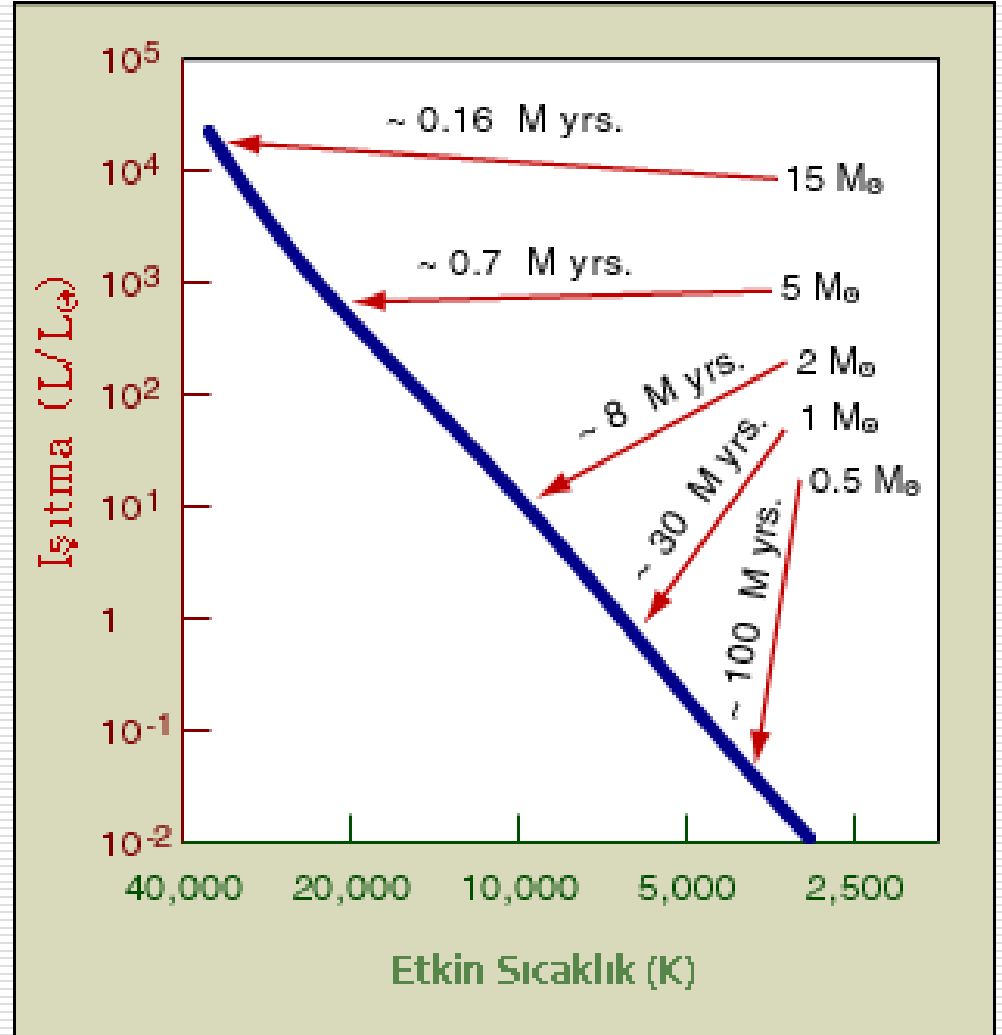
Kütle (M_{\odot})	Sıcaklık T_{eff} (K)	Tayf Türü	Işıtma (L_{\odot})	Anakol Yaşam süresi (yıl)
25	35,000	O	80,000	$4 * 10^6$
15	30,000	B	10,000	$15 * 10^6$
3	11,000	A	60	$800 * 10^6$
1.5	7,000	F	5	$4,500 * 10^6$
1.0	6,000	G	1	$12,000 * 10^6$
0.75	5,000	K	0.5	$25,000 * 10^6$
0.50	4,000	M	0.03	$700,000 * 10^6$

Elementlerin Yanma Süresi (25 M_☉)

Yanma evresi	Çekirdek sıcaklığı(K)	Çekirdek Yoğ. (gr/cm ³)	Yanma Süresi
Hidrojen	$4 \cdot 10^7$	5	$7 \cdot 10^6$ yıl
Helyum	$2 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^5$ yıl
Karbon	$6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$	600 yıl
Neon	$1.2 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$	1 yıl
Oksijen	$1.5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$	6 ay
Silikon	$2.7 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^7$	1 gün
Çek. büzülmesi	$5.4 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	0.25 saniye
Çek. toplanması	$2.3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{12}$	milisaniye
Patlama (süpernova)	$\sim 10^9$	değişir	10 saniye

Anakol Evriminde Yaşam Süresi

Dikkat:
Parametrelerdeki
değişim önemli.
Hangi parametre
ne kadar
değişiyor?



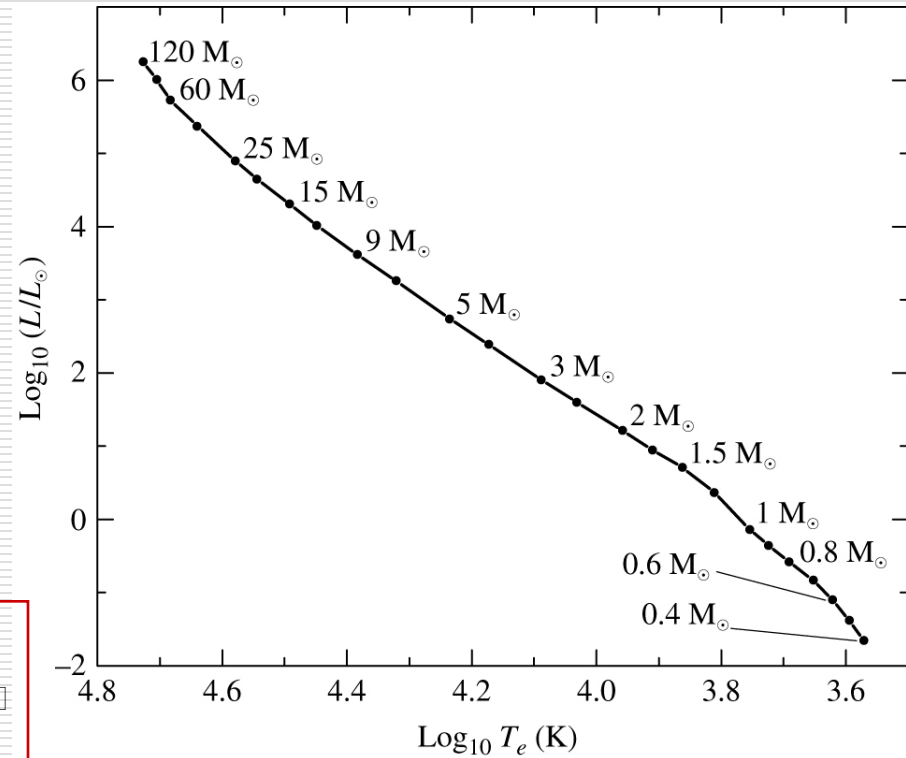
Ana Kol Yıldızları

$$\frac{dP_{rad}}{dr} \approx -\frac{\bar{\kappa}\rho}{c} \frac{L}{4\pi r^2} \quad \frac{dP}{dr} = -G \frac{M\rho}{r^2}$$

Yıldızlar ana kol boyunca H yakarlar. Kütlesi $0.08 M_{\odot}$ 'den küçük olan yıldızlar yakamaz. Merkezlerinde o sıcaklığa erişemezler. Büyük Kütle sınırını ise **Eddington limiti** belirler. $MQ > 90$ olan yıldızlar kararlı olamazlar.

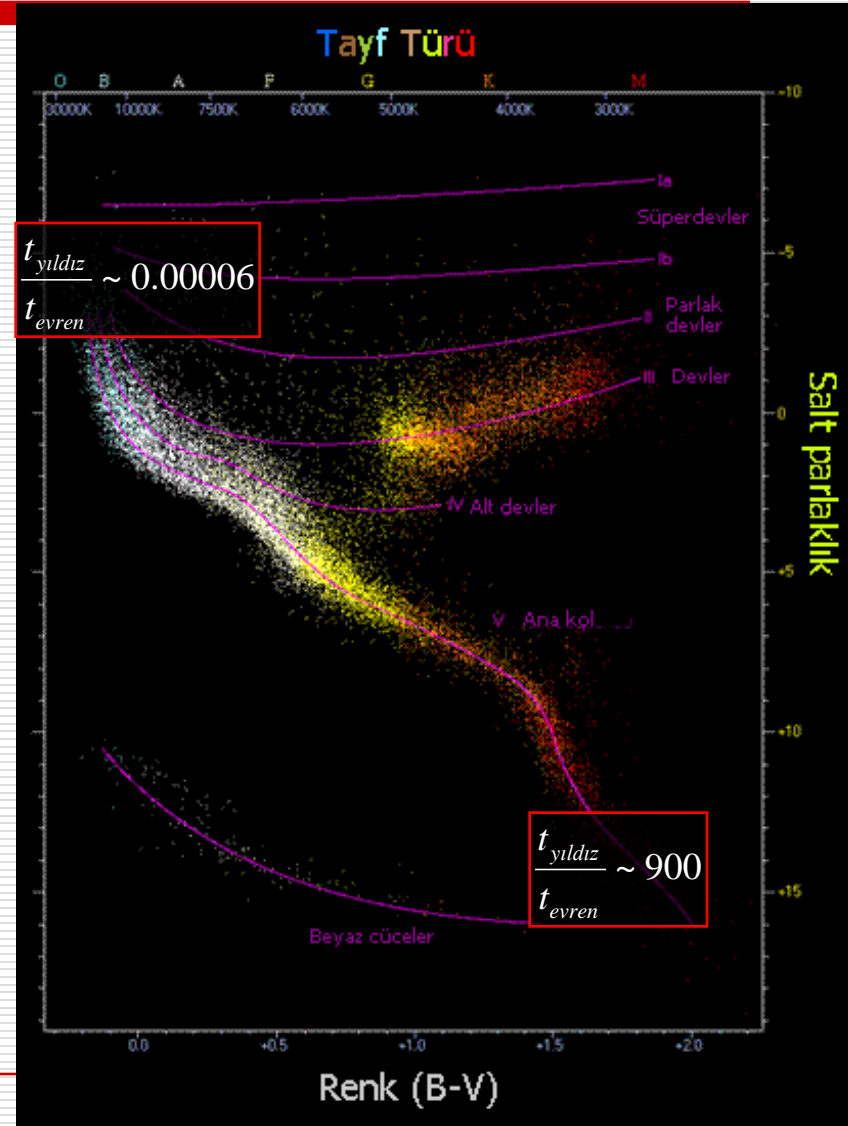
$$L = \frac{4\pi c G}{\kappa} M$$

$$L = 3.2 * 10^4 \frac{M}{M_{\odot}} L_{\odot}$$

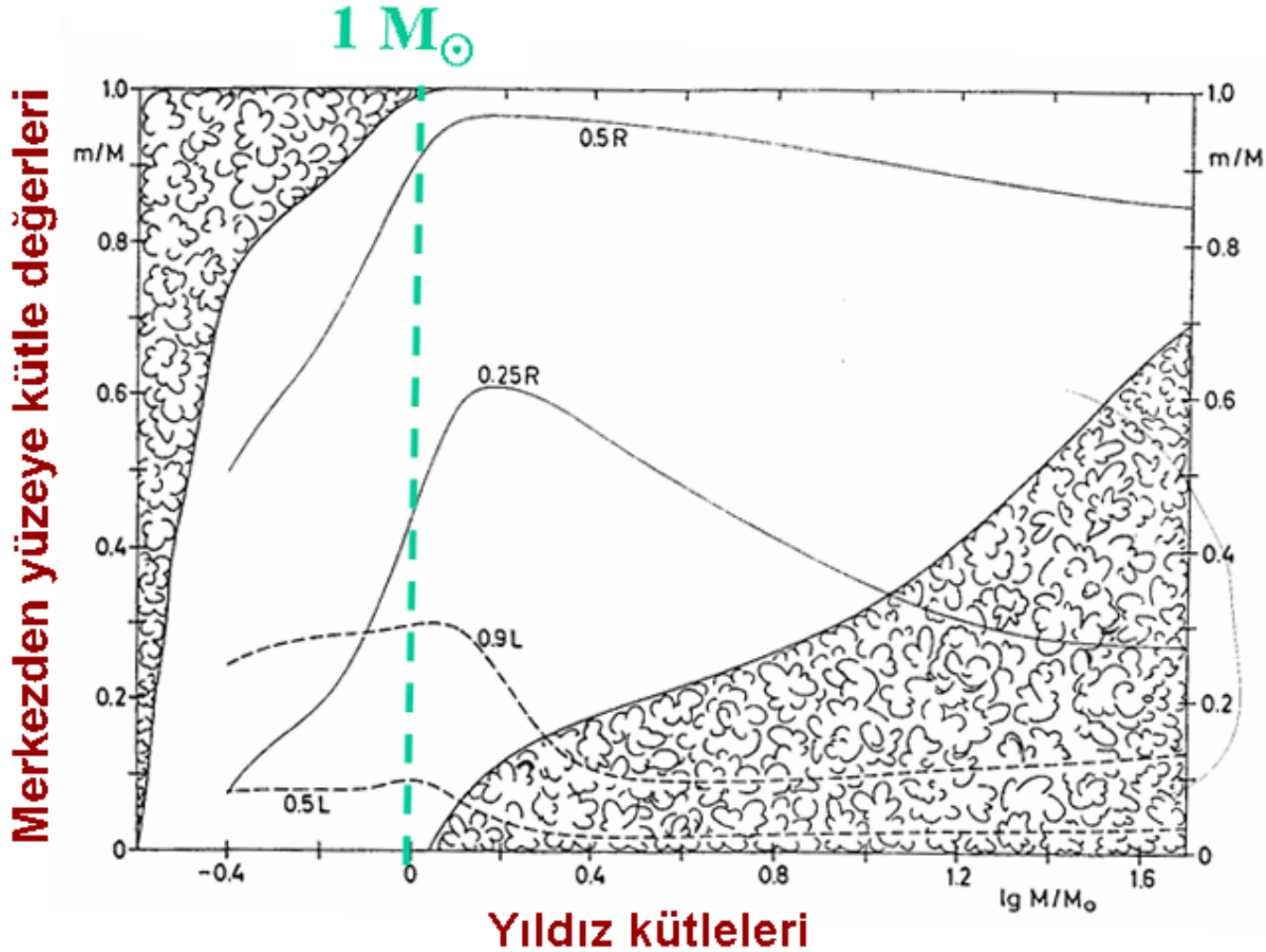


Evren ve Yıldızların Yaşı

Büyük patlama 13.7 yıl önce oldu. Galaksilerin oluşumu 1 milyar yıldan daha az sürdü. O nedenle yıldızların oluşumu en az 13 milyar yıldır sürüyor. Mavi-sıcak yıldızlar çok gençtir. Kırmızı cüceler ise büyük patlamadan hemen sonra oluşmuştur diyebiliriz.



Yıldızlarda Konveksiyon Bölgeleri



Konveksiyon

Konveksiyonun evrim açısından en önemli sonucu plazmayı sürekli karıştırarak bolluğun homojen yayılmasını sağlamasıdır. Merkezi bölgesi konvektif olan yıldızlar tüm hidrojenlerini (yaklaşık %70) yakıt olarak kullanabilirler. Işımasal olanlar ise sadece hidrojenlerinin %10'unu yakıt olarak kullanırlar.

$$M = 0.085M_{Sun}$$

$$T_e = 2.74 \times 10^3 K$$

$$L = 5.05 \times 10^{-4} L_{Sun}$$

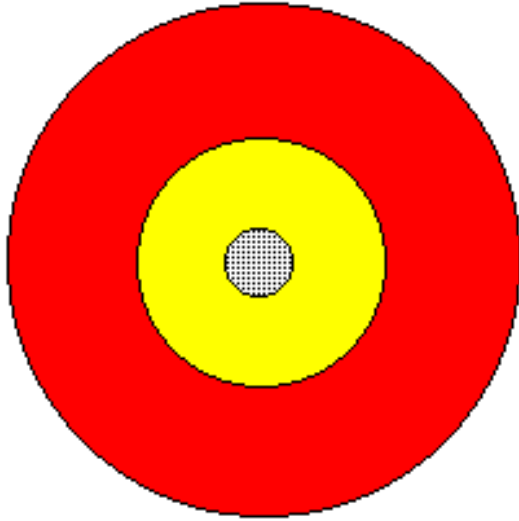
$$M = 90M_{Sun}$$

$$T_e = 5.27 \times 10^4 K$$

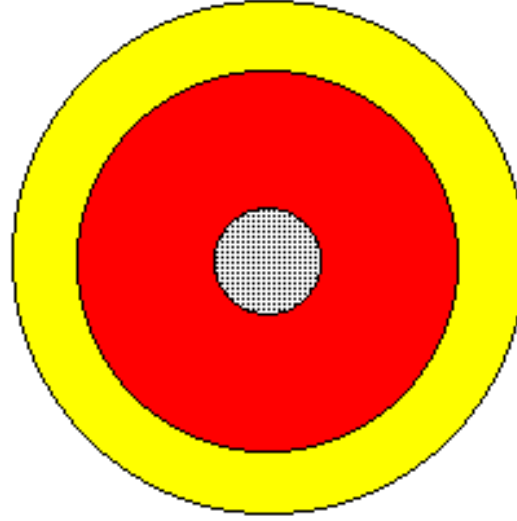
$$L = 1.1 \times 10^6 L_{Sun}$$

Anakol Evrimi

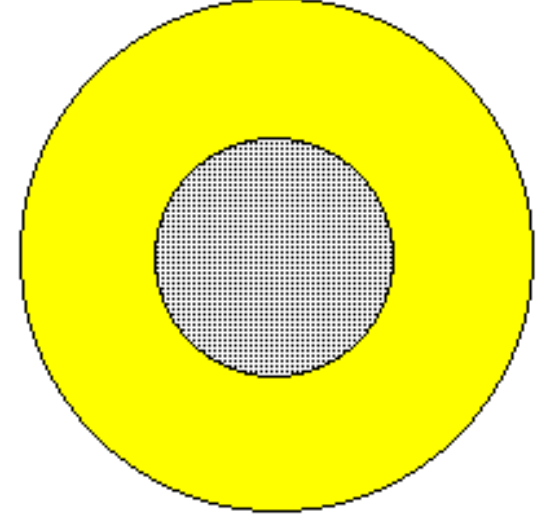
Ana Kol Yıldızlarının İçyapısı



O-türü yıldız
(60 güneş kütleli)



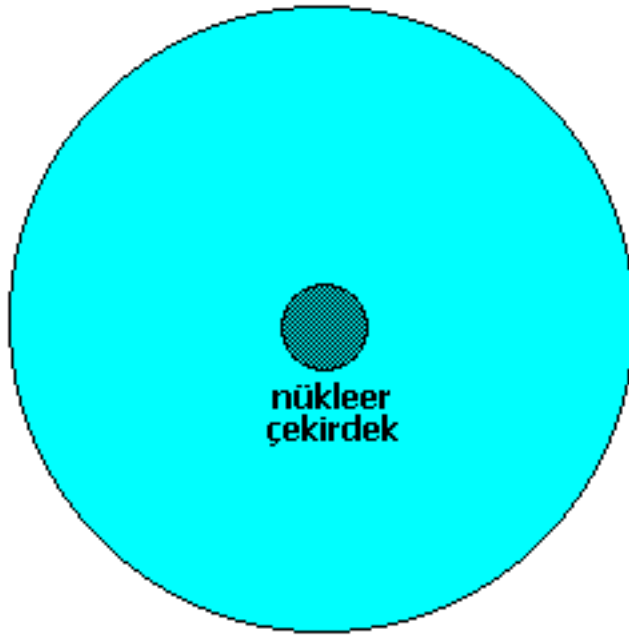
G-türü yıldız
(1 güneş kütleli)



M-türü yıldız
(0.1 güneş kütleli)

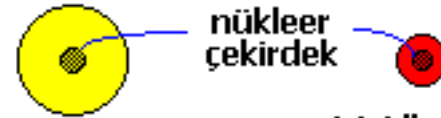


Ana Kol Yıldızlarının Boyutları



O-türü yıldız
(60 güneş yarıçapı)

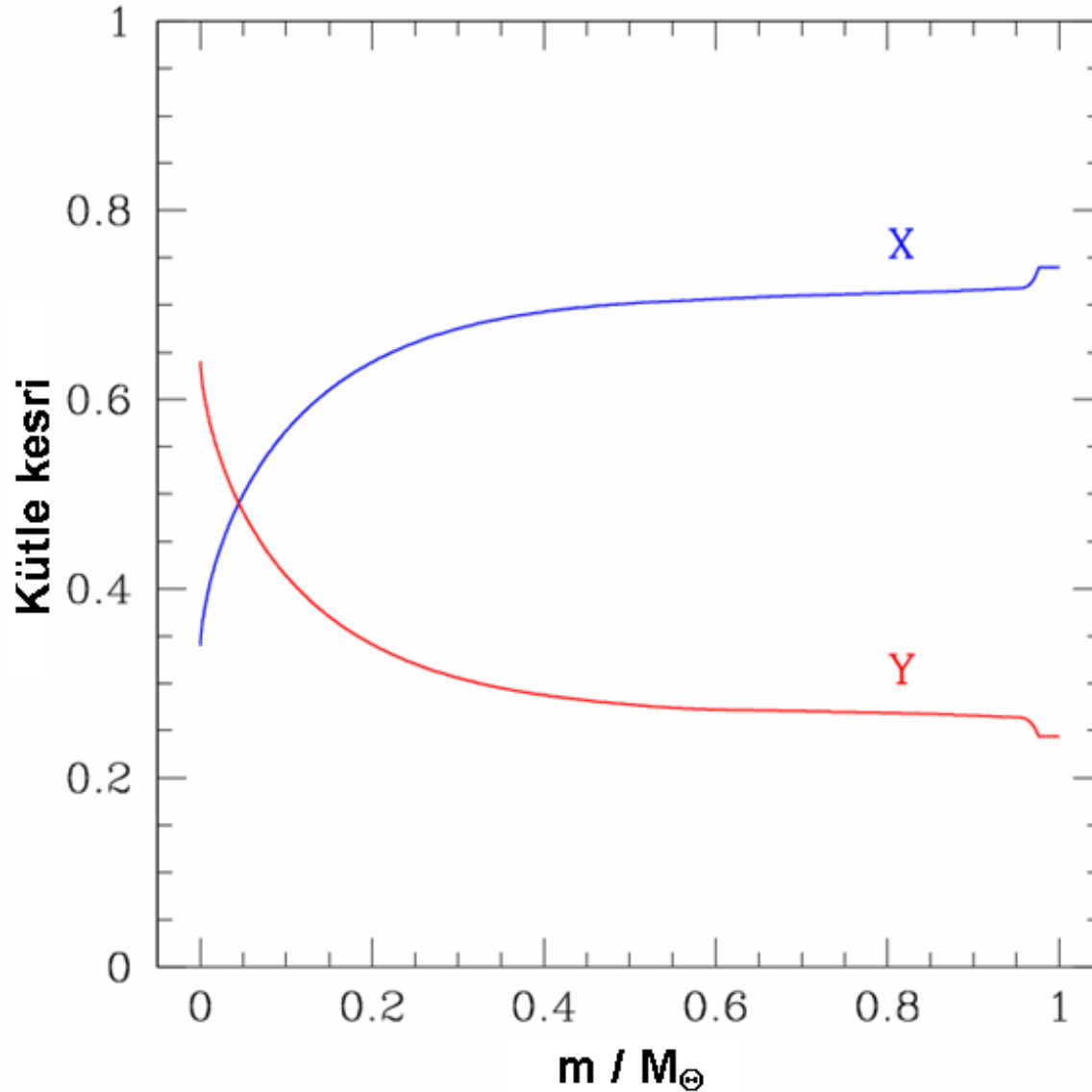
G-türü yıldız
(1 güneş yarıçapı)



M-türü yıldız
(0.4 güneş yarıçapı)



Güneşte Hidrojen Bolluğu



Hidrojen Yandı Bitti...



Helyum Artar...

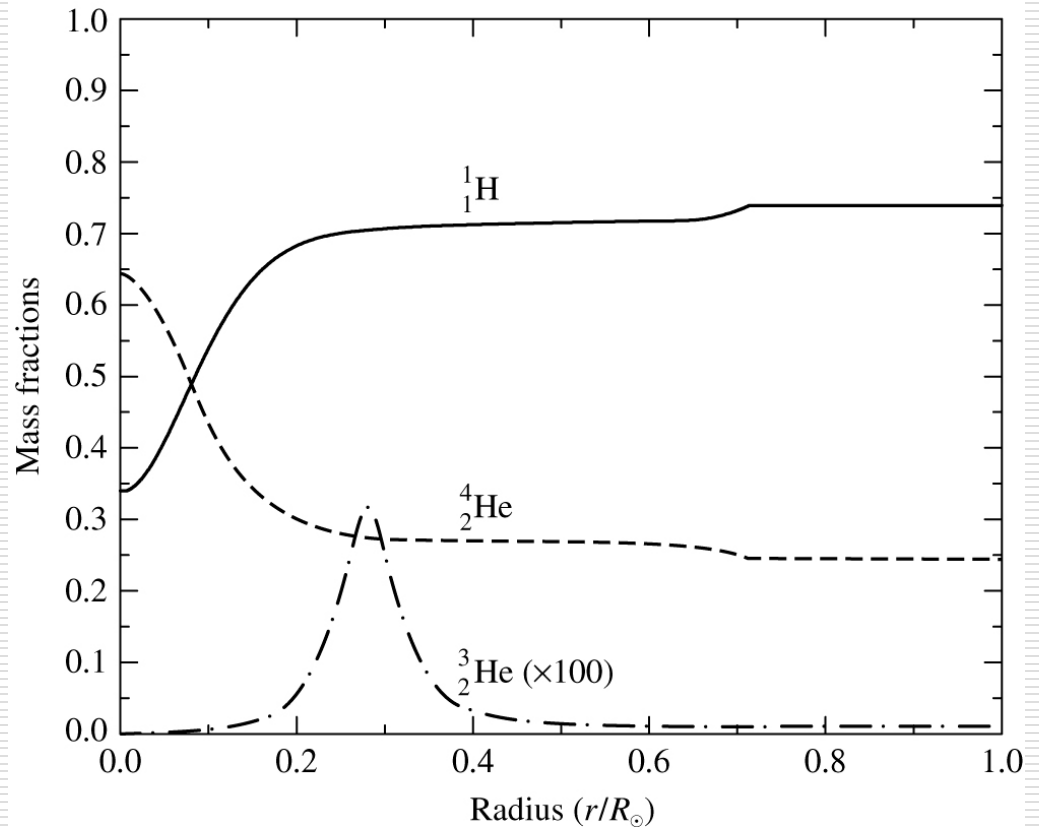


Çekirdekte Hidrojen Bolluğu



Helyum-3

Helyum-3 p-p zincirinde ara bir maddedir. Hidrojen yanan bölgenin üstünde, sıcaklığın biraz daha düşük olduğu yerde bol miktarda bulunur.

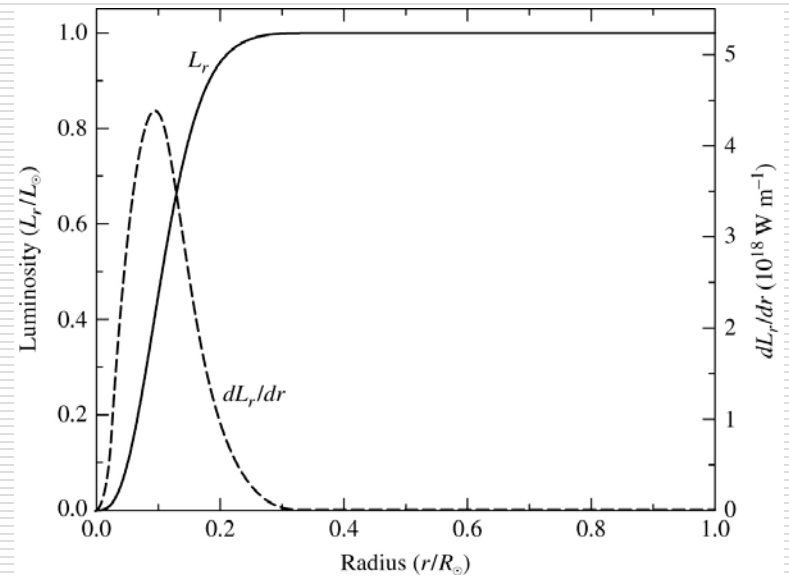


Enerji Üretimi

Sıcaklık nerede yüksek ise nükleer tepkime oranı o denli yüksektir. Enerjinin çoğu Güneş merkezinde üretilmez, çünkü, 1. r yarıçapındaki kabukta kütle miktarı,

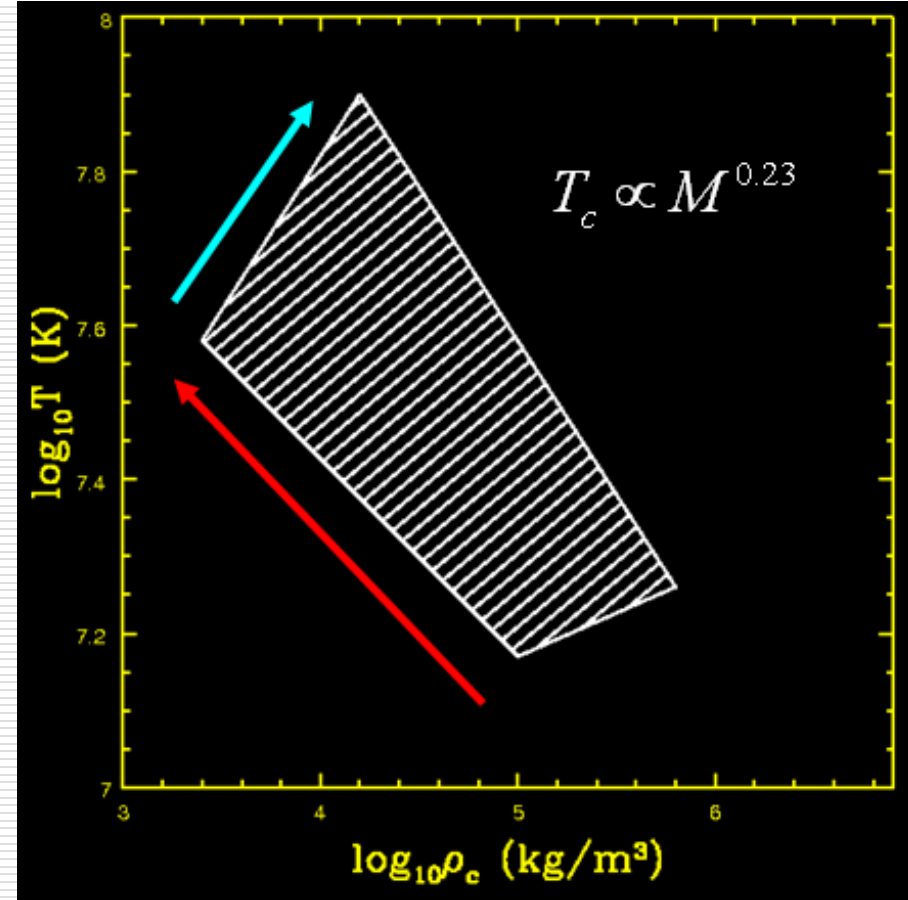
$$dM = 4\pi r^2 \rho dr$$

Eğer sabit yoğunluğu düşünürsek büyük r 'de kütle miktarı da büyük olur. 2. Merkezde H miktarı azalmıştır.

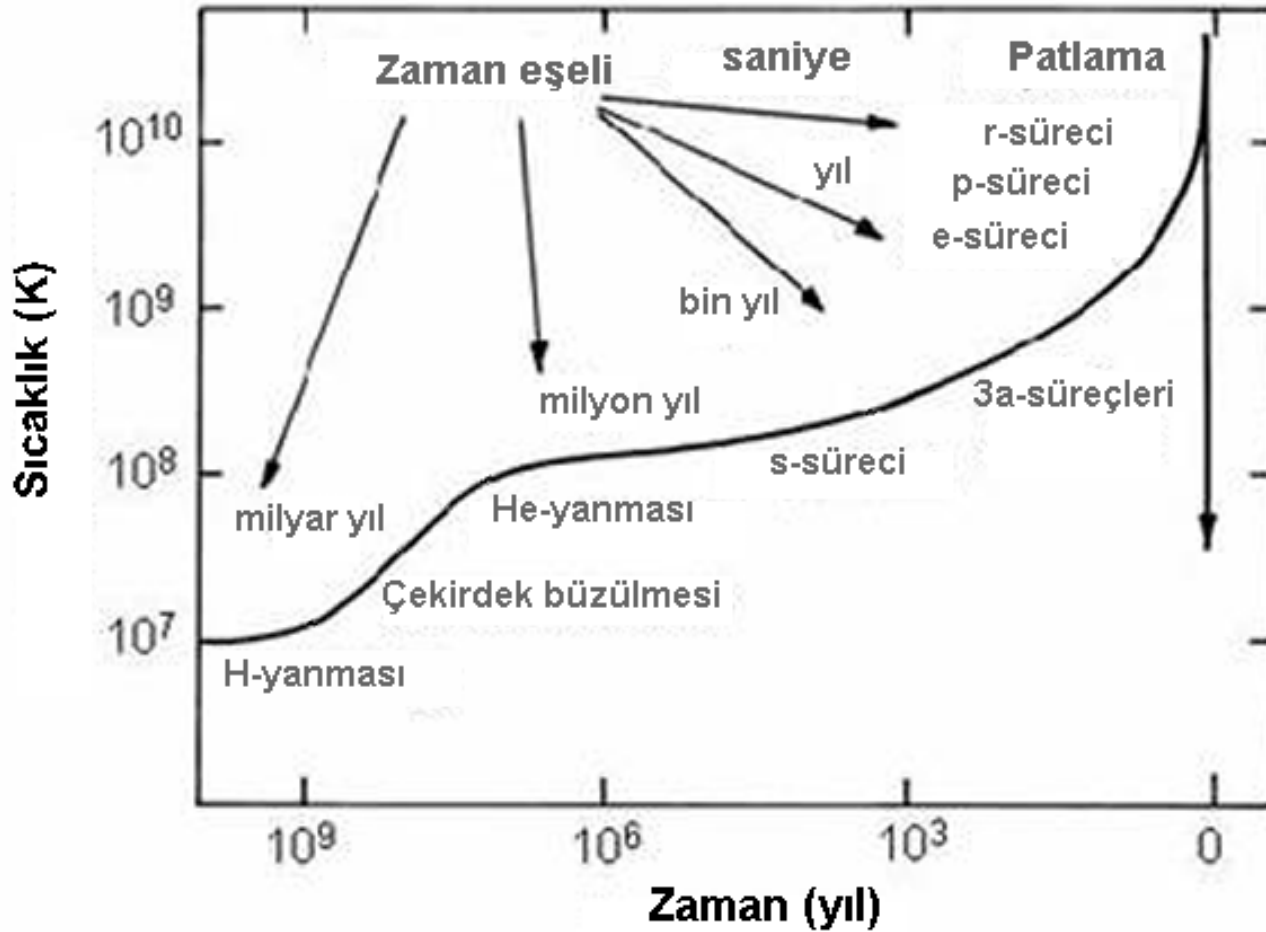


Ana Kolda İçyapı

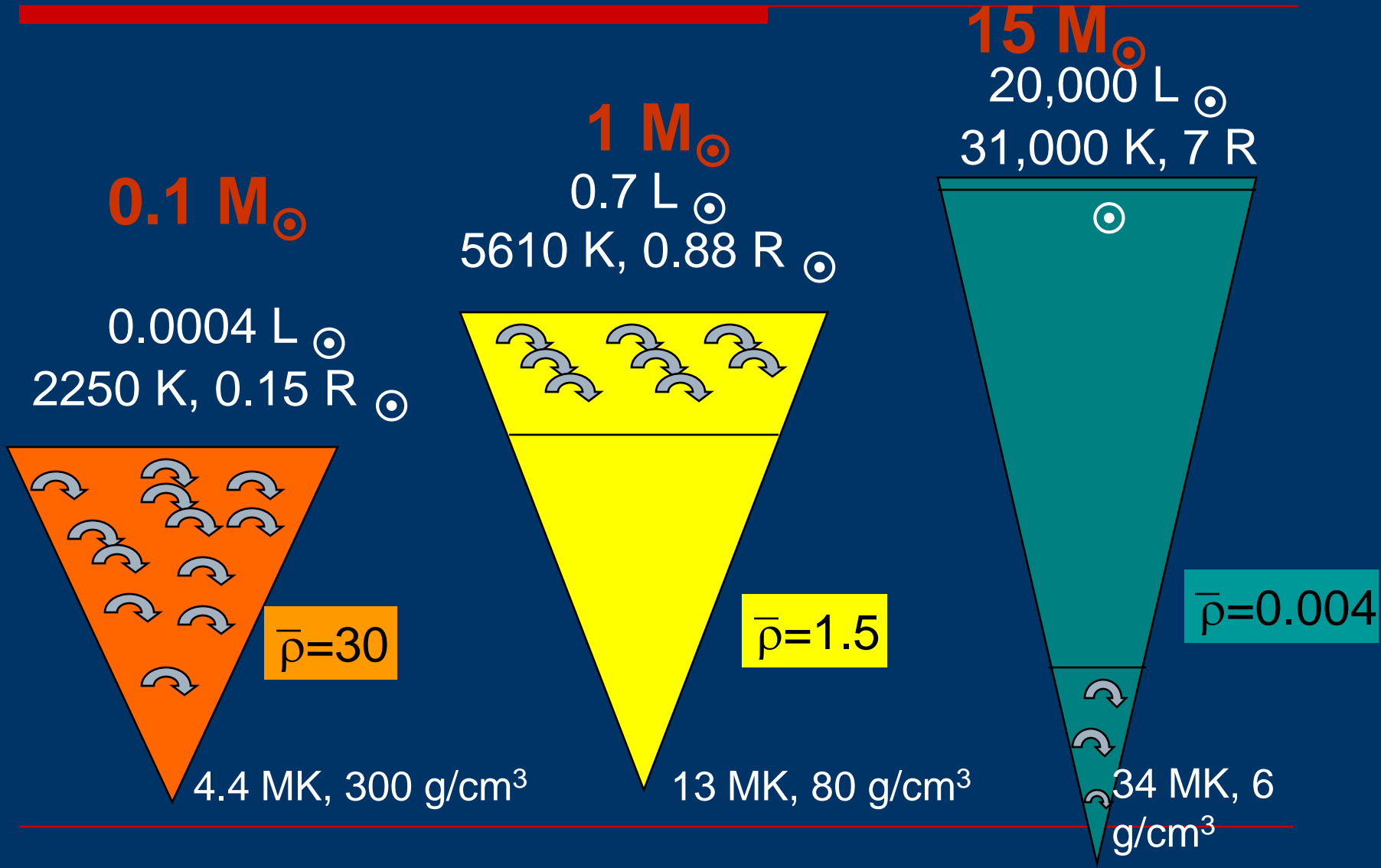
$0 < Z < 0.03$ arasında değişir. Hidrojen yavaş yandığı için yıldızın içyapısı da yavaş değişir. Merkezi sıcaklığın ve yoğunluğun nasıl değiştiğine dikkat edelim. Büyük kütleli yıldızların yoğunluğu daha dūřüktür.



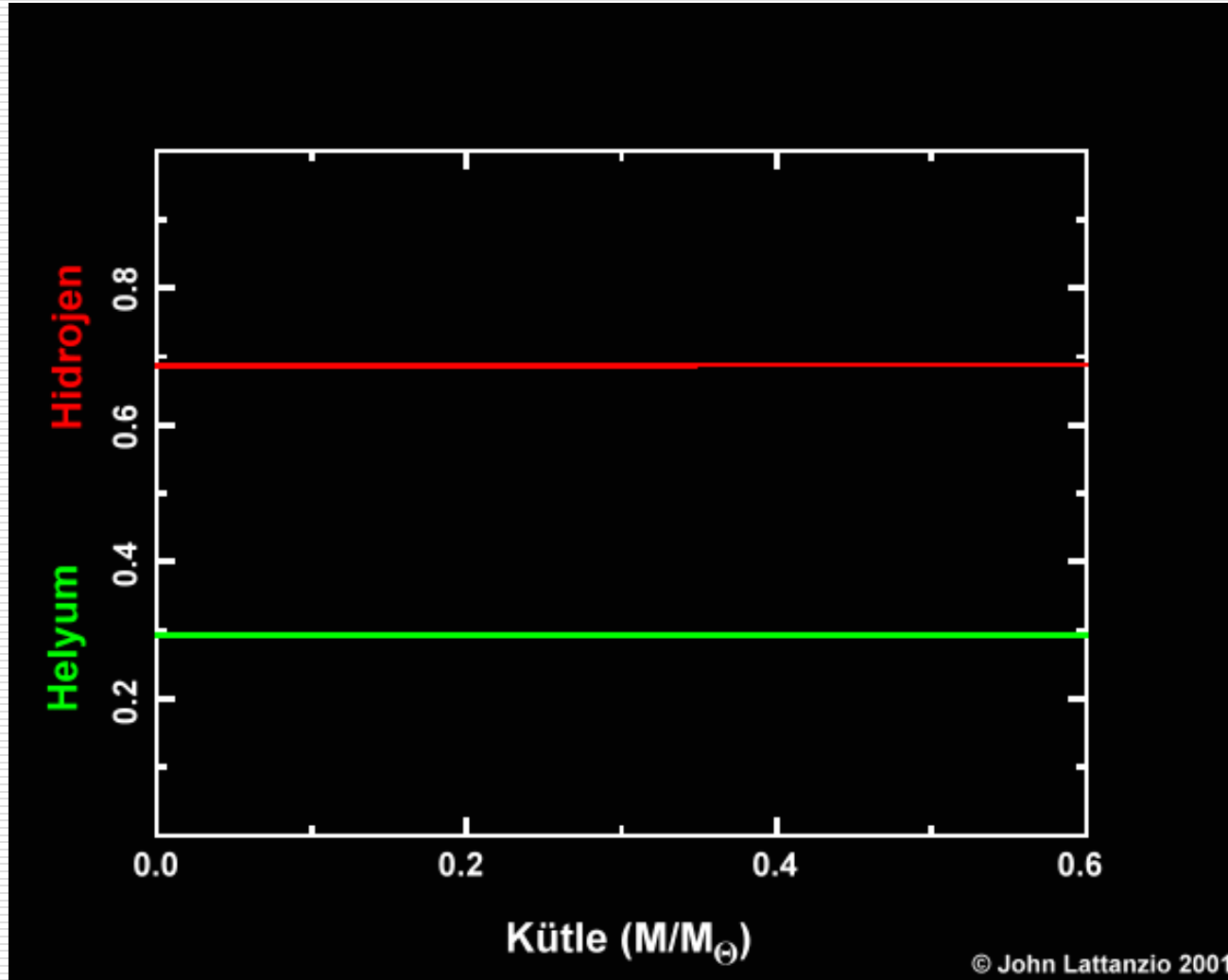
Zamanla Merkezi Sıcaklık...



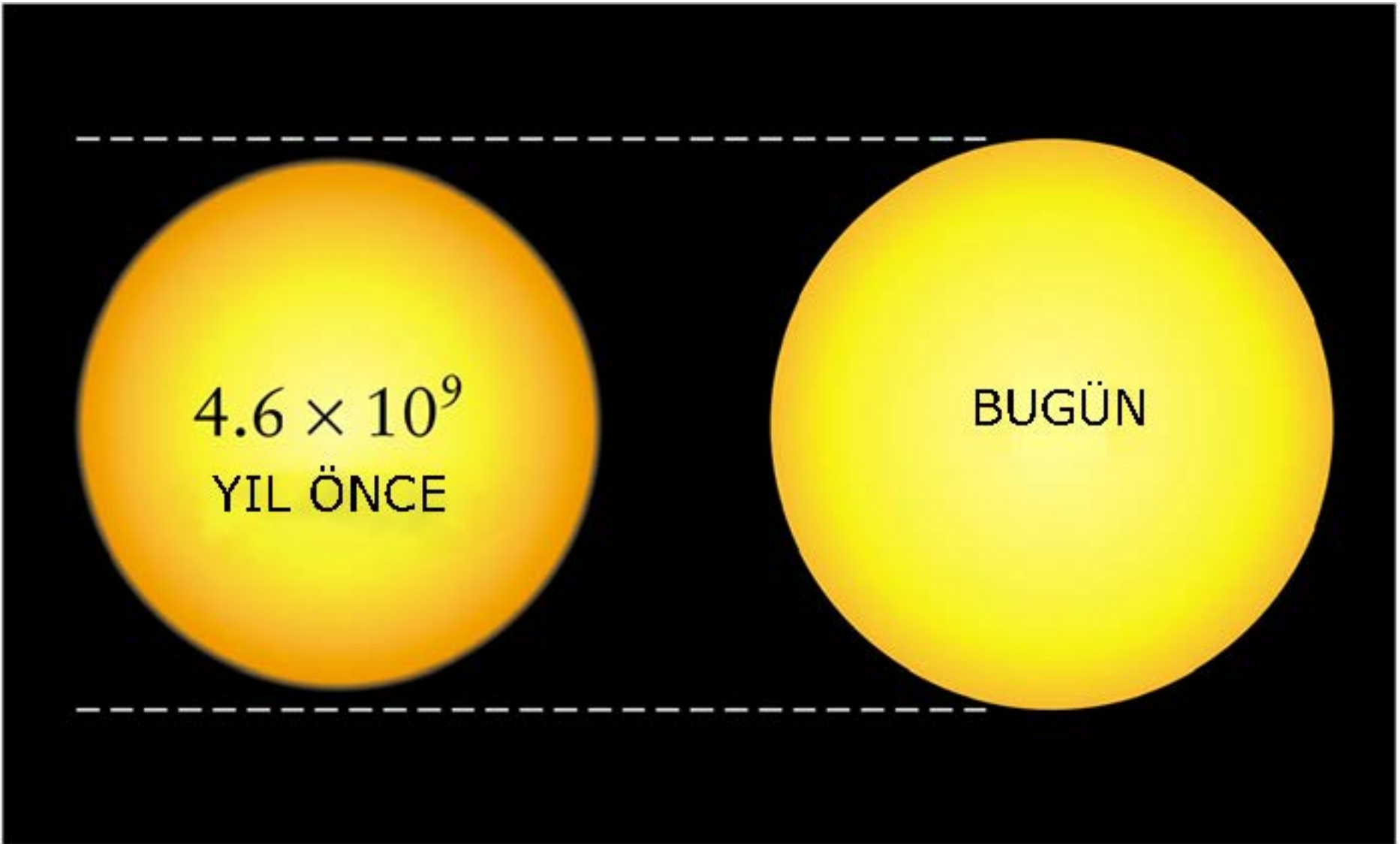
Ana Kolda İçyapı



Kimyasal Yapıda Değişim



Güneş Yarıçapı



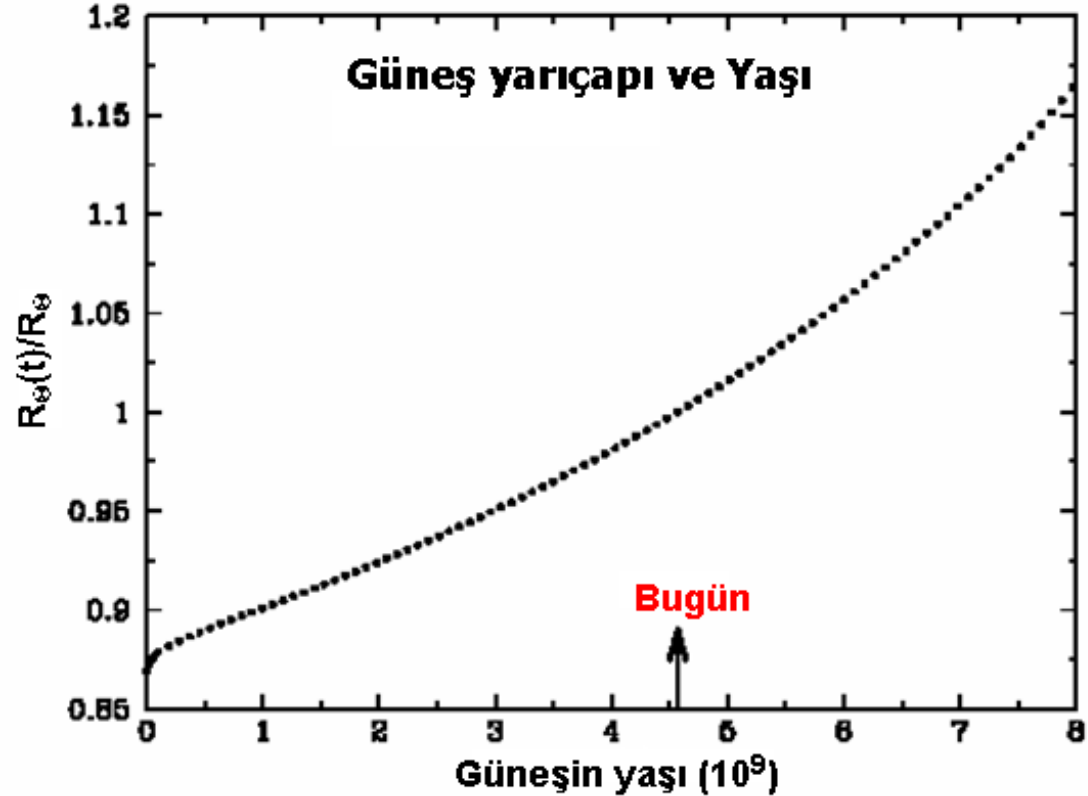
The diagram shows two yellow circles representing the Sun's radius at different times. The left circle is smaller and labeled '4.6 x 10^9 YIL ÖNCE'. The right circle is larger and labeled 'BUGÜN'. Two horizontal dashed white lines are drawn across the top and bottom of the circles to indicate their relative sizes.

4.6×10^9
YIL ÖNCE

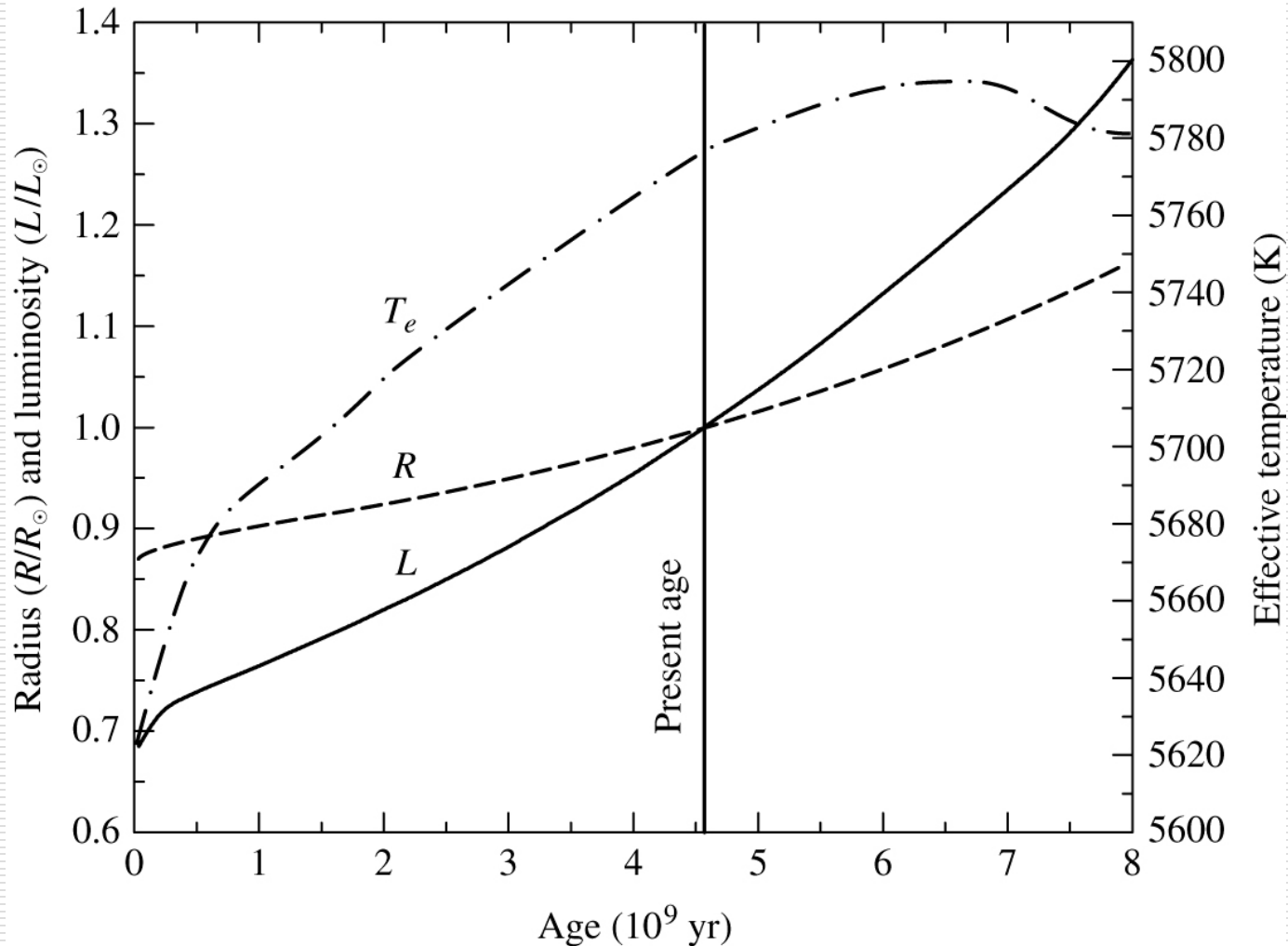
BUGÜN

Yarıçapın Değişimi

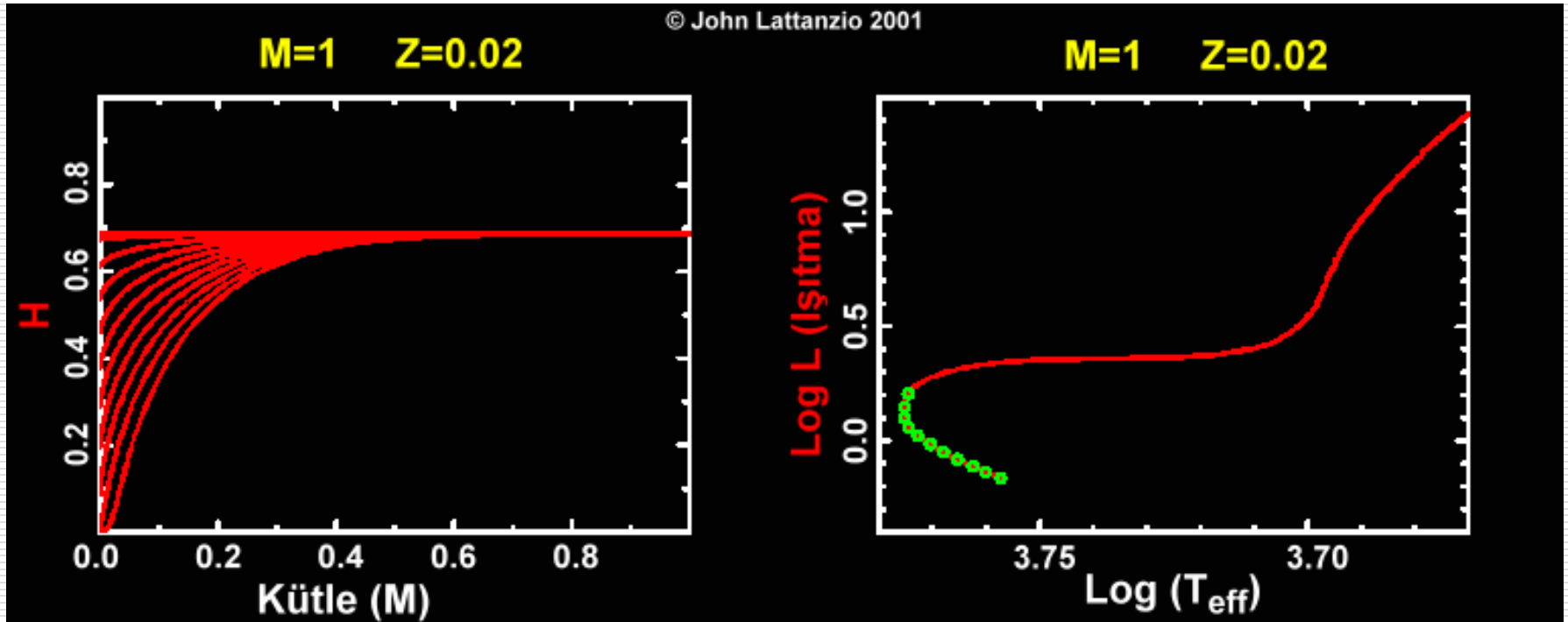
Yıldız
merkezinde
Helyum
bolluğunun
artması ile yıldız
yarıçapı büyür.



T, R ve L'nin Değişimi



Yüzey Sıcaklığında Değişim



Küçük Kütleli Yıldızlar

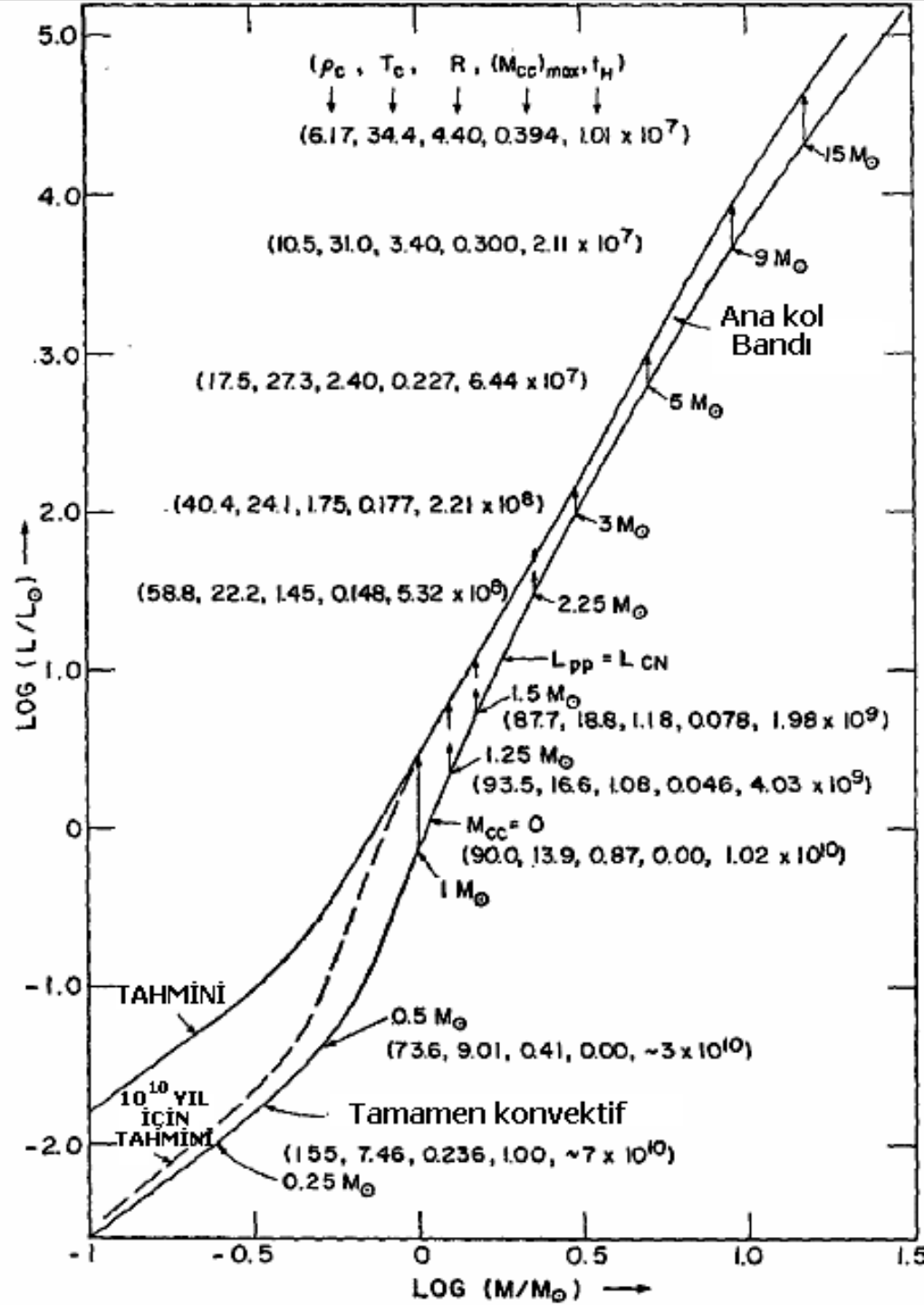
- Kırmızı cüceler: Kütleleri $M < 0.4 M_{\odot}$
- İçyapıları tamamen konvektif, H ve He homojen olarak dağılmış
- Hidrojenini çok yavaş yakar
- Helyum çekirdeği hiçbir zaman oluşmaz ve helyumunu yakamaz.
- Anakolda belki 100 milyar yıldan daha fazla yaşayabilir.
- Bir beyaz cüce veya kara cüce olarak söner.

Ana Kol Bandı

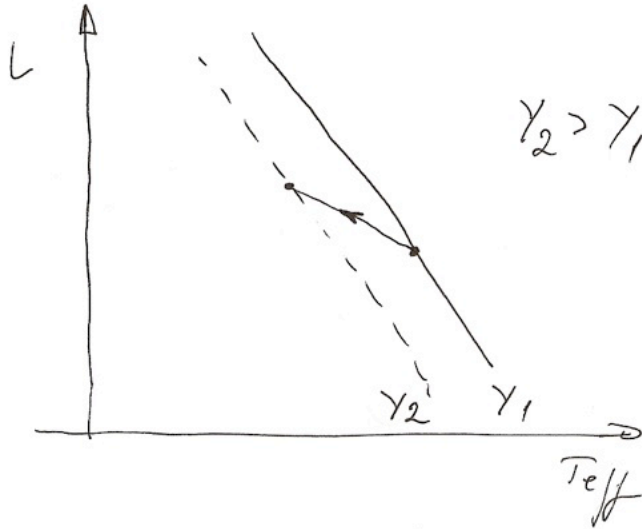
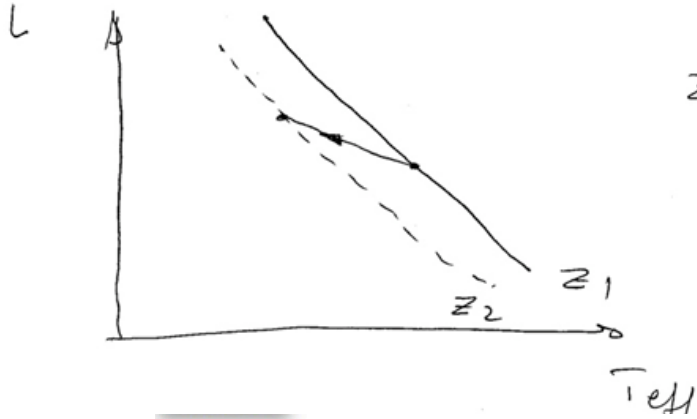
$$P_g = \frac{\rho k T}{\mu m_H} \quad L = \frac{4\pi c G}{K} M$$

$$\frac{dT}{dr} = - \frac{3}{4} \frac{\kappa \rho}{ac T^3} \frac{L_r}{4\pi r^2}$$

Ana kol bandı nasıl oluşuyor?



Metal Oranının Etkisi....



Eğer z büyük ise o zaman donukluk ve OMA artar.

Donukluk OMA'ya göre çok daha fazla artar işte bu yüzden ısıtma azalır ve Stefan-Boltzmann yasasına göre sıcaklık azalır.

Metalisitenin Etkisi....

