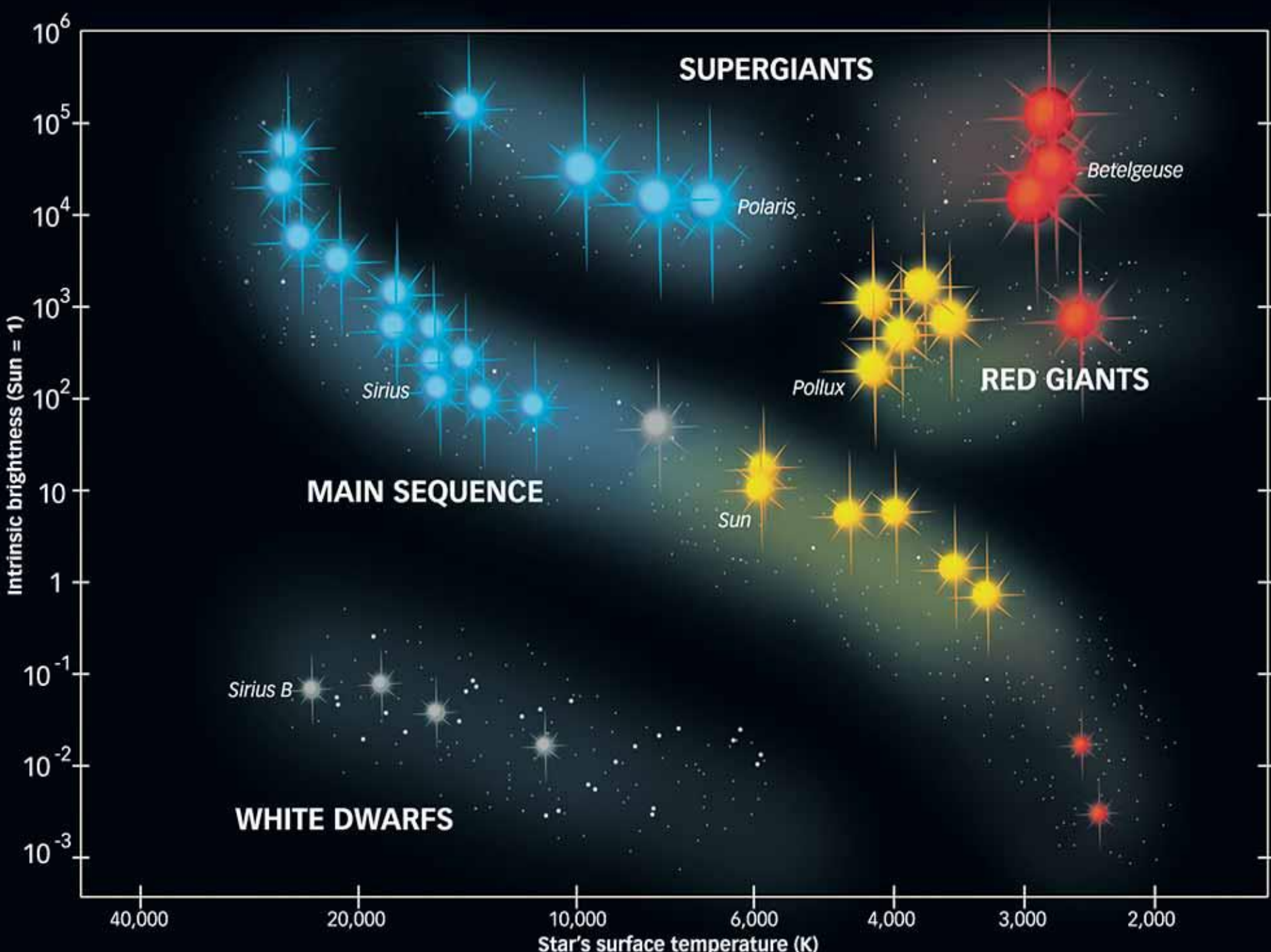


AST202 Astronomi II

Doç. Dr. Tolgahan KILIÇOĞLU

9. Konu

Hertzsprung-Russell Çizeneđi



H-R DİYAGRAMI

Bir yıldızın Hertzsprung-Russell diyagramındaki yeri biliniyorsa, o yıldızın;

- *Etkin Sıcaklığı*
- *Renk ölçeği*
- *Tayf Türü*
- *Işınım sınıfı*
- *Toplam ışınım gücü*
- *Mutlak parlaklığı*
- *Yüzey çekim ivmesi*
- *Uzaklığı*
- *Kütlesi*
- *Yarıçapı (süperdev/dev/cüce/beyaz cüce olduğu)*
- *Yaşı*
- *Kabaca kimyasal bileşimi*
- *Evrimsel durumu*
- *Değişen yıldız olma ihtimali*
- *Ne zaman doğduğu*
- *Ne zaman neye dönüşeceği*
- *Ne zaman ve nasıl öleceği*
- *Öldükten sonra ne olacağı (karadelik, nötron yıldızı, beyaz cüce, süpernova, vd...)*

biliniyor demektir.

H-R DİYAGRAMI

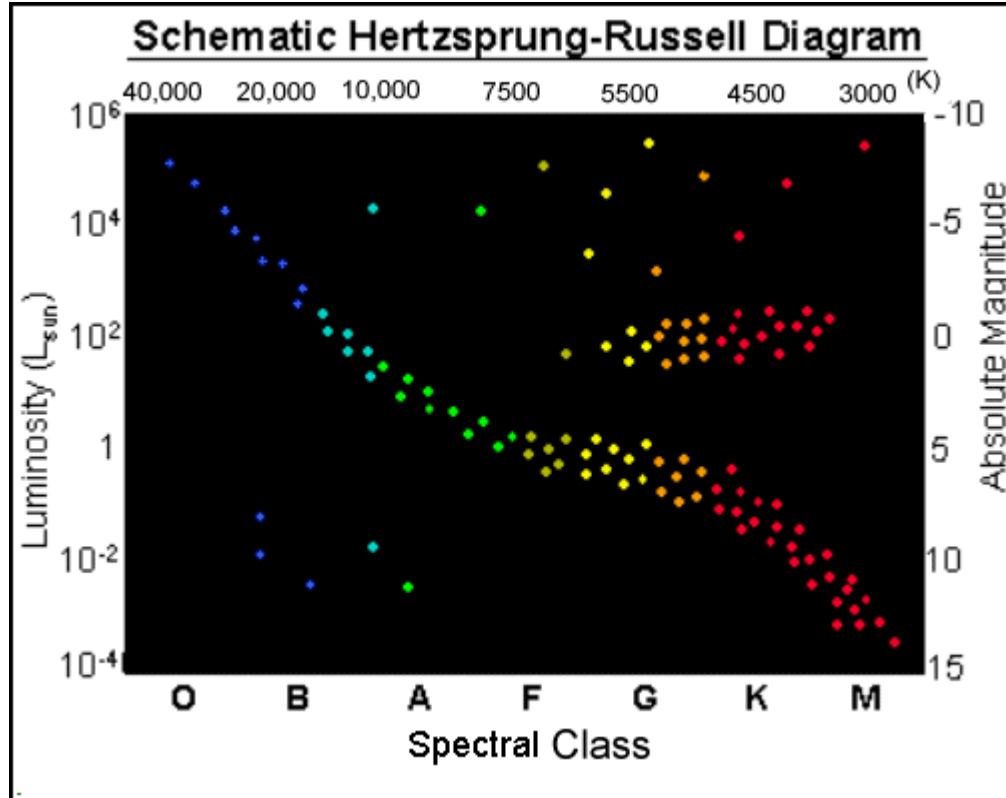
Bir yıldızın Hertzsprung-Russell diyagramındaki yeri biliniyorsa, o yıldızın;

- *Etkin Sıcaklığı*
- *Renk ölçeği*
- *Tayf Türü*
- *Işınım sınıfı*
- *Toplam ışınım gücü*
- *Mutlak parlaklığı*
- *Yüzey çekim ivmesi*
- *Uzaklığı*
- *Kütlesi*
- *Yarıçapı (süperdev/dev/cüce/beyaz cüce olduğu)*
- *Yaşı*
- *Kabaca kimyasal bileşimi*
- *Evrimsel durumu*
- *Değişen yıldız olma ihtimali*
- *Ne zaman doğduğu*
- *Ne zaman neye dönüşeceği*
- *Ne zaman ve nasıl öleceği*
- *Öldükten sonra ne olacağı (karadeliğ, nötron yıldızı, beyaz cüce, süpernova, vd...)*

biliniyor demektir.

H-R DİYAGRAMI

1911 de *Hertzprung* ve 1913 te *Russell*, salt parlaklığı bilinen (dolayısıyla uzaklıkları) yıldızların tayf türleri ile salt parlaklıkları arasında bir bağıntı olup olmadığını araştırdılar. Bunun için *apsise tayf türü ordinata salt parlaklıkları koydular*. Gördüler ki yıldızlar bu diyagramda gelişigüzel dağılmamışlar, fakat genel olarak iki kol etrafında toplanmışlardır. Bunlardan uzun olanına *anakol (veya cüceler kolu)*, yatay olanına da *devler kolu* denir. Diyagrama dikkat edersek, yaklaşık F türünden sonra aynı tayf türüne dolayısıyla aynı sıcaklığa sahip dev yıldızları anakol yıldızlarından daha parlaktır.



H-R DİYAGRAMI

Mademki salt parlaklık birim zamanda birim yüzeyden salınan enerjiye (yani Stefan-Boltzman Kanununa göre T ye) ve ışıyım yapan alana bağlıdır, o halde daha parlak olan yıldızların ışıyım yapan yüzeyleri daha az parlak olanlarınkinden daha büyüktür. *Yarıçaplar arasındaki fark öyle olmalıdır ki gözlenen parlaklık farkını açıklayabilsin. Bir ana kol ve bir dev yıldızın yarıçapları arasındaki oranı bulalım: örnek olarak M_0 türünden bir cüce ve bir dev yıldız alalım. Diyagramda bunların salt kadirleri arasındaki fark 10^m dir. Pogson formülünden, parlaklıkları arasındaki oran bulunur:*

$$10 = -2.5 \log \frac{L_1}{L_2}; \quad \log \frac{L_1}{L_2} = -4; \quad \frac{L_2}{L_1} = 10^4$$

İki yıldızın sıcaklıkları aynı, dolayısıyla salma güçleri aynı ise,

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{4\pi R_2^2 \sigma T_e^4}{4\pi R_1^2 \sigma T_e^4} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = 10^4; \quad \frac{R_2}{R_1} = 10^2$$

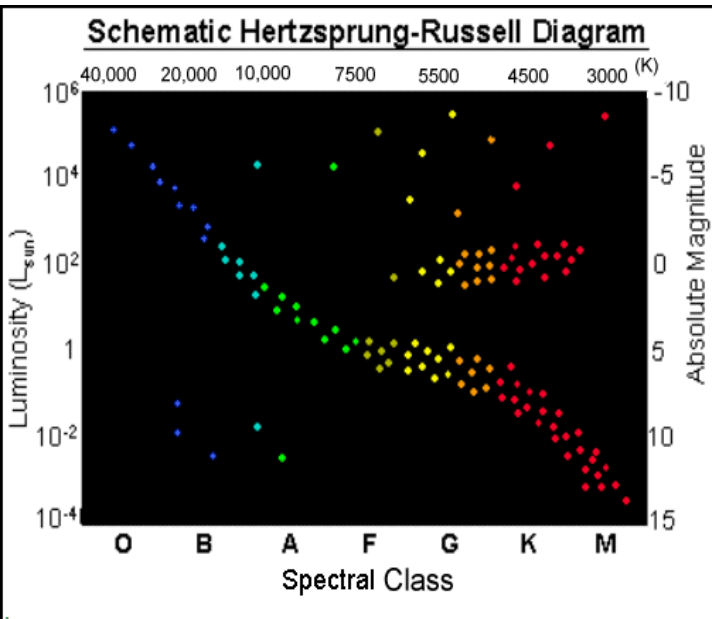
yarıçapları oranı 10^2 ye eşittir. Böylece iki yıldızın hacimleri oranı 10^6 olacaktır. Bu nedenle diyagramdaki kollara ana kol ve devler adı verilmiştir.

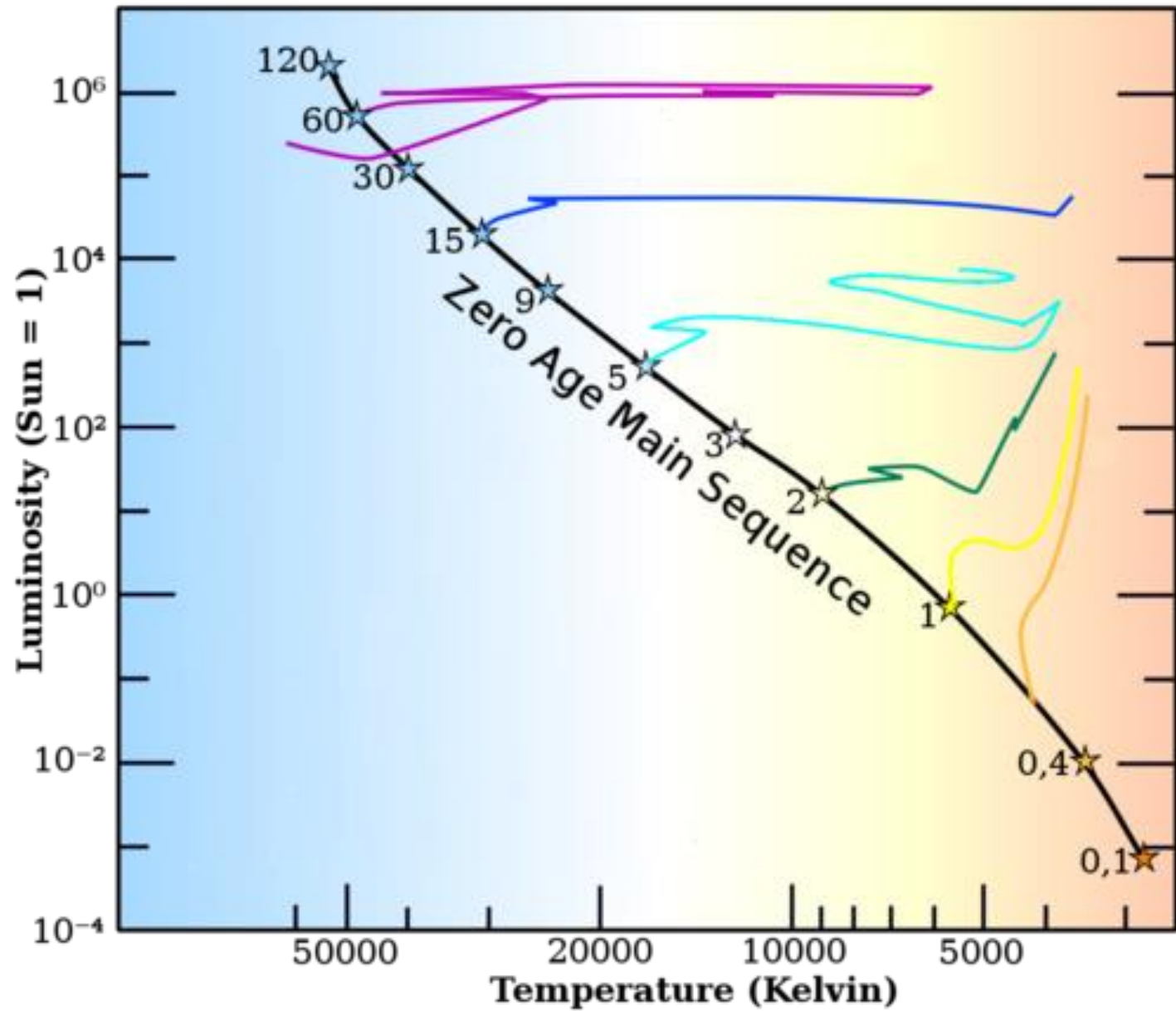
H-R DİYAGRAMI

Yıldızların bazılarının kütleleri bulunmuş ve görülmüştür ki kütle yıldızdan yıldıza fazla değişmez. Yıldızların çoğunun kütleleri $1/10M_{\odot}$ ve $10M_{\odot}$ arasındadır. Halbuki yukarıda görüldüğü gibi hacimler arasında büyük bir fark vardır. Bu bizi şu sonuca götürüyor: Dev yıldızların yoğunluğu az, yarıçapları ve parlaklıkları büyüktür.

Sonuç olarak Hertzsprung-Russel diyagramı, özellikleri birbirinden tamamen farklı iki grup yıldızın varlığını ortaya koyuyor. İki grup arasındaki farklılık, F tipinden itibaren daha geri tiplere doğru daima daha büyük hale gelmektedir

Şekilden görüldüğü gibi anakol ile devler arasında Hertzsprung boşluğu denen bir boşluk vardır. Dev kolunun da üzerinde bir başka grup yıldız yer almıştır. Bunlara da süper dev yıldızlar denilir. Tam zıt köşede az sayıda yıldızın meydana getirdiği bir grup daha vardır. Bunların parlaklıkları, yüksek yüzey sıcaklıklarına rağmen, aynı sıcaklıktaki anakol yıldızlarınınkinden çok küçüktür. Bunlara da beyaz cüceler denir. F, G ve K anakol yıldızları ile, devler arasında çok sayıda dağınık yıldız bulunur, bunlara da alt devler denir. Önemli olan, bazı bölgelerde hiç yıldız bulunmayışıdır. Örneğin anakol ve beyaz cüceler arasında büyük bir boşluk vardır. M tayf türünün daha ilerisinde dev/süperdev yıldızların da olmadığı görülmektedir.



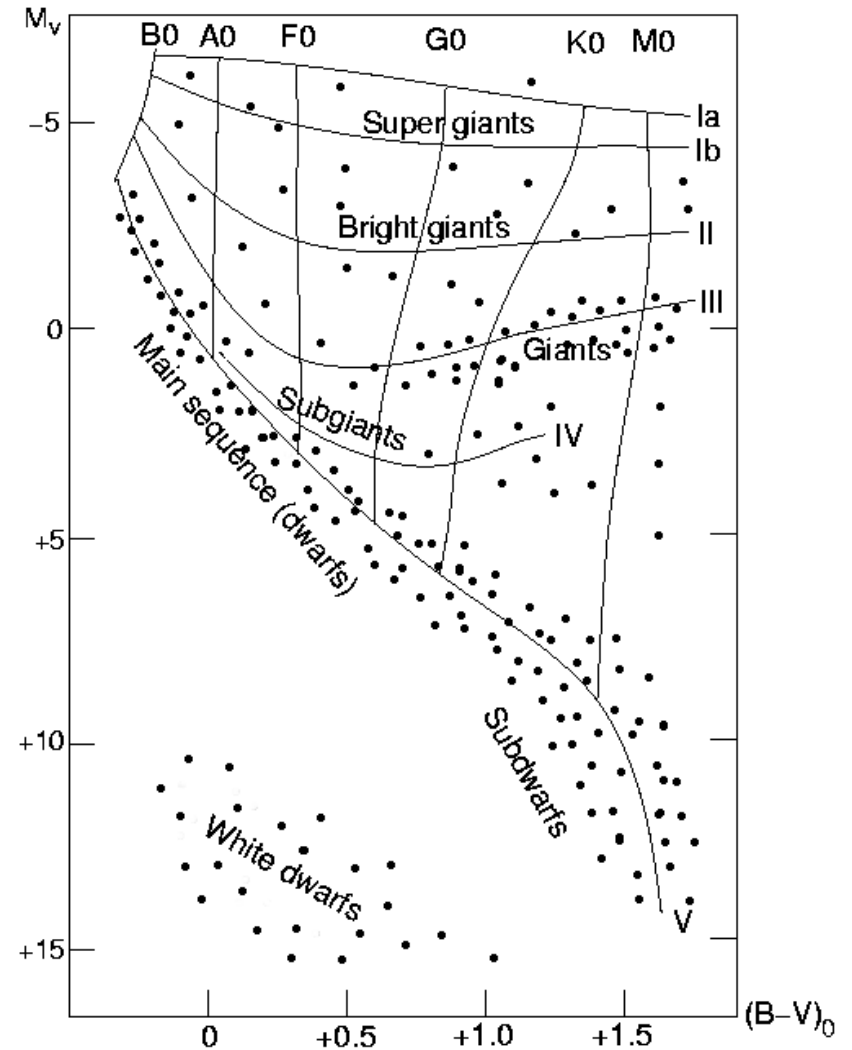
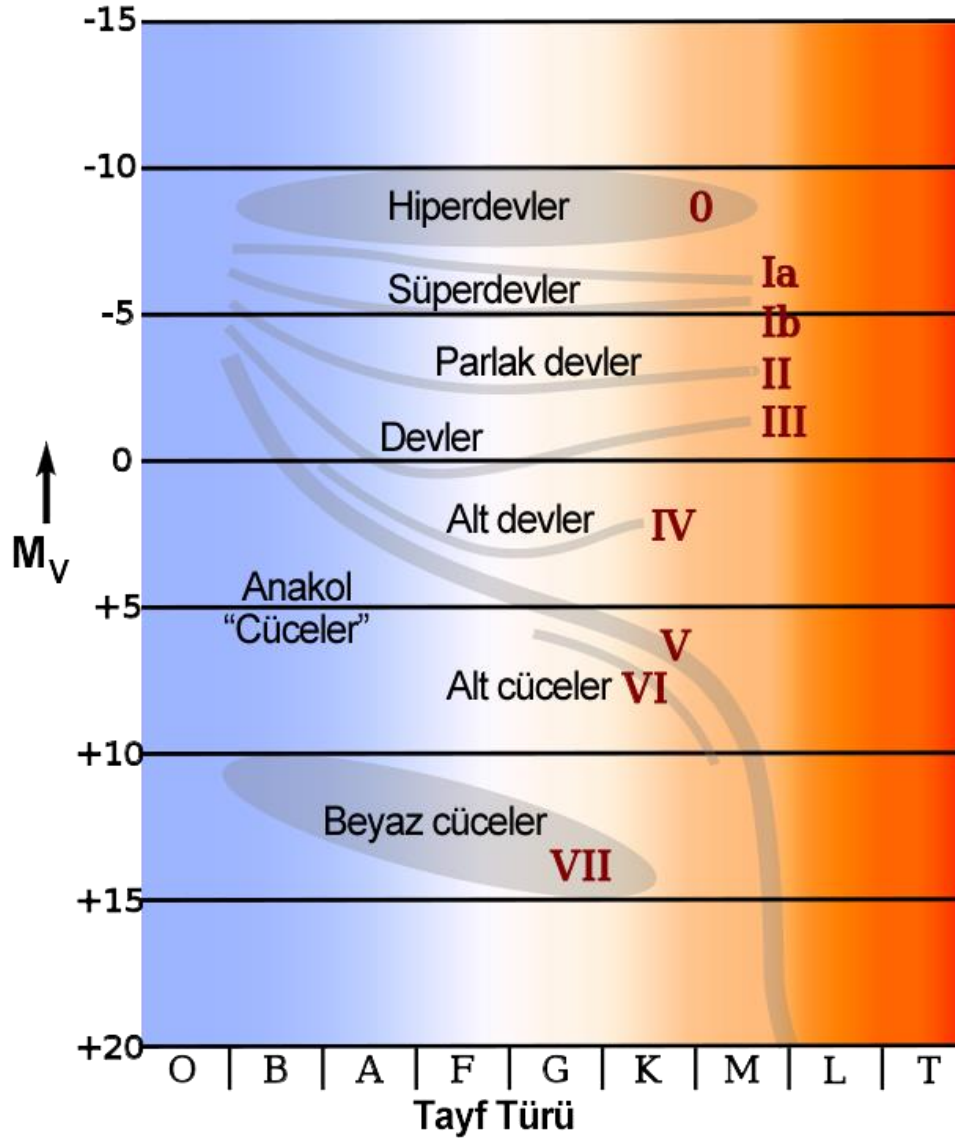


H-R DİYAGRAMI

Aynı tayf türünden olan yıldızları, parlaklık farklarına göre de ayırmak için, Morgan, Keenan ve Kellman bir parlaklık sınıflaması yaparak tayfsal sınıflamayı iki boyutlu bir sınıflama haline getirmişlerdir. Her tayfsal sınıfa bir de parlaklık sınıfı ekleyen bu sınıflamaya MKK sistemi denir. Aşağıdaki şemada görüleceği gibi, parlaklık sınıfını ayırmak üzere romen rakamları kullanılır:

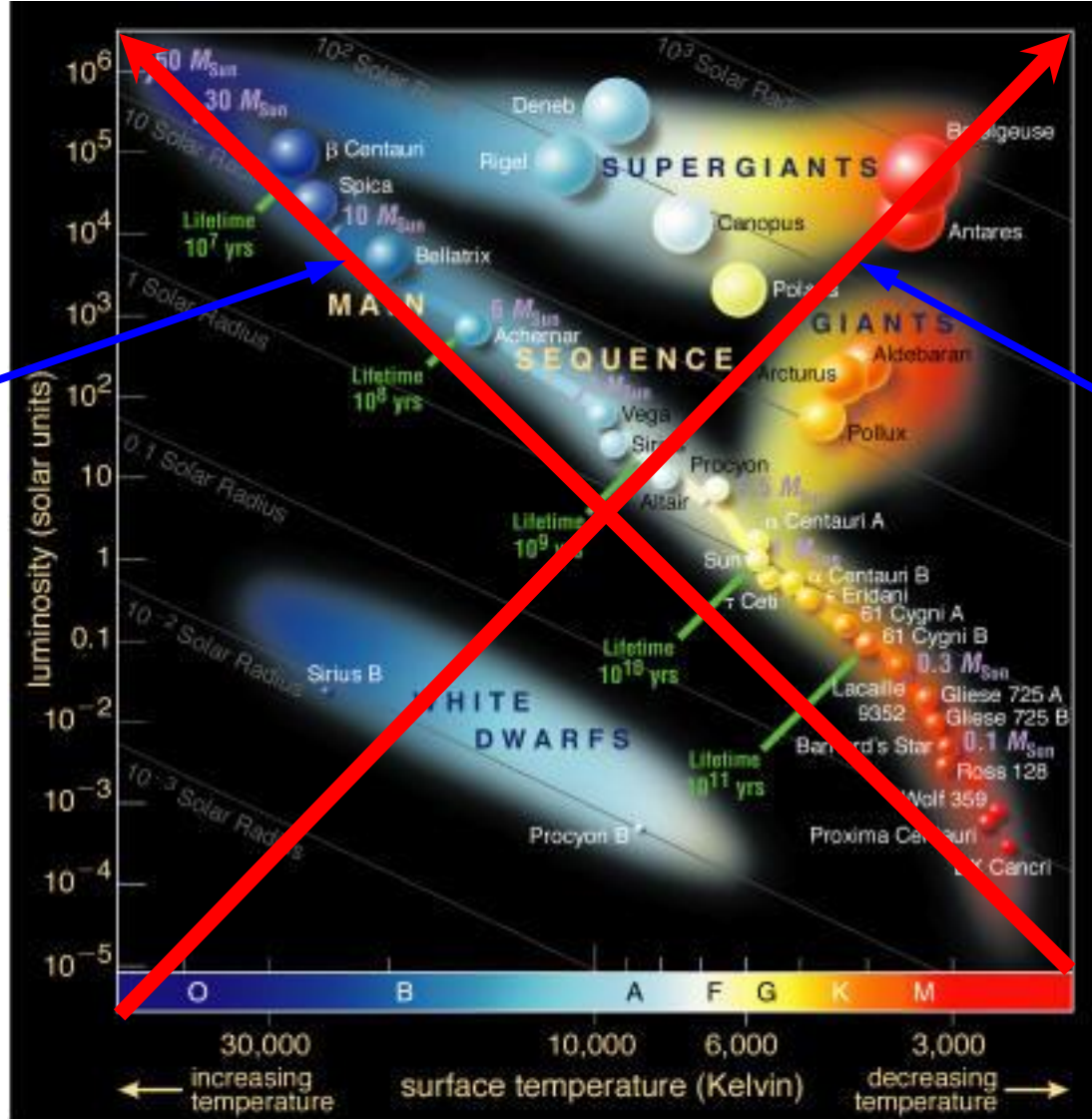
<u>Işınım Sınıfı</u>	<u>Özelliği</u>
0, Ia ⁺	Hiperdevler
Ia	Çok parlak süperdevler
Ib	Az parlak süperdevler
II	Parlak Devler
III	Devler
IV	Alt devler
V	Anakol yıldızları (cüceler)
VI	Alt cüceler
VII	Beyaz cüceler

H-R DİYAGRAMI



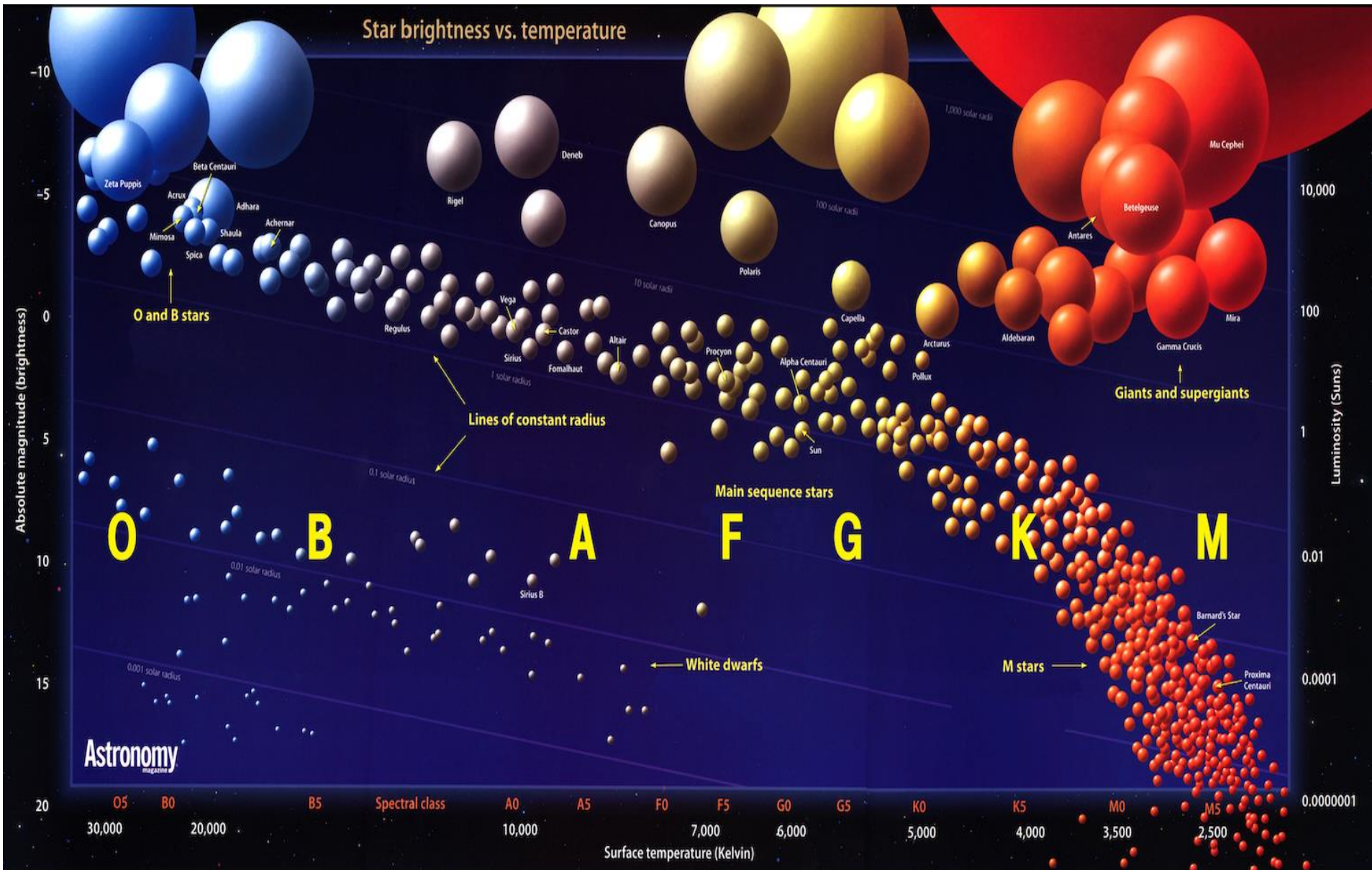
H-R DİYAGRAMI

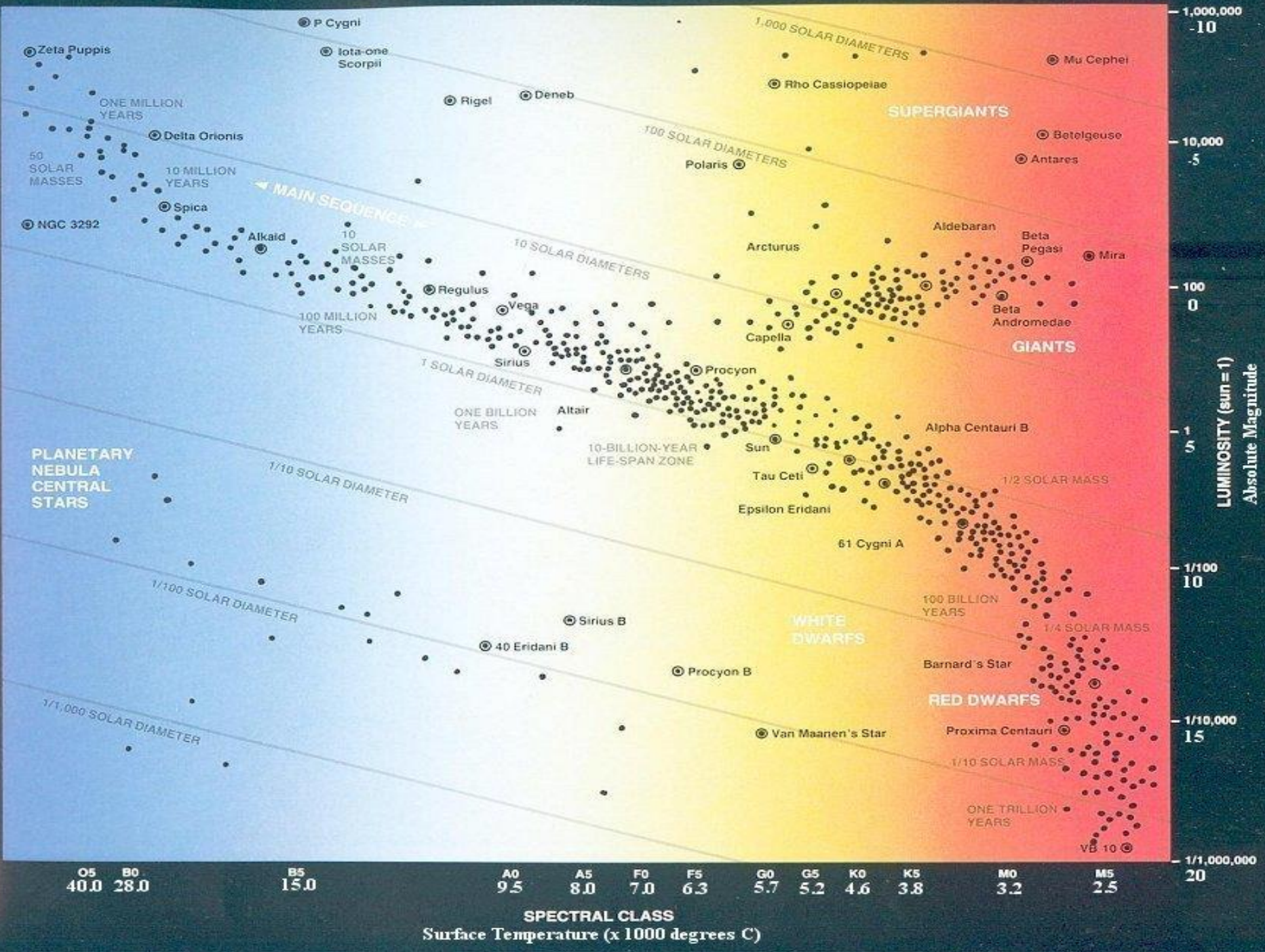
Kütle Artış
Yönü

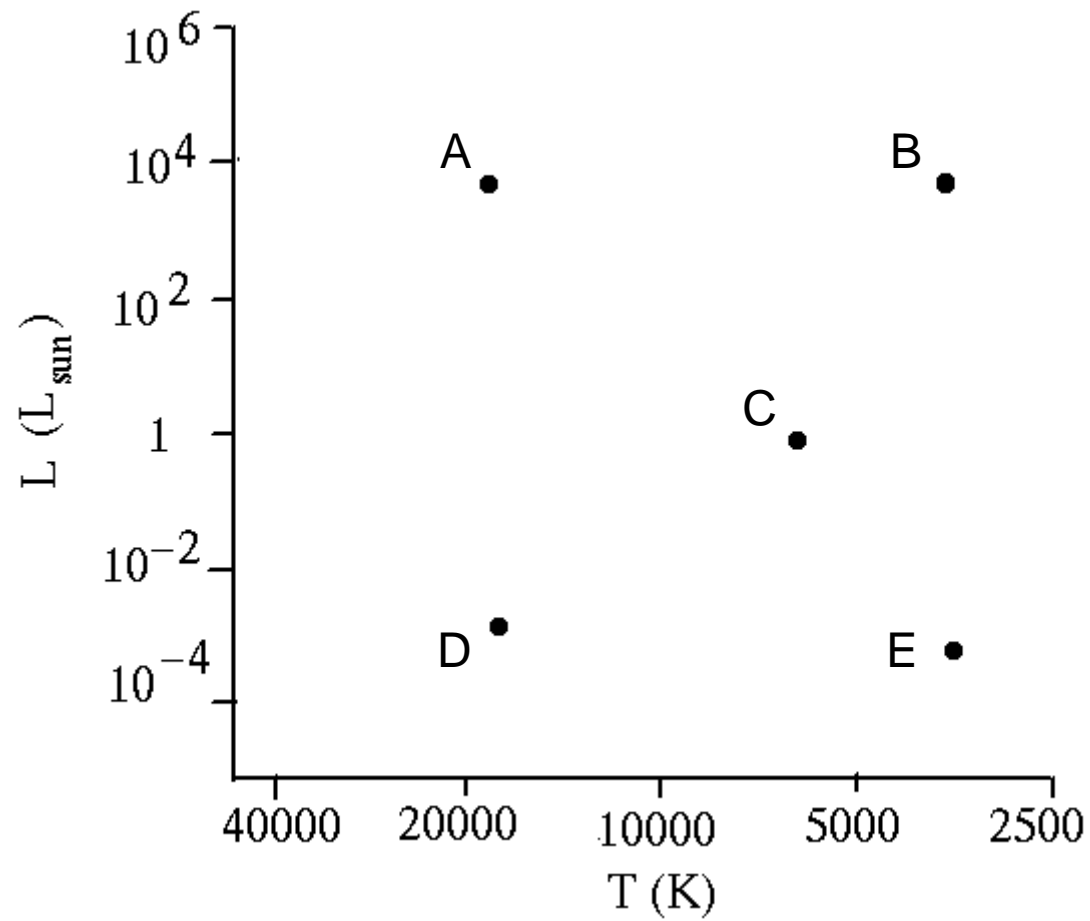


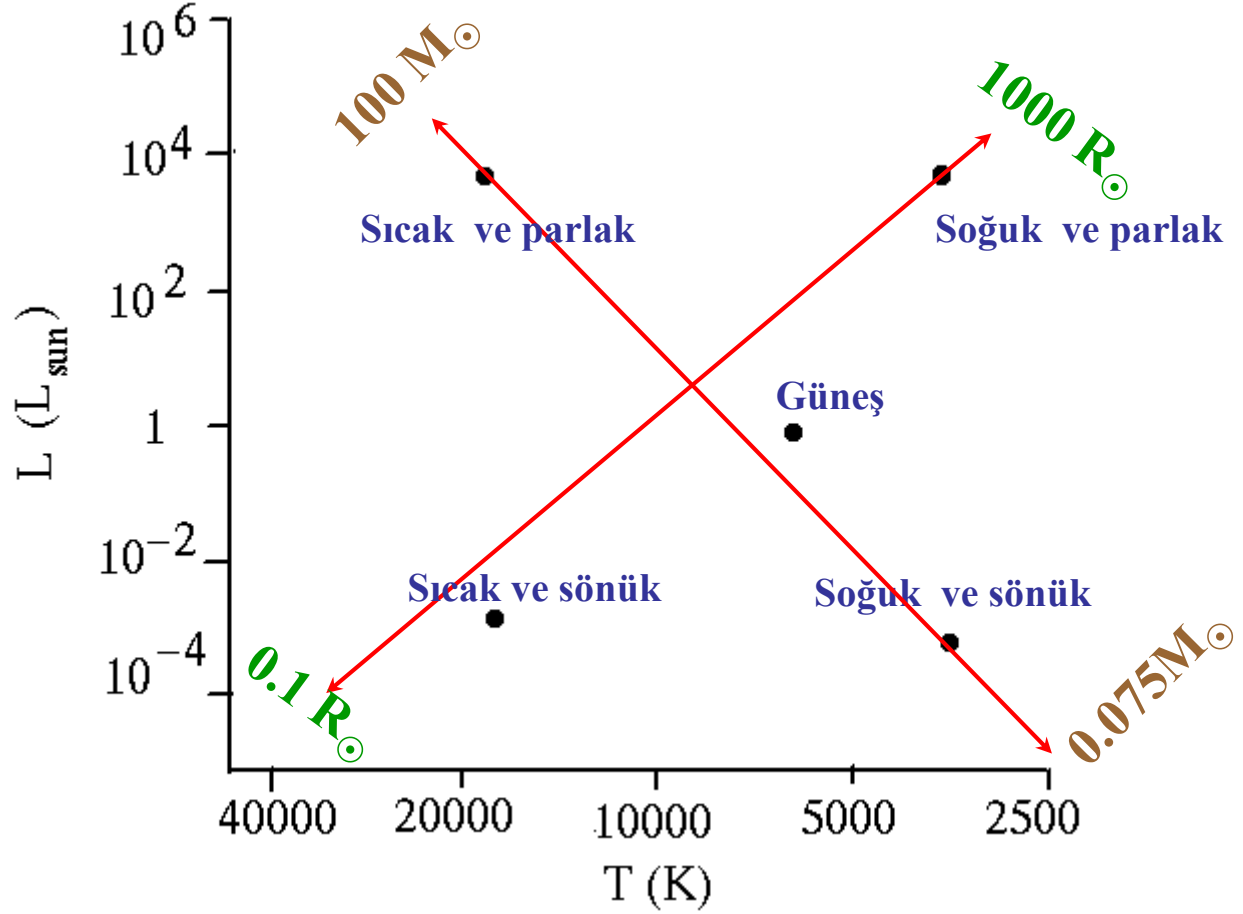
Yarıçap Artış
Yönü

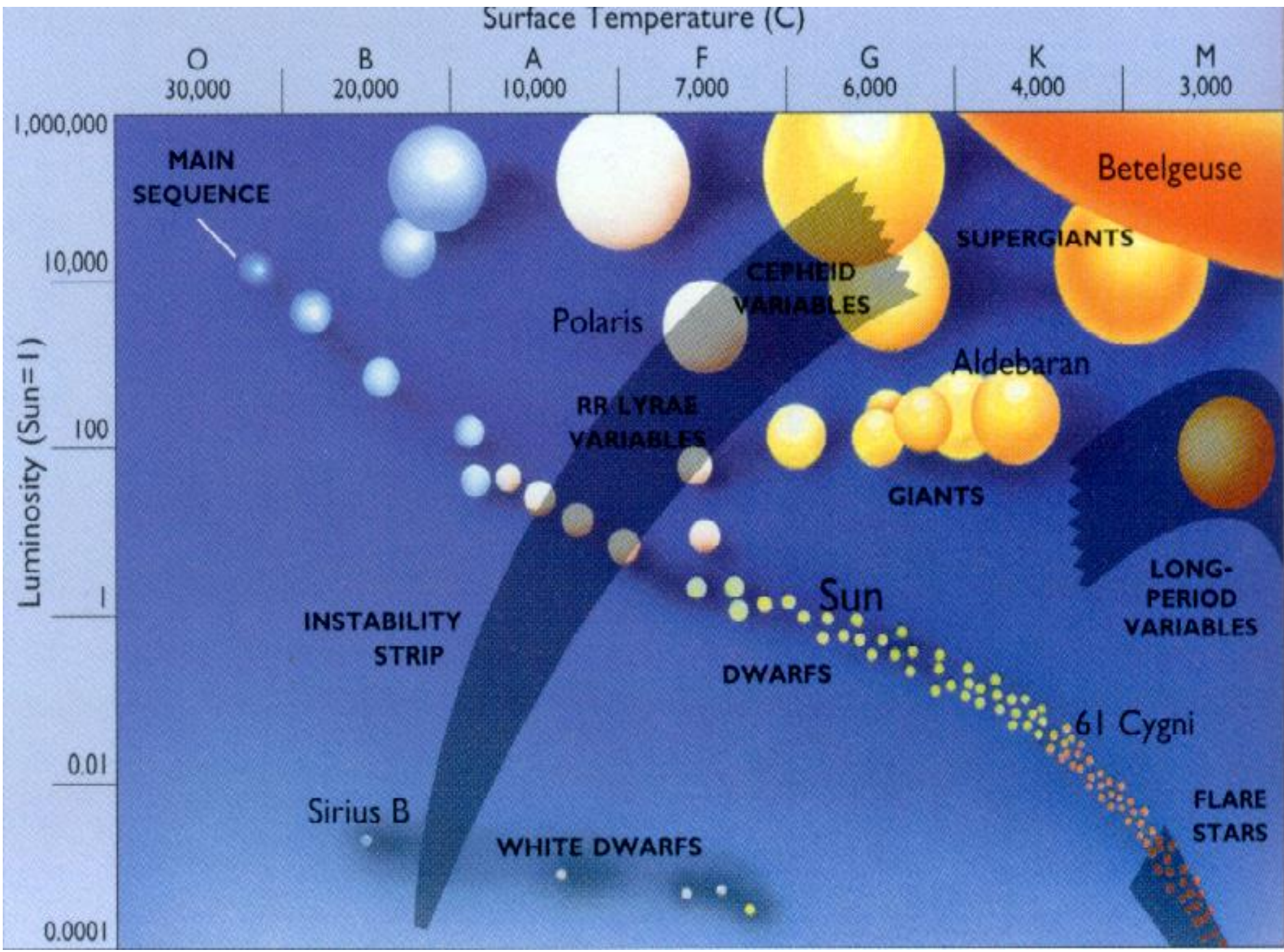
H-R DIYAGRAMI







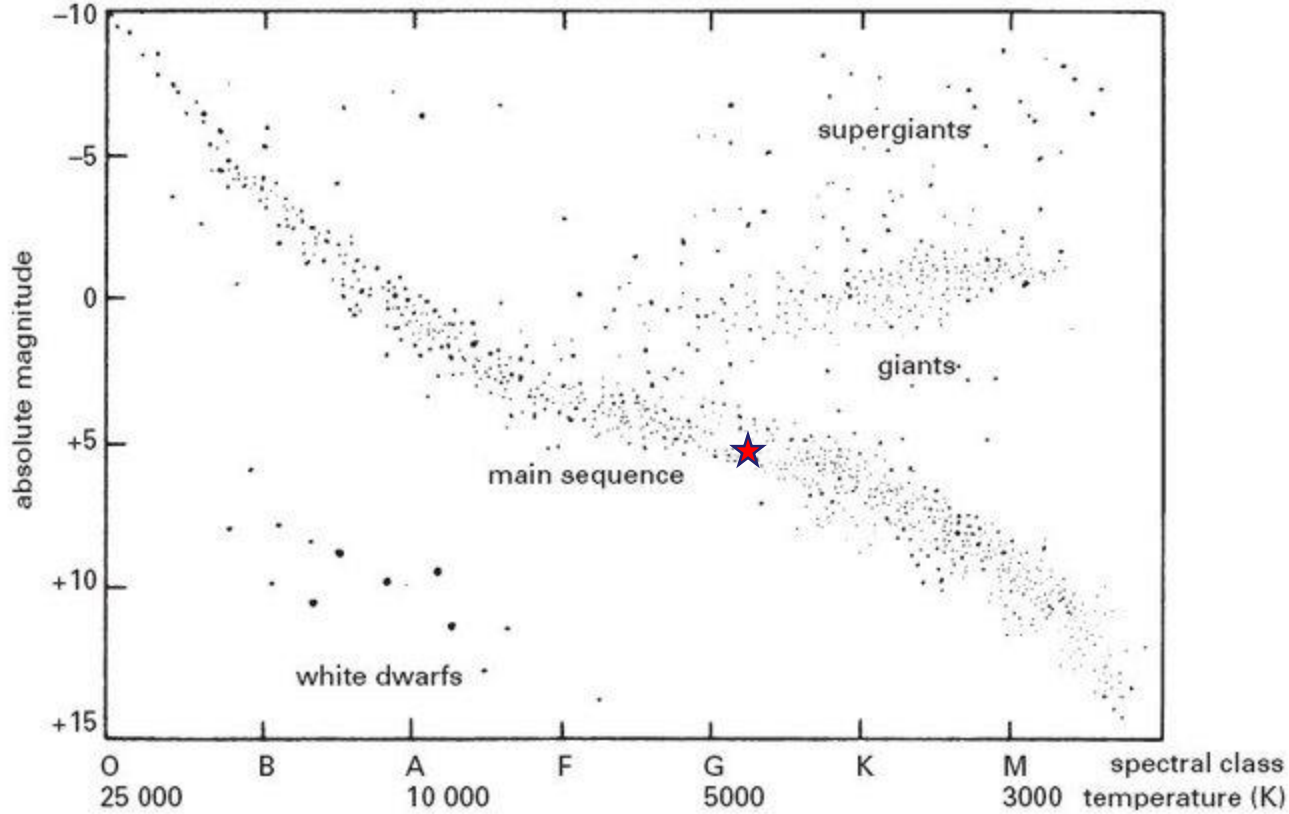






Griffith Gözlemevi
Los Angeles

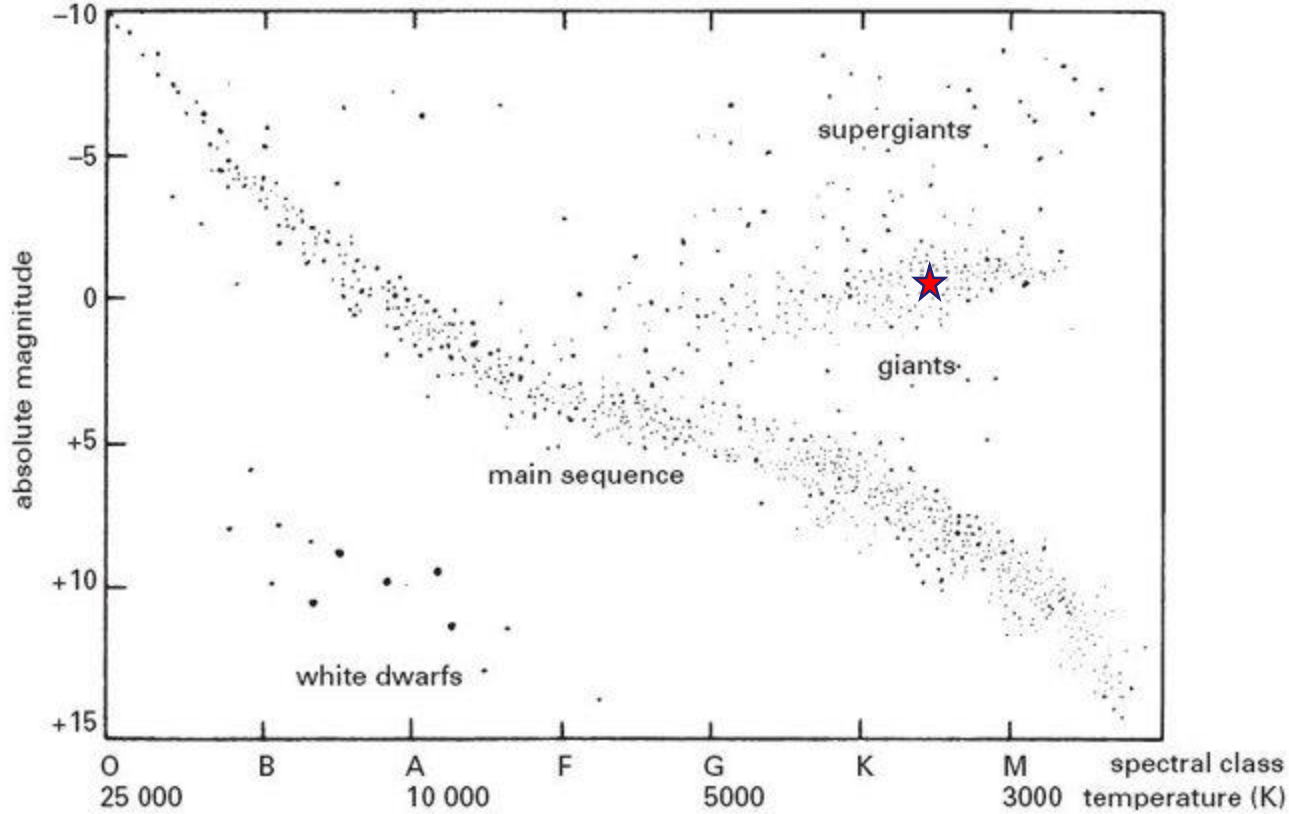
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) O5 Ia
- b) K2 III
- c) G2 V
- d) A5 IV
- e) F8 II

Hertzsprung-Russell diagram

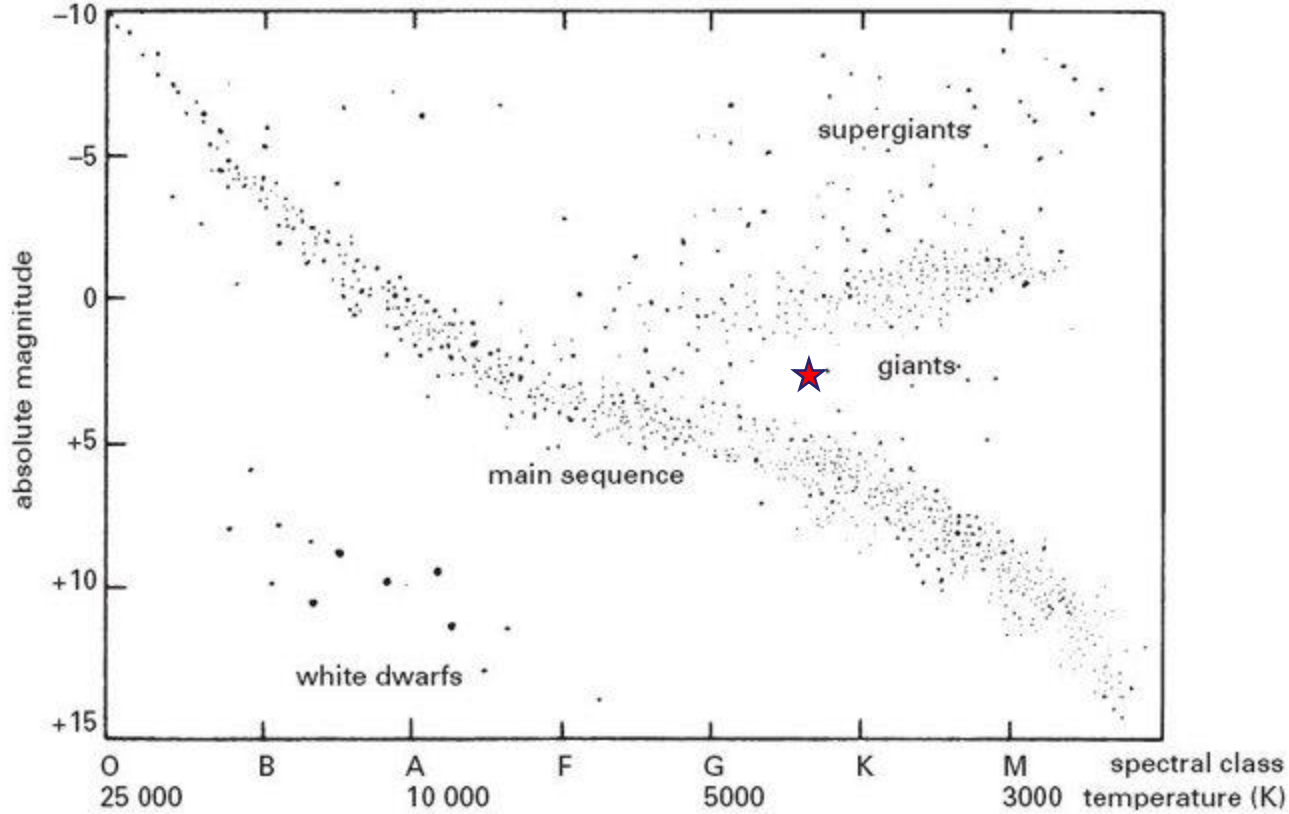
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) B2 III
- b) K5 III
- c) A7 Ia
- d) O6 V
- e) G8 VI

Hertzsprung-Russell diagram

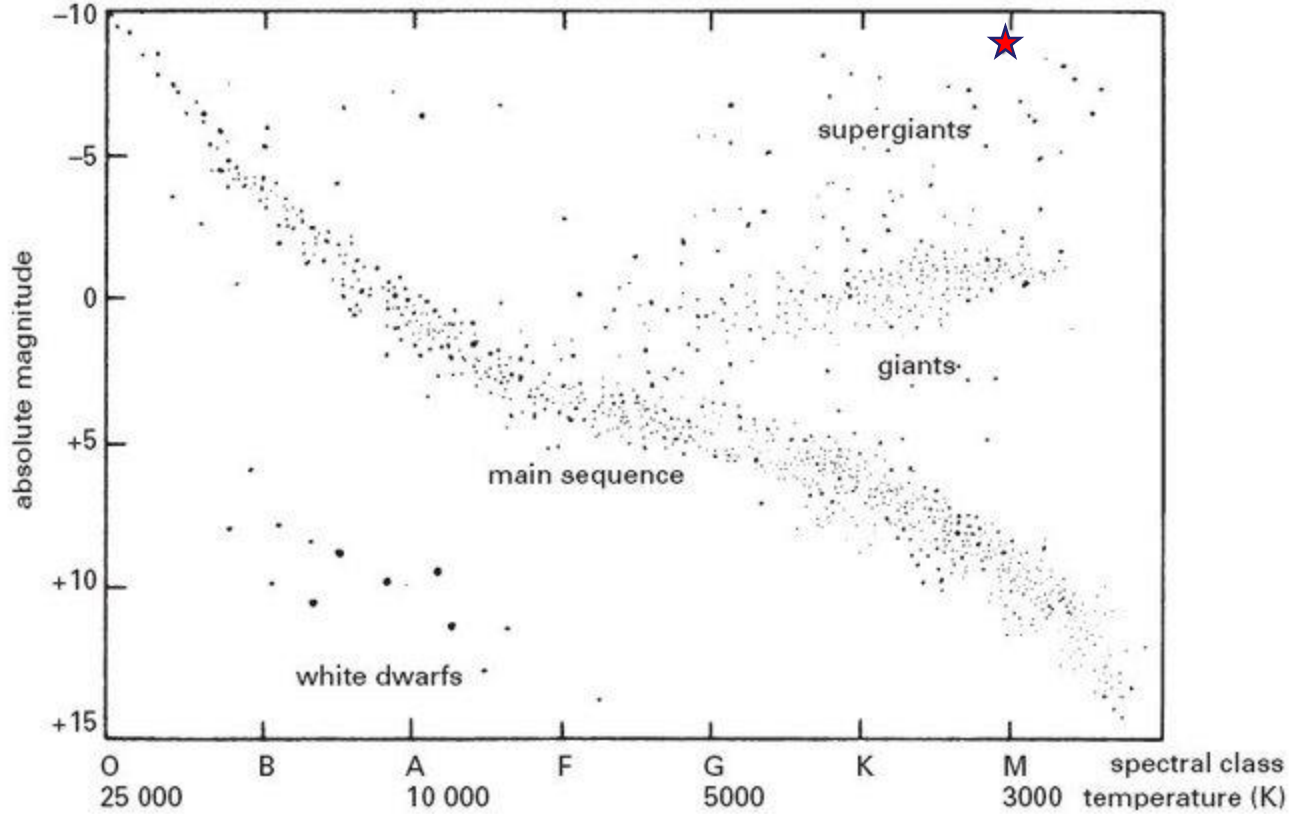
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) G8 III
- b) K0 V
- c) G7 IV
- d) G8 VI
- e) G7 II

Hertzsprung-Russell diagram

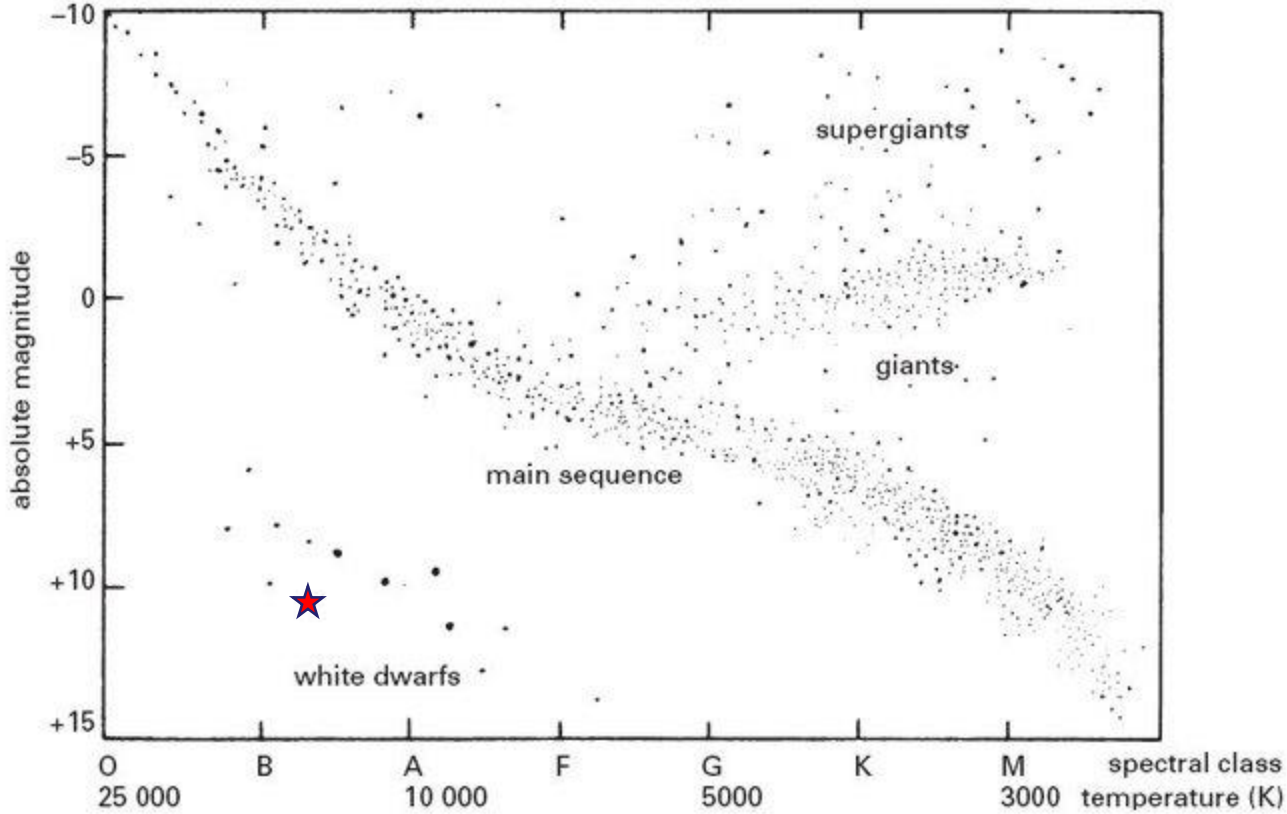
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) M0 III
- b) K9 Ib
- c) M0 VII
- d) K9 Ia⁺
- e) G8 V

Hertzsprung-Russell diagram

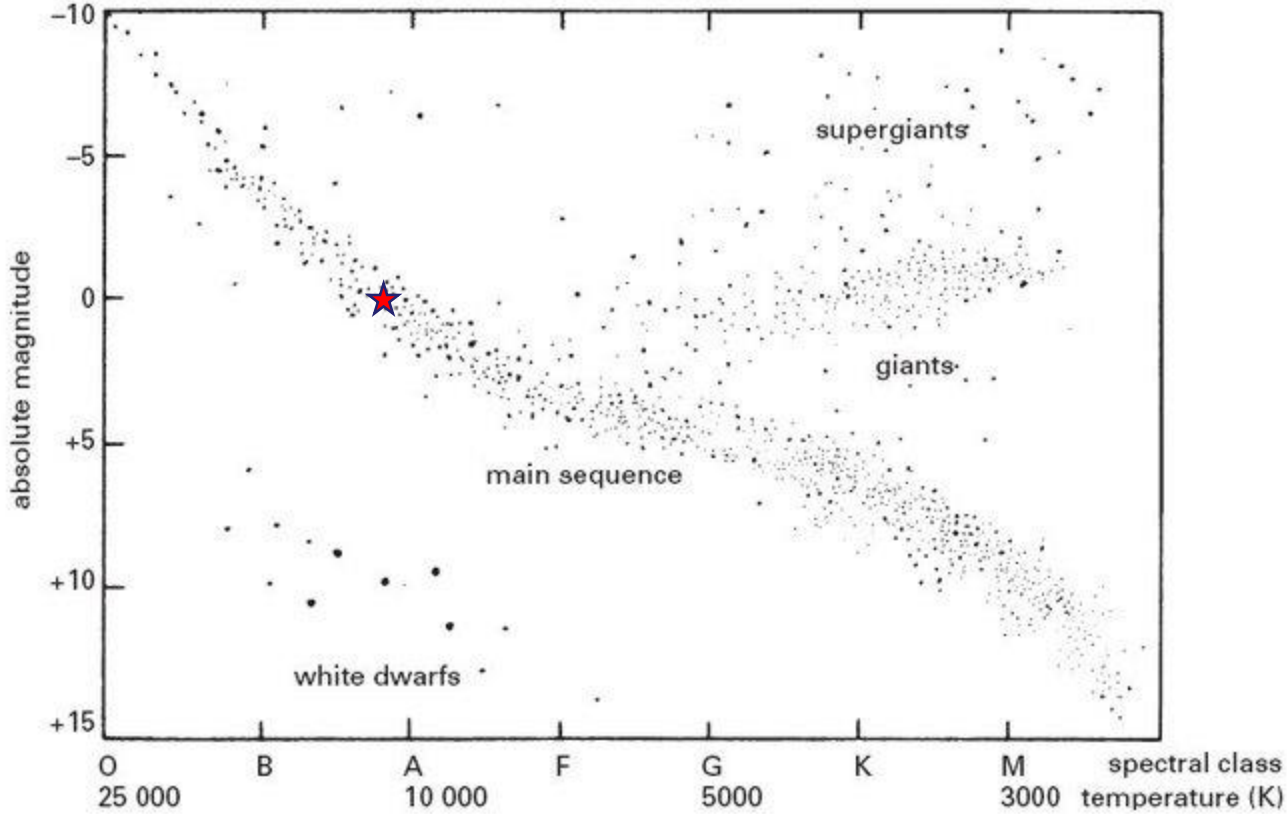
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) B3 VII
- b) B2 VI
- c) B4 III
- d) B3 Ia
- e) B5 V

Hertzsprung-Russell diagram

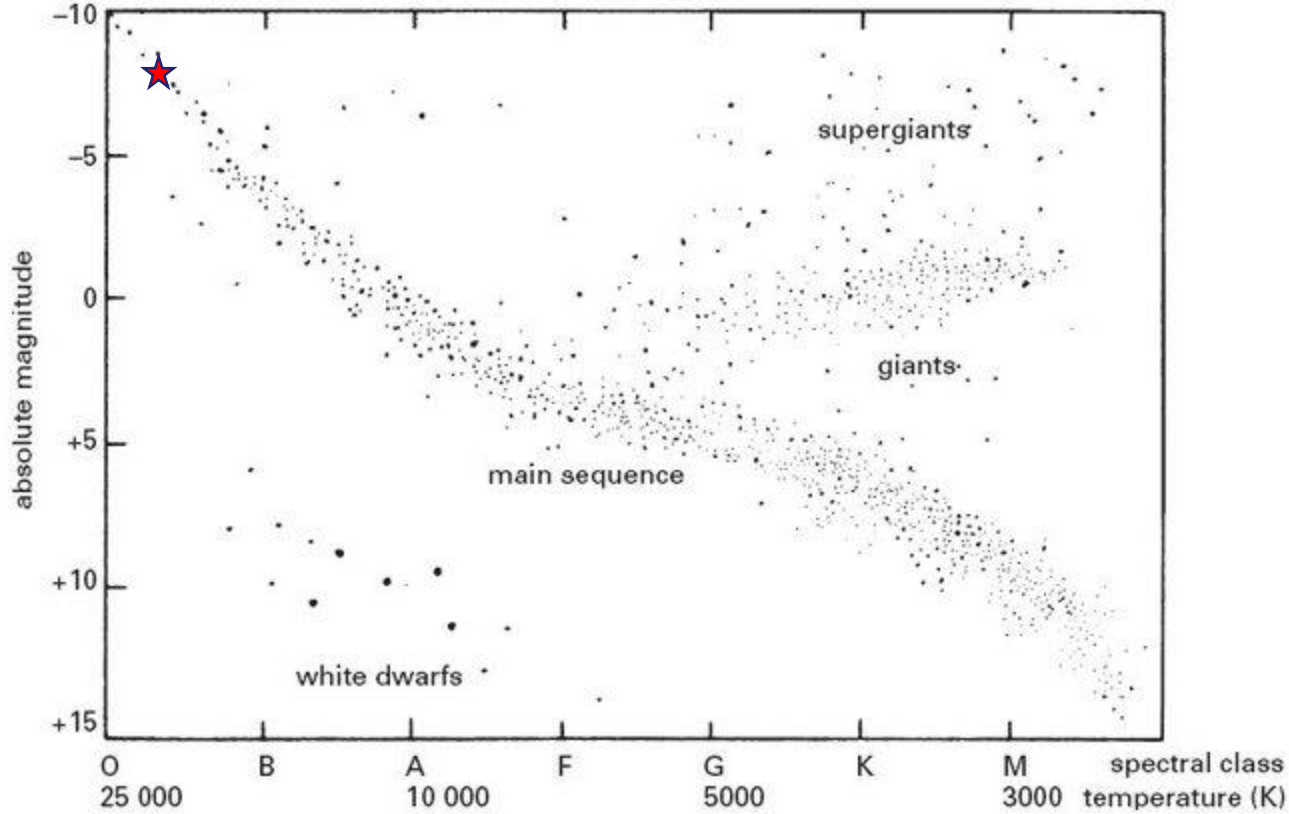
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) A0 IV
- b) B7 II
- c) A0 III
- d) B6 VI
- e) B8 V

Hertzsprung-Russell diagram

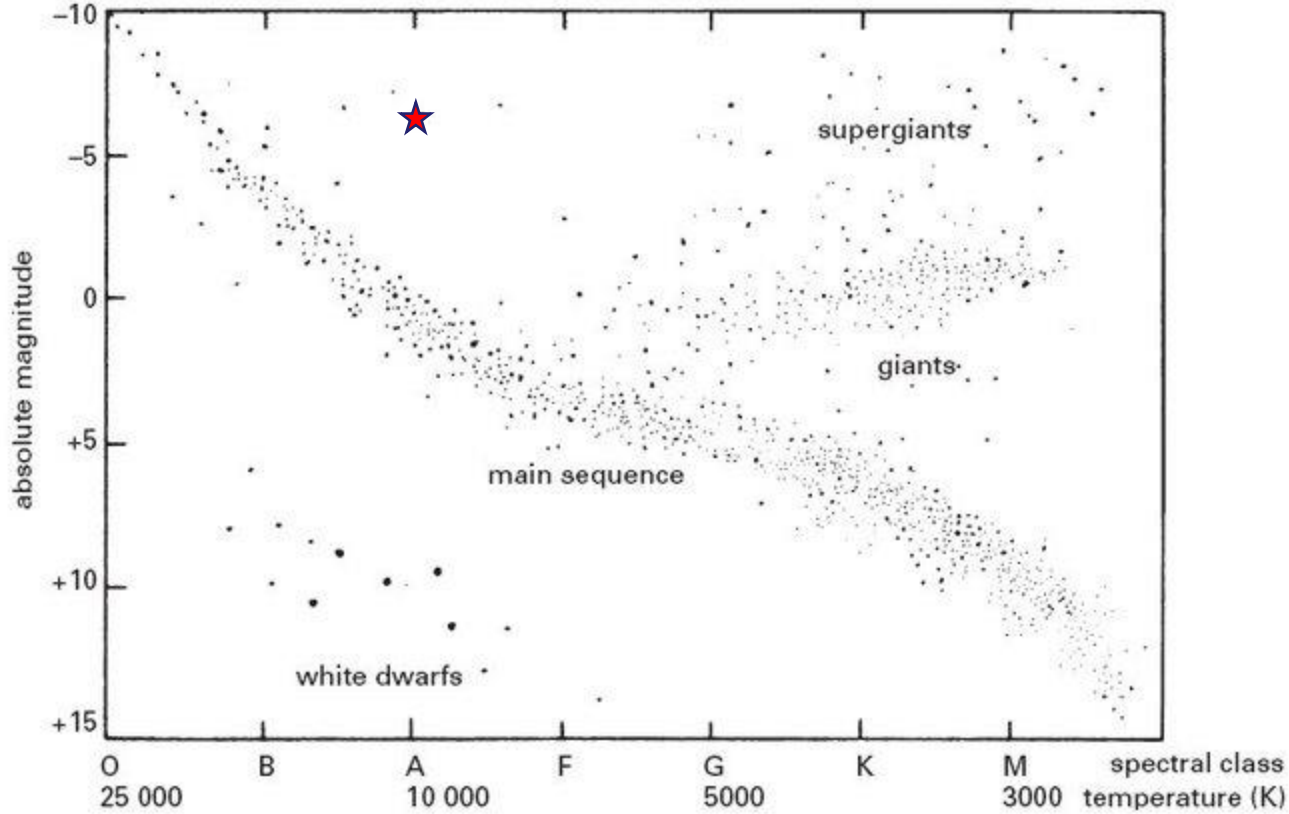
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) O3 Ib
- b) O4 II
- c) O3 III
- d) O4 IV
- e) O3 V

Hertzsprung-Russell diagram

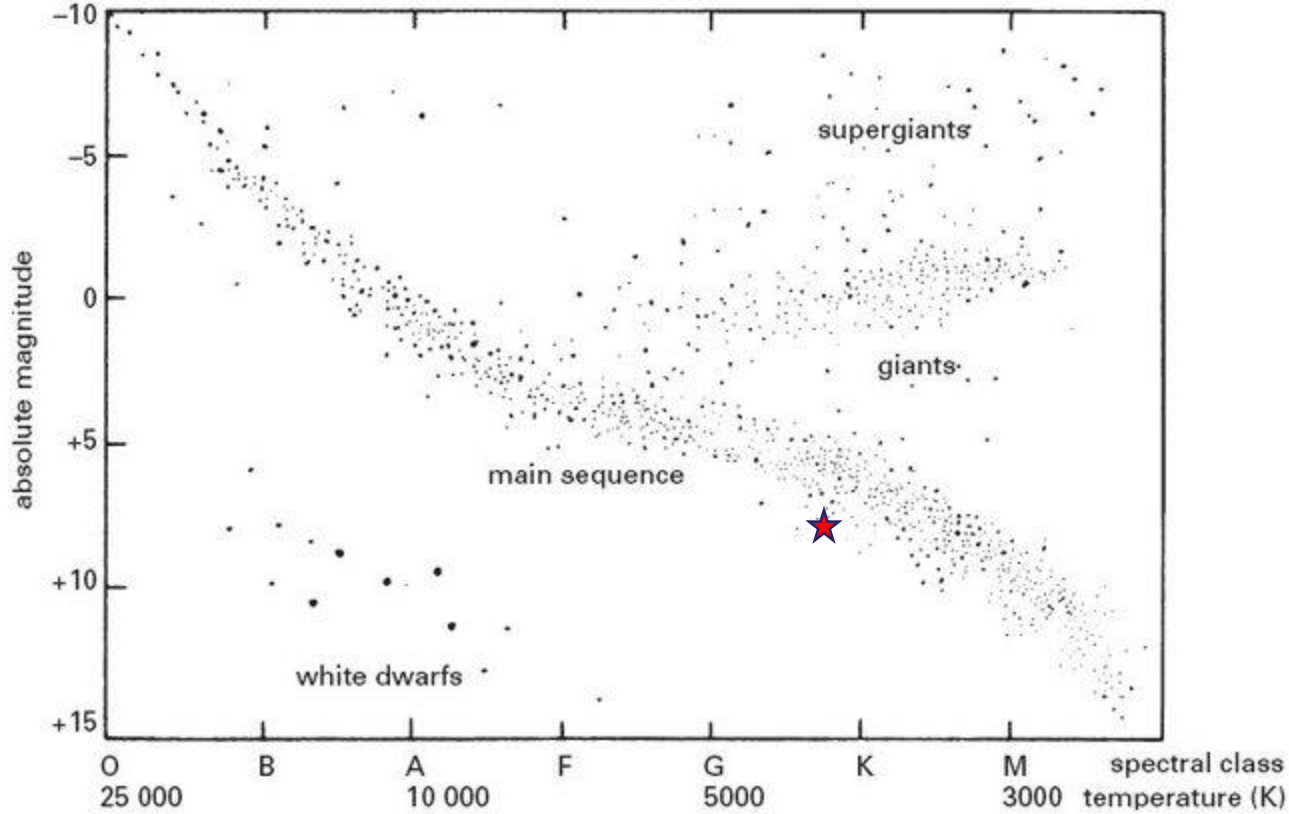
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) B5 Ia
- b) B0 III
- c) A0 Ib
- d) A5 V
- e) B9 VII

Hertzsprung-Russell diagram

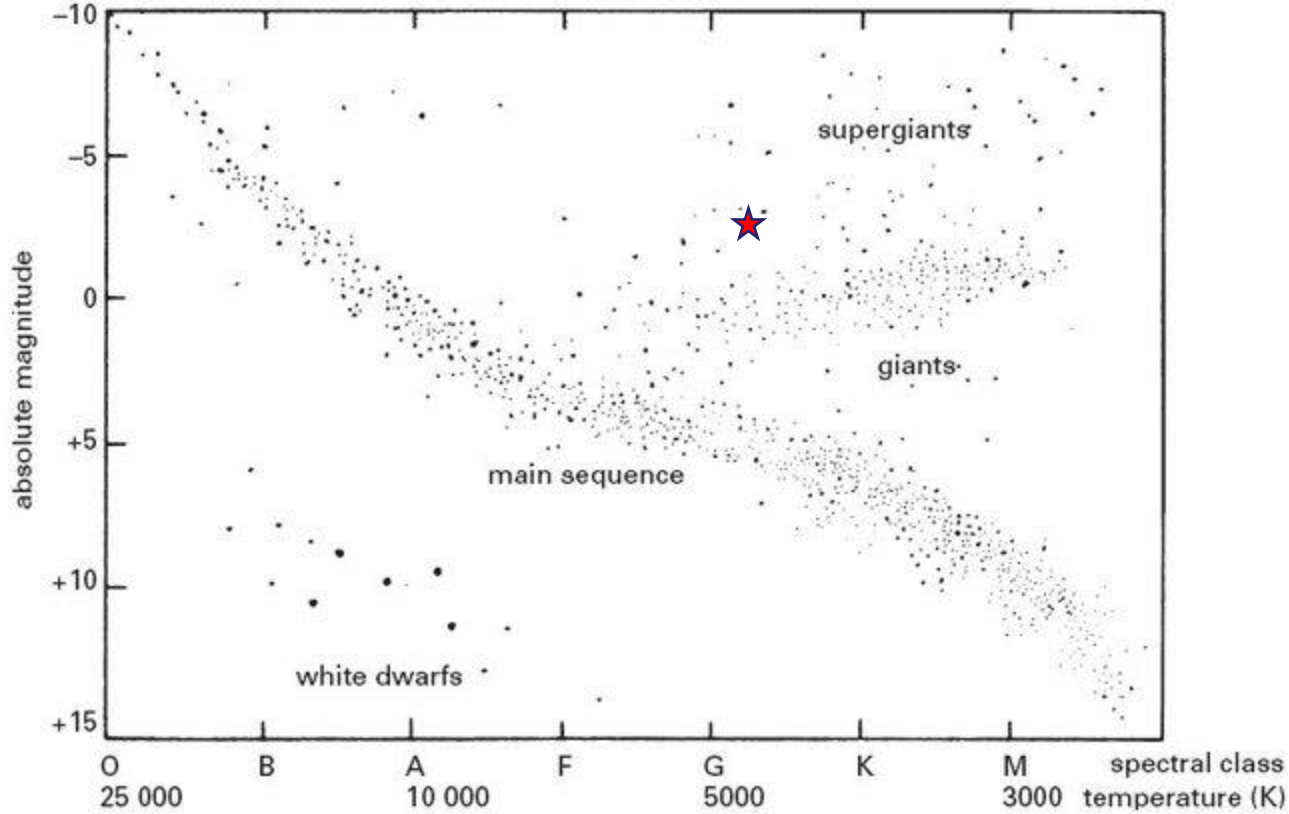
Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?



- a) G7 III
- b) G8 IV
- c) G7 V
- d) G8 VI
- e) G7 VII

Hertzsprung-Russell diagram

Soru: Şekildeki yıldızın MK sınıflamasına göre tayf türünü tahmin ediniz?

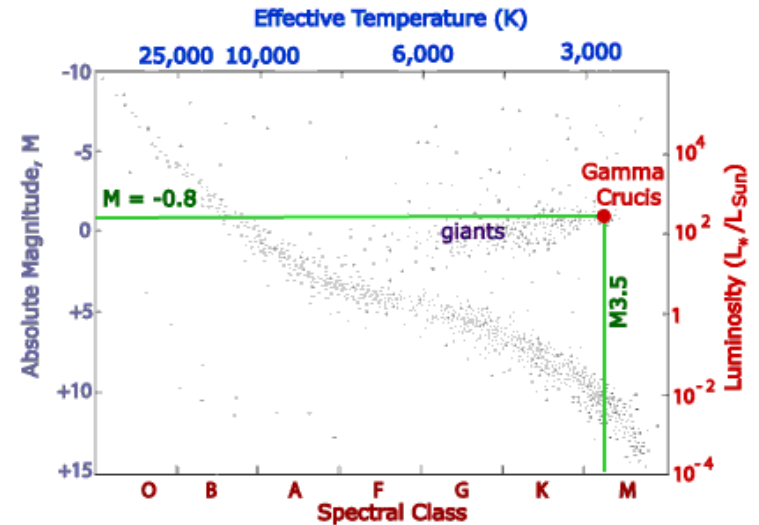
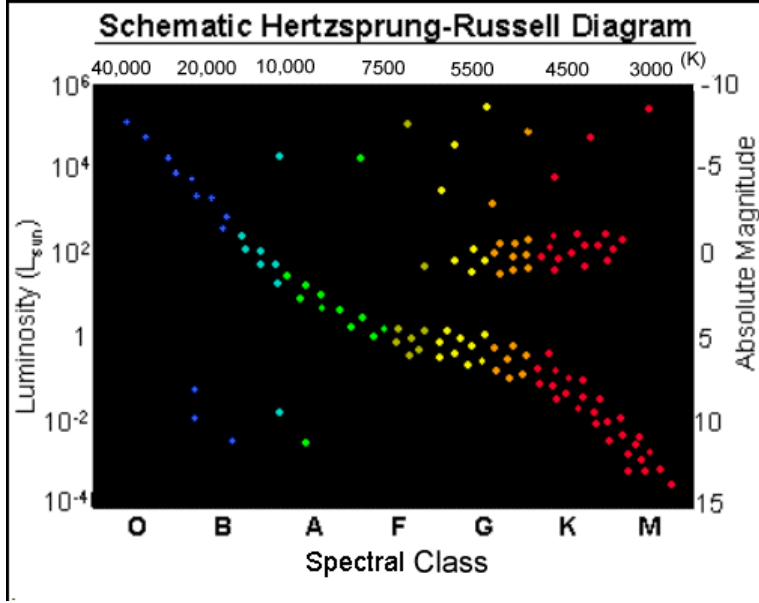


- a) G2 II
- b) G3 Ia
- c) G4 Ib
- d) G2 III
- e) G3 VI

Hertzsprung-Russell diagram

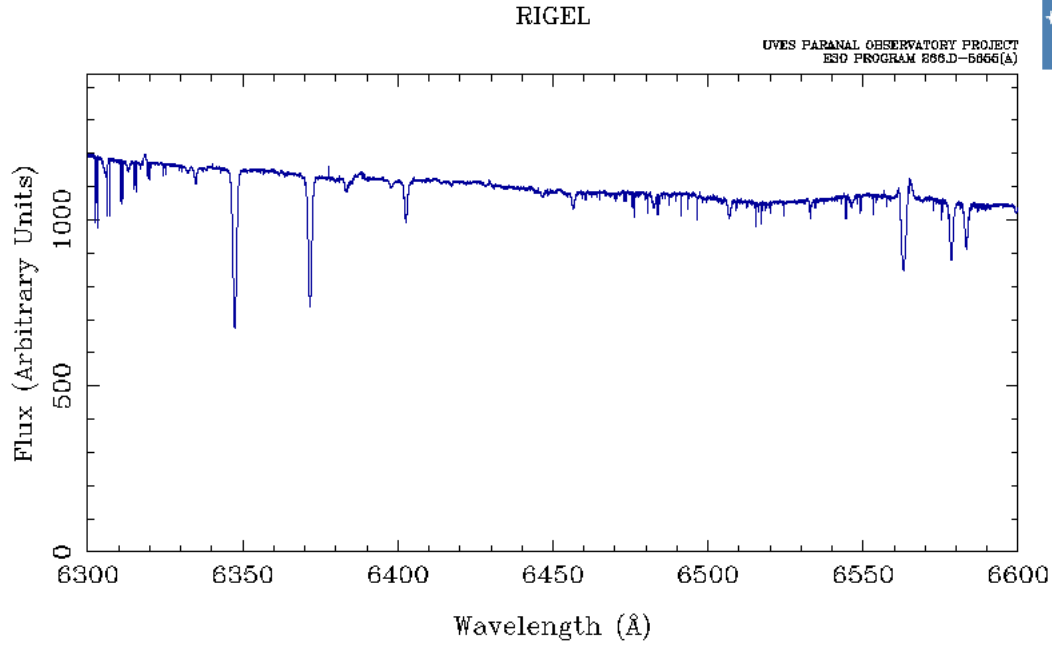
H-R DİYAGRAMI

Tayfsal Paralaks

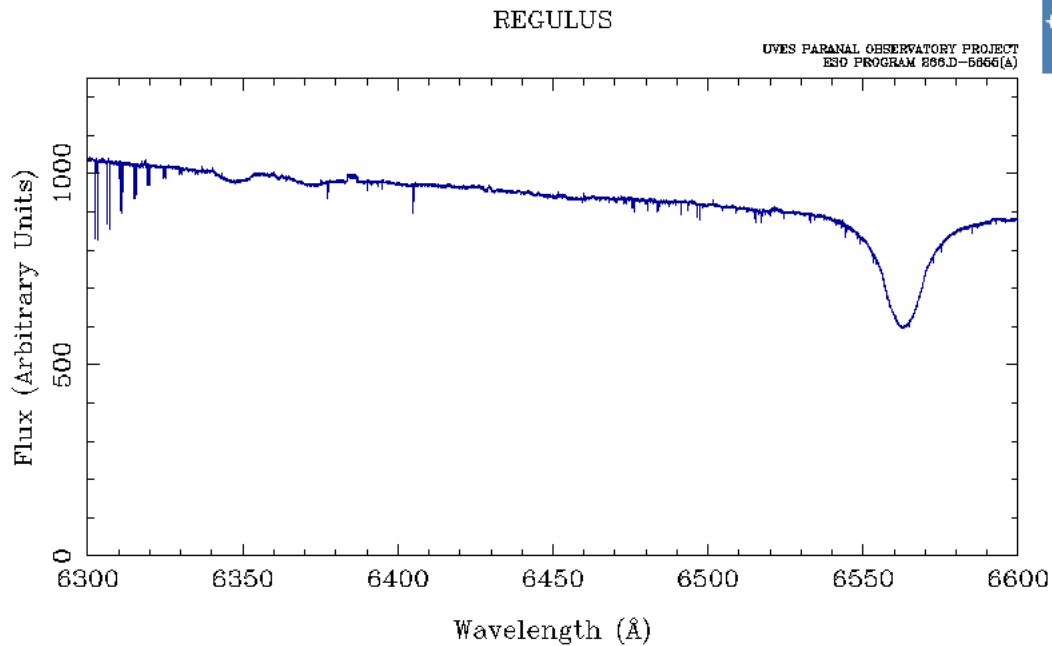


Daha önce dediğimiz gibi, kütleler parlaklığa nazaran çok dar bir aralıkta değişmektedir, yani devler, cücelerden çok daha az yoğundur. Yoğunlukta bu fark soğurma çizgilerinin şiddetleri üzerine etki eder. Sıcaklığın eşit olmasına rağmen iyonlaşmış elementlere ait çizgiler, atmosferi az yoğun olan yıldızlarda nötr elementlerin çizgilerinden daha kuvvetlidir (Saha Kanununa göre). Böylece bir yıldızın parlaklığını tahmin etmek için bir tayfsal kriter ortaya çıkar. Salt parlaklık, tayfin incelenmesi sonucu bulunursa yani yıldızın ana kol, dev, süperdev yıldızı mı olduğu tayfindan anlaşılırsa HR diyagramından salt parlaklığı bulunur; buradan paralaks elde edilebilir. $m, \text{ görünen parlaklığı gözlemlerden tayin edilebileceğine göre } m - M = -5 \log \pi'' - 5$ den π'' bulunur. Bu metotla çok önemli bir sorun çözülmektedir: Tayfları elde edilebilecek kadar parlak tüm yıldızların paralaksı bu şekilde saptanabilir. Buna tayfsal paralaks denir. Trigonometrik paralaks, yıldızdan yer yörüngesinin yarıçapını gören açı olarak tanımlandığından ancak çok yakın yıldızlar için tayin edilebilir. Paralaks $0''.005$ den küçük olduğu zaman bu, gözlemlerin hatası mertebesinde dir. Bu sebepten yıldızların tayfları incelenerek paralaks tayini son derece faydalı bir yöntemdir. Bu amaçla parlaklığa hassas elementler arandı. Bu çalışmalar 1917-1920 yıllarında Miss Maury, Adams ve Kohlschütter ile başladı.

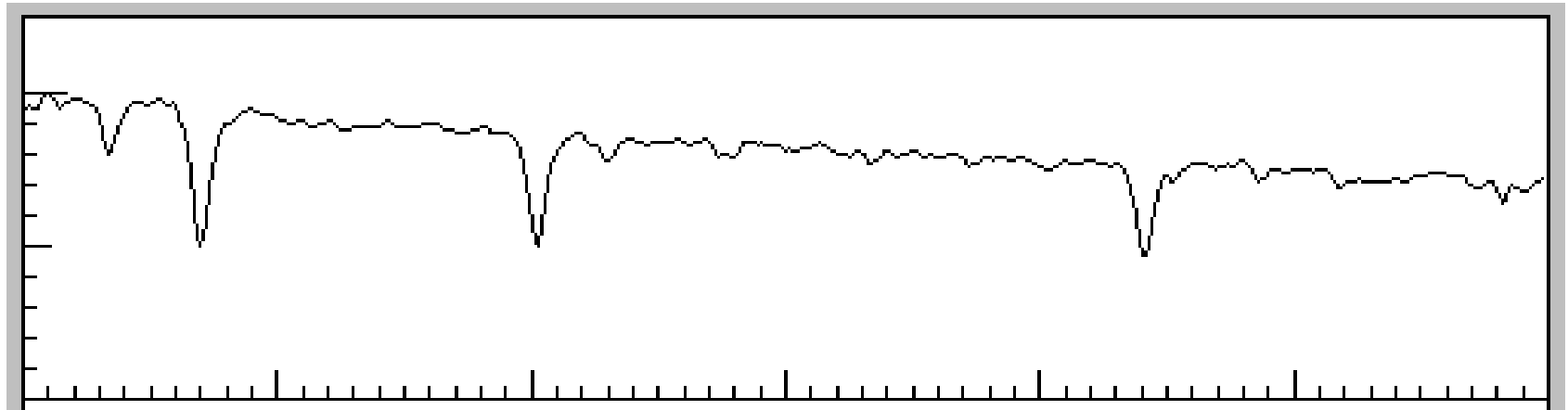
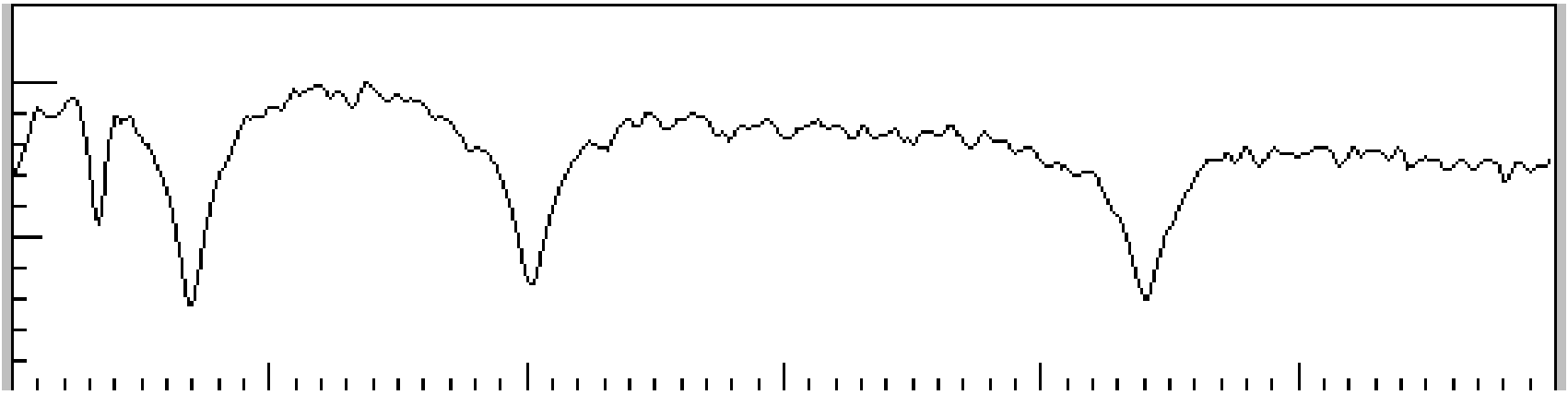
6300-6600 Å aralığında Rigel ve Regulus yıldızlarının Tayfları



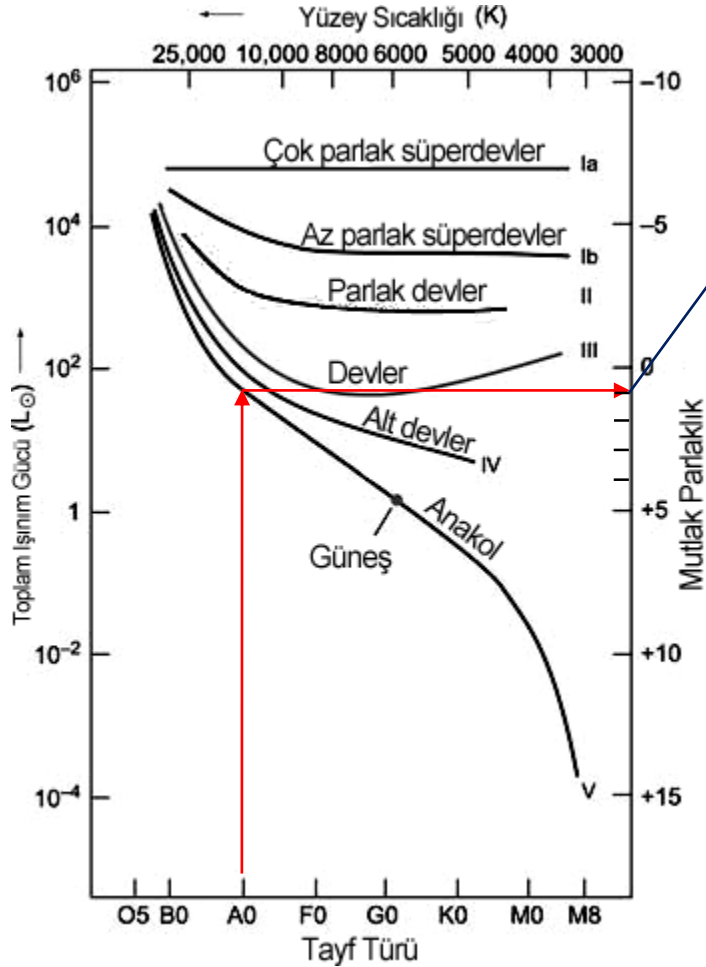
Rigel
B8 Iab



Regulus
B7 V



Soru: Bir teleskop Vega yıldızına yönlendirilmiş, görünür görsel parlaklığının $0^m.0$ olduğu belirlenmiştir. Yıldızın tayf incelendiğinde MK sınıfının (tayf türünün) A0 V olduğu tespit edilmiştir. Buna göre yıldızın yaklaşık uzaklığı aşağıdakilerden hangisine en yakındır?



$M_V = +1^m.0$ kabul edelim.

$$m_V - M_V = 5 \log d - 5 \quad \text{ise}$$

$$0^m.0 - (1^m.0) = 5 \log d - 5$$

$$\log d = 0.8$$

$$d \approx 6.3 \text{ pc}$$

Vega'nın gerçek uzaklığı:

$$d = 7.7 \text{ pc}$$

- a) 5 pc
- b) 50 pc
- c) 500 pc
- d) 5000 pc
- e) 50000 pc