

AST202 Astronomi II

Doç. Dr. Tolgahan KILIÇOĞLU

5. Konu

Yıldız Işıması

Yıldızların Parlaklıkları

Bir yıldızın yada uzakda bulunan bir ışık kaynağının parlaklığı denince, ondan gelen ışığın bir alıcı (göz, fotoğraf plağı v.b) üzerinde uyandırdığı etki anlaşılır. Buna göre parlaklık, yıldızdan alıcıya gelen ışık akışı ile alıcının bu ışığa karşı gösterdiği duyarlılığa bağlıdır. **Bir yıldızın parlaklığı kadir adı verilen bir rakamla gösterilir.** Kadir, bir yıldızın parlaklığını, diğer yıldızlarla mukayeseli olarak verir. Bu usul çok eskidir. **Yunan astronomlarından Hipparchus (M.Ö. 190-125) çıplak gözle görülebilen yıldızları 6 kadire ayırmıştır. En parlak yıldızları birinci kadirden, çıplak gözle görebildiği en sönük yıldızları da 6. kadirden farzetmiştir. Bunların arasında kalanları da parlaklık sırasına göre 2., 3., 4. ve 5. kadir sınıflarına koymuştur.** Burada söz konusu olan parlaklığın, yıldızların gözle görülen parlaklığı olduğu açıktır. Batlamyus bu sınıflandırmayı biraz daha ileriye götürmüştür. Gerçekten Hipparchus'un mesela 2. kadire koyduğu bütün yıldızlar aynı parlaklıkta değildi. Bazıları daha sönük, bazıları da birinci kadirin parlak yıldızlarına daha yakın görünüyorlardı. Batlamyus her kadiri üçe bölerek biraz daha sağlıklı bir ayırım yaptı. Şimdiki halde ardarda gelen iki kadir arası ondalık olarak bölünmektedir. Bu şekilde ilk bölme Argelander ve Schönfeld tarafından hazırlanan BD kataloğunda kullanılmıştır.

Yıldızların Parlaklıkları

Dürbünün keşfinden sonra kadirler serisi daha ileriye doğru uzatılmıştır. Yıldızları kadir sınıflarına ayıranlar, bunlarla görünen akı değerleri arasında herhangi bir bağıntı bulunup bulunmadığını araştırmışlardır. Bu problemle ilk ilgilenen Herschel 'dir. 1827 de Herschel 18 inç çapında bir teleskop ile zayıf yıldızların ışığını ve daha küçük çapda bir teleskop ile parlak yıldızların ışığını gözledi ve bunları karşılaştırınca şu sonuca vardı: **1. Kadirden bir yıldız bize 6. kadirden bir yıldızınkinin 100 katı ışık göndermektedir.** Oxford'lu Pogson, 1854 te bazı yıldızları görebildiği en küçük açıklığı kaydederek ve bu yıldızların çeşitli gözlemciler tarafından tahmin edilen kadir değerlerini karşılaştırarak şu sonuca vardı: **Her kadir, kendinden sonra gelenden takriben 2.5 defa daha parlaktır.**

Bir yıldızın kadir sayısı ile göze yıldızdan gelen akı değeri arasındaki bağıntı psikofizik kanununun bir sonucudur. Bu kanunu Alman psikolojistlerinden Ferchner, Herschel ve Pogson'un sonuçlarından çıkarmıştı. Bu kanun şunu ifade eder: bir uyarıcının şiddeti geometrik bir dizi şeklinde değişiyorsa onun meydana getirdiği duyumun şiddeti de bir aritmetik dizi gibi değişir. Böylece bir kimse a, b, c seslerini dinlediği zaman b ve c arasındaki şiddet farkının, a ve b arasındaki şiddet farkı ile aynı olduğunu söylerse, bu demektir ki gerçekten c 'nin şiddetinin b ninine oranı b nininin a ninine oranı eşittir. Kanun görme ve işitme duyularından başka diğer duyular için de geçerlidir. Fakat uyarıcın şiddeti çok zayıf ve çok kuvvetli olduğu zaman tamamen doğru değildir.

Yıldızların Parlaklıkları

6., 5.,1. kâdirden yıldızların parlaklıkları, birbirinden bir sabit kadar fark ediyormuş gibi gözükmektedir. Kanuna göre, ardışık kâdirden iki yıldızdan gelen akıllar arasındaki oran sabittir (Pogson da ölçüleriyle bu oranın 2.5 olduğunu bulmuştu). Bu oranın kesin değeri ρ olsun. O halde 5. kâdirden bir yıldız bize 6. kâdirden bir yıldızın gönderdiği ışığın ρ katını gönderir; 4. kâdirden bir yıldız, 5. kâdirden bir yıldızın gönderdiği ışığın ρ katını veya 6. kâdirden bir yıldızın ρ^2 katını gönderir. Genel olarak m ve n iki yıldızın kâdirlerini ifade ediyorsa (m daha parlak olan) parlaklıkları farkı $n-m$ olur. O halde bize yıldızlardan gelen akı F_m ve F_n ise

$$\frac{F_m}{F_n} = \rho^{(n-m)}$$

dir. Herschel, 5 kâdirlik bir fark için ışık şiddetleri oranının 100'e eşit olduğunu bulmuştur. Böylece $\rho^5=100$ ve $\rho=100^{1/5}=2.512\dots$ bulunur. Kâdir ve gelen akı değerleri arasındaki bağıntı için en uygun ifade yukarıdaki eşitliğin her iki yanının logaritması alınarak elde edilir.

Yıldızların Parlaklıkları

Böylece;

$$\log \frac{F_m}{F_n} = (n-m) \log \rho$$

$$\log \rho = \log 100^{1/5} = (1/5) \times 2 = 0.4 \quad \text{olduğundan}$$

$$\log \frac{F_m}{F_n} = 0.4(n-m)$$

veya

$$n-m = 2.5 \log \frac{F_m}{F_n} \quad \text{veya} \quad m-n = -2.5 \log \frac{F_m}{F_n} \quad \text{elde edilir.}$$

Bu ifade **Pogson formülü** olarak bilinir.

Yıldızların Parlaklıkları

Yıldızların çoğunun kadirlerini kesirli olarak ifade etmek gereklidir. Kadir ölçeği öyle düzeltilmiştir ki Batlamyus 'un 1. kadire koyduğu yıldızların yarısı şimdi parlaklığı 1^m kabul edilen yıldızdan daha parlak, geri kalan yarısı da daha zayıftır. Şimdi 1. kadir hemen hemen Aldebaran (α Tau) ve Altair (α Aql) yıldızlarıyla temsil edilir. Bunlardan 2.512 defa daha parlak olan yıldızın kadiri 0 dir. Sirius göğün en parlak yıldızıdır. Bundan sonra Canopus (güney yarım kürede) gelir. Her ikisinin de parlaklığı negatiftir. Sirius $m = -1^m.58$, Canopus $m = -0^m.86$.

Yıldızların parlaklıklarını tayin etmek için en basit yöntem Argelander yöntemi'dir. Bu yöntemde parlaklığı bulunacak olan yıldızla beraber parlaklığı bilinen bir seri yıldız veya hiç olmazsa iki yıldız alınır. Gözlem teleskopla veya teleskopsuz yapılabilir. Fakat yıldızlar hemen hemen aynı yükseklikte ve birbirine mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. Parlaklığını bulacağımız yıldızdan daha parlak bir yıldız ve biraz daha sönük başka bir yıldız bulmak daha iyidir. Mukayese yıldızlarının parlaklıklarından gözönüne alınan yıldızın parlaklığı tahmin edilir. Bu yöntemin hatası $0^m.1$ dir. Çıplak gözle görülen en sönük yıldızların parlaklıkları $6^m - 7^m$ dir. Çok büyük teleskoplarla $23^m - 24^m$ e kadar görülebilir. Hubble Teleskobu için limit parlaklık yaklaşık 29-30 kadirdir.

Yıldızların Parlaklıkları

Geçmişte yıldız kadirlerinin tayini, hemen hemen sadece çıplak gözle (vizüel method) yapılmış olmasını karşılık bugün fotoğrafik ve fotoelektrik yöntemler bunların yerini almıştır. Bir ışık alıcı olarak kullanılan göz, bir görüntüyü sürekli olarak muhafaza edemez; yorulur ve biriken ışığa daha büyük bir duyarlılıkla karşılık vermez. Bundan dolayı, sönük bir kaynağa ne kadar uzun bir zaman bakarsak bakalım, gözümüz bir müddet sonra bu kaynağı daha parlak görmek üzere ışık etkisini biriktirmez. Fakat, fotoğraf plağı bu işi yapabildiğinden, plağı yeterli bir süre ışığa maruz bırakarak, çok sönük kaynakları görmek mümkündür. Ayrıca fotoğraf plağı, istenildiği kadar uzun zaman muhafaza edilir. Bir fotoğraf plağı üzerindeki sınırlayıcı etkenler plağın tanecikliliği ve gece gökyüzünün parlaklığıdır. Uzun bir poz müddetinden sonra, gökyüzünün ışığından dolayı fotoğraf plağı peçelendiği için çok sönük yıldızların resimleri çekilemez. Ayrıca fotoğraf plakları gelen fotonlara karşı çok hassas değildirler. Halbuki yıldızlardan gelen ışınım akısı çok küçüktür. Bu nedenle günümüzde pek kullanılmazlar. Bunun yerine ışığın fotoelektrik etkisinden yararlanılarak yapılmış fotokatlandırıncıların kullanıldığı ışıkölçerler (fotoelektrik fotometreler) almıştır. Astronomlar daima gelen fotonların %100 ünü değerlendirebilen alıcılar kullanmak isterler. Son yıllarda bu ideal değere çok yakın duyarlılığa sahip elektronik alıcılar yapılmıştır. Bunlar CCD (Charge-couple device) denilen aletlerdir ve yüksek duyarlılıkları dışında başka avantajlara da sahiptirler.

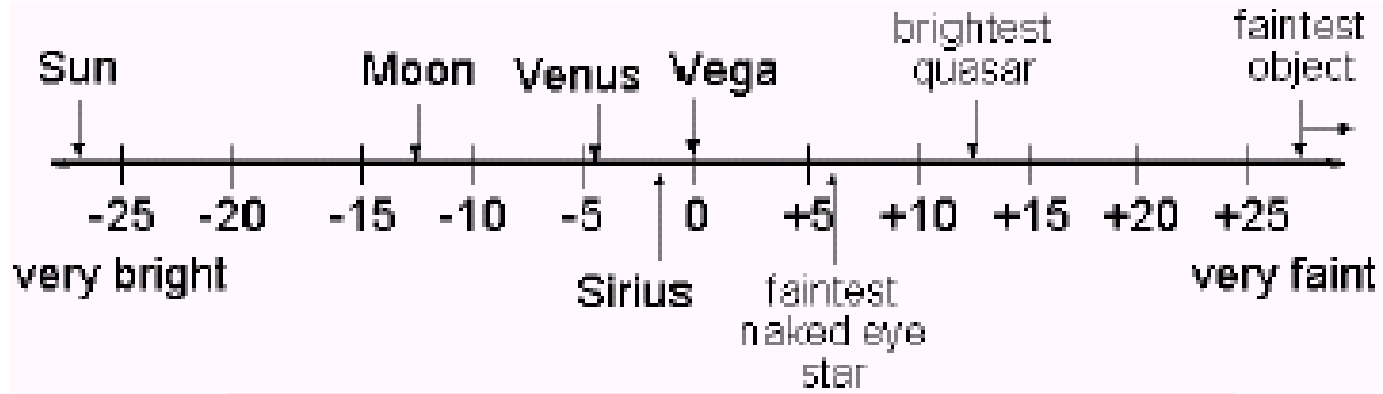
Yıldızların Parlaklıkları

Pogson formülünden görüldüğü gibi ancak iki yıldızın parlaklık farkını bulmak mümkündür. Yıldızların parlaklıklarını kadir sınıfı olarak tek tek tayin etmek için en azından bir yıldızın parlaklığını kadir sınıfı olarak saptamak gerekir. Yani kadir sınıfları için bir başlangıç belirlemeliyiz. Bu amaçla Pogson, Kutup yıldızın (α UMi) parlaklığını $m=2^m.12$ olarak önermiştir. O halde parlaklığı istenen herhangi bir yıldızın görünürdeki F ışınım akısının Kutup yıldızının görünürdeki F_0 ışınım akısına oranı ölçülebilirse, bu yıldızın parlaklığı,

$$m = m_0 - 2.5 \log \frac{F}{F_0}$$

olur. Eğer F/F_0 oranı çıplak gözle yada bir dürbünle bakarak tayin edilirse yani bir ışık ölçer kullanılmazsa, bulunacak m değerine görsel parlaklık denir ve m_v ile gösterilir. Kutup yıldızı için Pogson'un kabul ettiği $2^m.12$ değeri de görsel parlaklıktır. Böylece kadir sınıfına matematik bir ifade verilmiş olur. Buna göre tayin edilecek parlaklıkların, kesirli sayı, artı ya da eksi sayı olmaları beklenmelidir.

Yıldızların Parlaklıkları

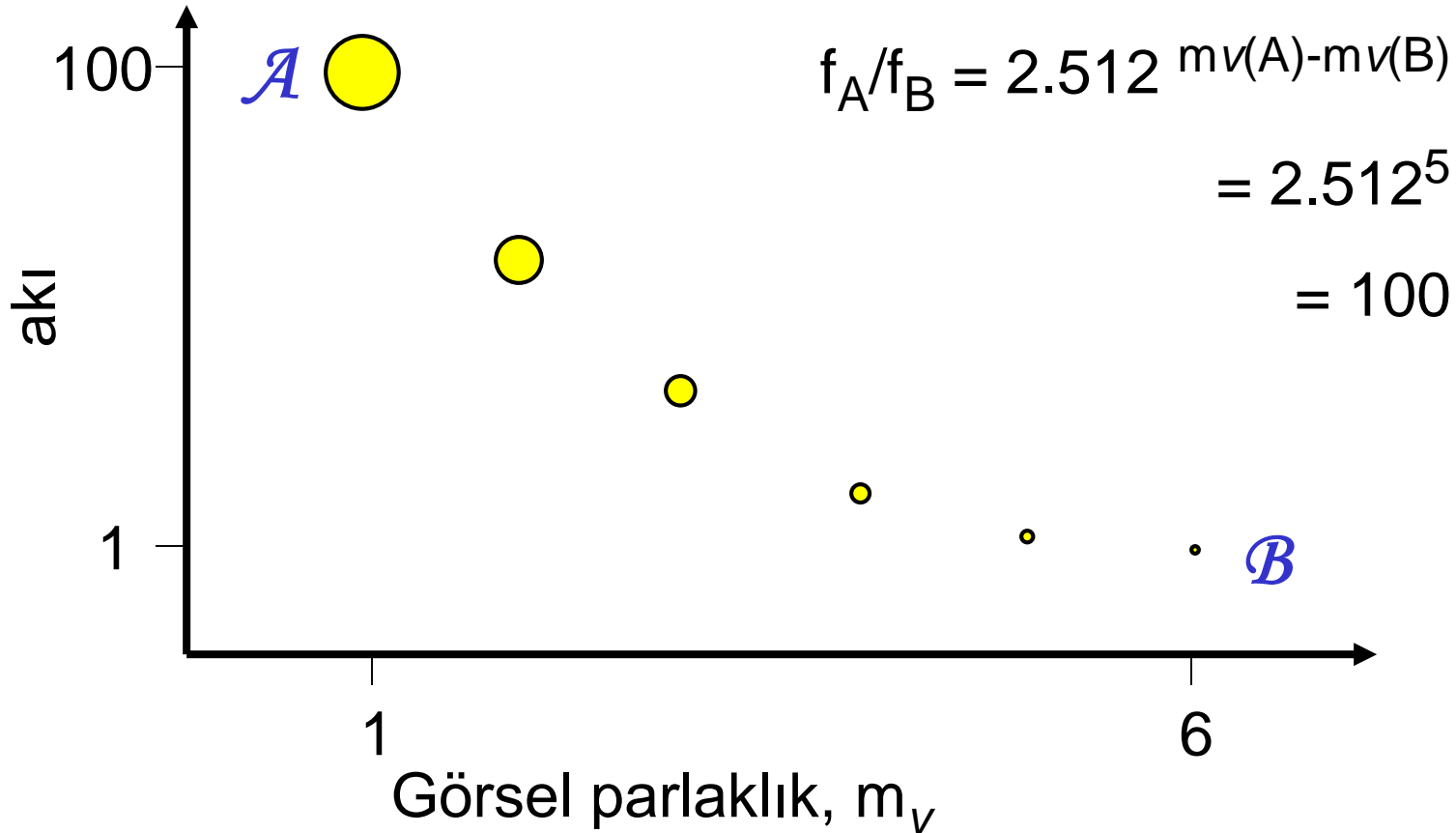


-12.0	Dolunay
-5.0	Venüs
-1.5	Sirius
0.0	Vega
4.5	Andromeda Galaksisi
6.0	Göz
7.0	Neptün
14	Pluto
25	4m yarıçaplı yer –tabanlı teleskobun limiti
29	Hubble Uzay Teleskobunun limiti

Yıldızların Parlaklıkları

\mathcal{A} yıldızının parlaklığı $m_V=1$ and star \mathcal{B} $m_V=6$

Akı oranları



Yıldızların Parlaklıkları (hatırlatma)

Pogson Formülü

$$m - n = -2.5 \log \frac{F_m}{F_n}$$

İki yıldızın parlaklığı biliniyorsa, akı oranlarını

$$f_A/f_B = 2.512^{m_v(A)-m_v(B)}$$

Förmülünden hesaplayabiliriz.

Veya iki yıldızın parlaklıkları oranı biliniyorsa o zaman yıldızların parlaklıklarının farkı

$$m_B - m_A = \Delta m_v = 2.5 \log_{10}(f_A/f_B) \text{ hesaplanabilir.}$$

Bizim gözümüzün görebileceği en sönük parlaklık $m_v=6$.

Hubble Uzay Teleskobu ise $m_v=29$ parlaklığını görebilir.

Bu değer ne kadar sönüktür?

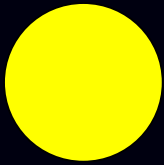
$$\begin{aligned} F_{HST}/F_{göz} &= 100^{(m_{HST} - m_{göz})/5} = 10^{(100(m_{HST} - m_{göz}))/2.5} \\ &= 10^{9.2} \end{aligned}$$

HST gözümüzün milyar kez daha sönük yıldızları görmektedir.

Yıldızların Parlaklıkları

Hipparchus (120 BC) ve Ptolemy (180 AD) yıldızların parlaklıklarını belirten kadir ölçeğine belirlemişler.

En parlak yıldızın
1.kadir



Bu yıldız

En sönük yıldız
6. kadir



Bu yıldızdan

100 kat daha parlaktır

[Pogson (1856)]

1 kadirin değişimi = parlaklığın 2.512 katıdır

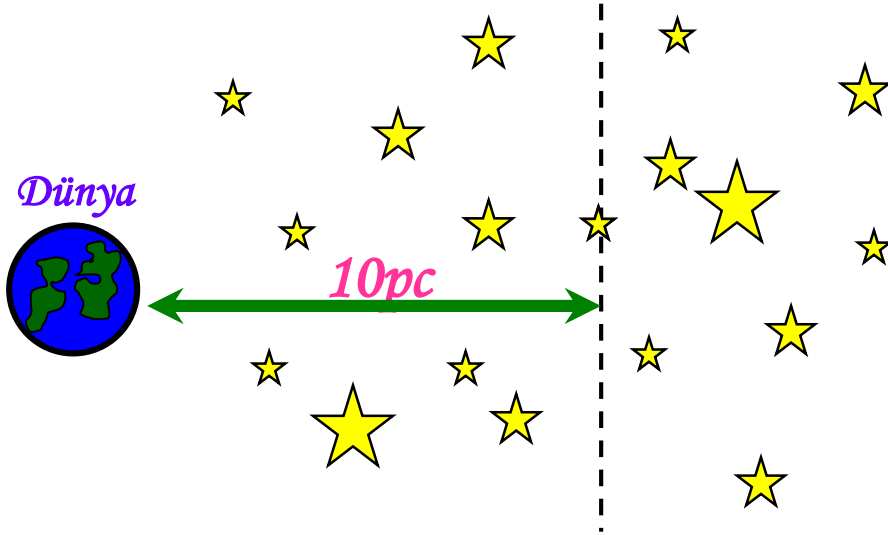
Yıldızların Parlaklıkları

Salt (Mutlak) Parlaklık

Yıldızların gökyüzünde görünen parlaklığını bilmek çok yararlıdır. Fakat, yıldızların hepsi Dünya'dan farklı uzaklıklarda bulunmaktadır. Biz yıldızın ışınım gücünü ölçmek istiyoruz.

Astronomlar bunu iki yolla belirleyebilir

Mutlak Parlaklık ve Işınım gücü



Yıldızlar Dünya'dan 10 parsek uzaklığında buldukları zaman görünen parlaklıklarına Mutlak Parlaklık denir.

Inverse Square Law

$$\frac{36}{1^2} = 36 \text{ photons/m}^2$$

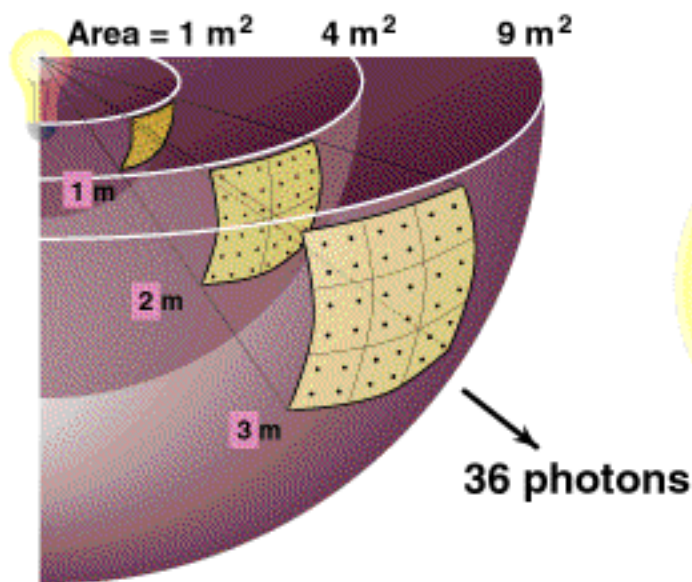
$$\frac{36}{2^2} = 9 \text{ photons/m}^2$$

$$\frac{36}{3^2} = 4 \text{ photons/m}^2$$



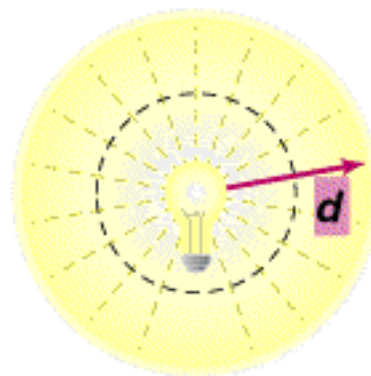
A

Distance



B

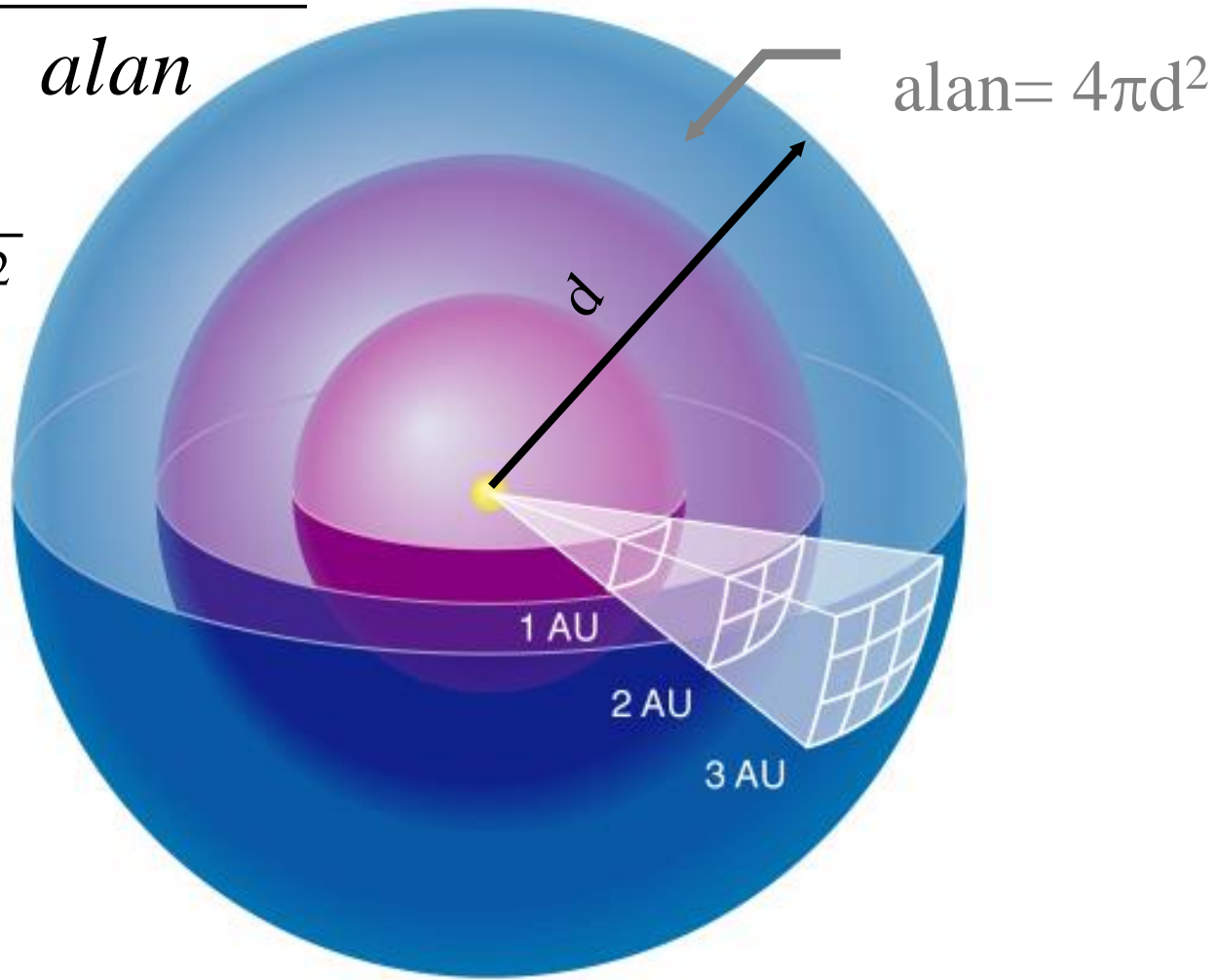
$$\text{Area} = 4\pi d^2$$



C

$$F = \frac{\text{işınım gücü}}{\text{alan}}$$

$$= \frac{L}{4\pi d^2}$$



Yıldızların Parlaklıkları

Salt (Mutlak) Parlaklık

Bir yıldızın 10 pc uzaklığa getirildiğinde sahip olacağı parlaklığa salt (mutlak) parlaklığı denir. Gelenek olarak, görünürdeki parlaklık m ve salt parlaklık M ile gösterilir. Bir yıldızın m parlaklığı ve r uzaklığı bilinirse onun salt parlaklığı kolayca bulunur. Gerçekten d uzaklığındaki ışınım akışı F_r ve 10 pc uzaklığındaki ışınım akışı F_{10} ise $F_r = L/r^2$ ve $F_{10} = L/10^2$ 'den

$$\frac{F_{10}}{F_d} = \frac{d^2}{10^2}$$

dir. Öte yandan parlaklık farkı Pogson formülüne göre

$$m - M = +2.5 \log \frac{F_{10}}{F_d}$$

olmalıdır. Bu iki formül birleştirilirse $m - M = 5 \log d - 5$ bulunur. Burada uzaklık yerine paralaks kullanılırsa bu formül $m - M = -5 \log \pi - 5$,

$M - m = 5 + 5 \log \pi$ şeklini alır. $(m - M)$ farkına uzaklık modülü denir. Bu fark herhangi bir şekilde bilinirse yıldızın uzaklığı bulunur.

Yıldızların Parlaklıkları

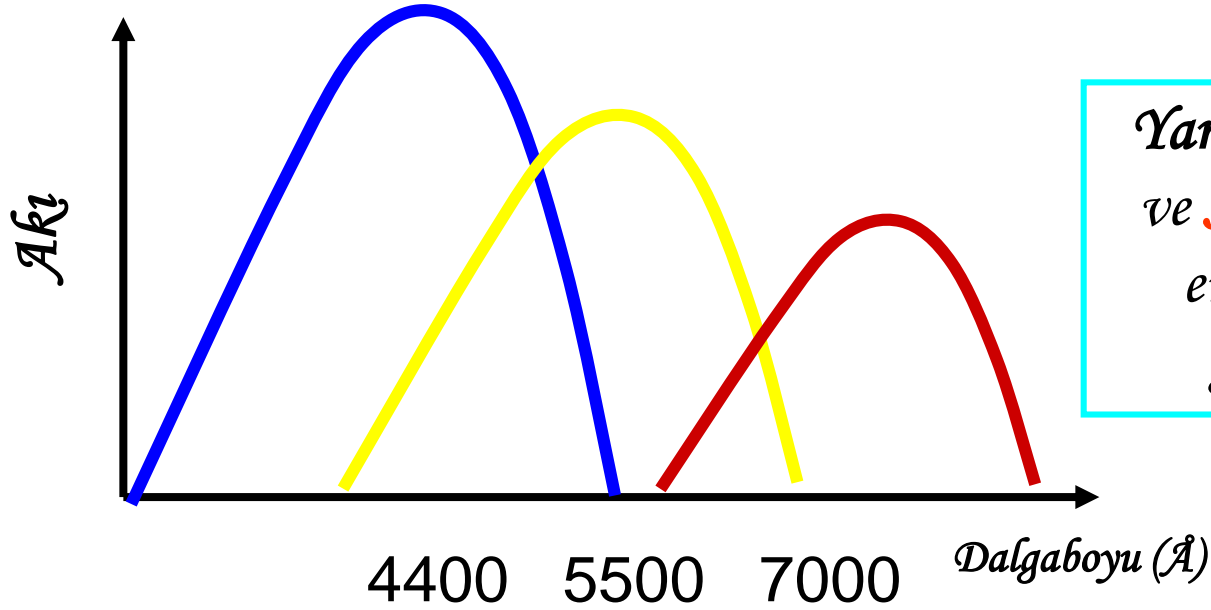
Güneş'in görünen parlaklığı (m_v) ise -26.5 kadır, Güneş'in mutlak parlaklığı (M_v) $+4.6$ kadır dir.

Bir başka ifadeyle Yer-Güneş uzaklığı $1 \text{ AB}=150$ milyon iken Güneş'in görünen parlaklığı (m_v) -26.5 kadır. Bu uzaklık 10 pc olursa Güneş'in görünen parlaklığı (M_v) ise $+4.6$ kadır olur.

Yıldızların Parlaklıkları

Parlaklık Sistemleri

Yıldızlar farklı sıcaklığa sahiptir => farklı "renklere"



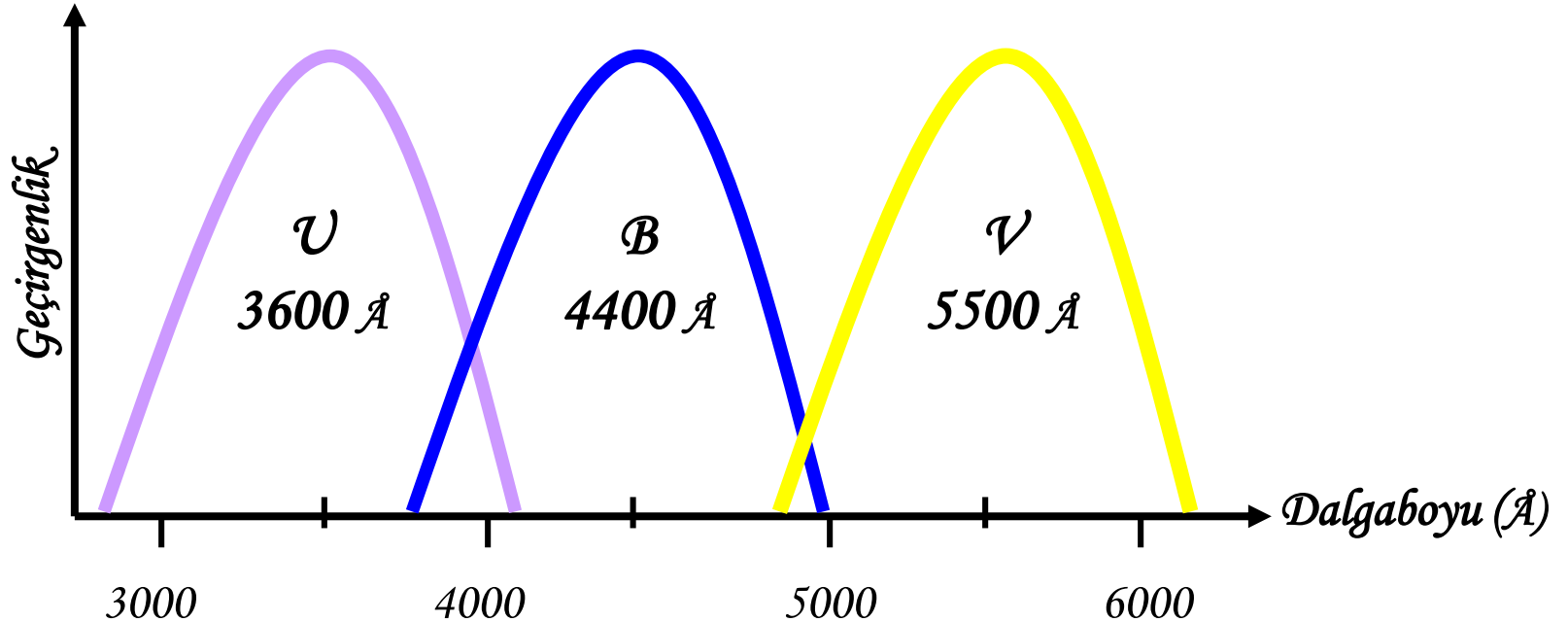
Yanda; **Sıcak**, **Güneş**
ve **Soğuk** bir yıldızın
enerji dağılımları
görölmektedir.

Yıldızların Parlaklıkları

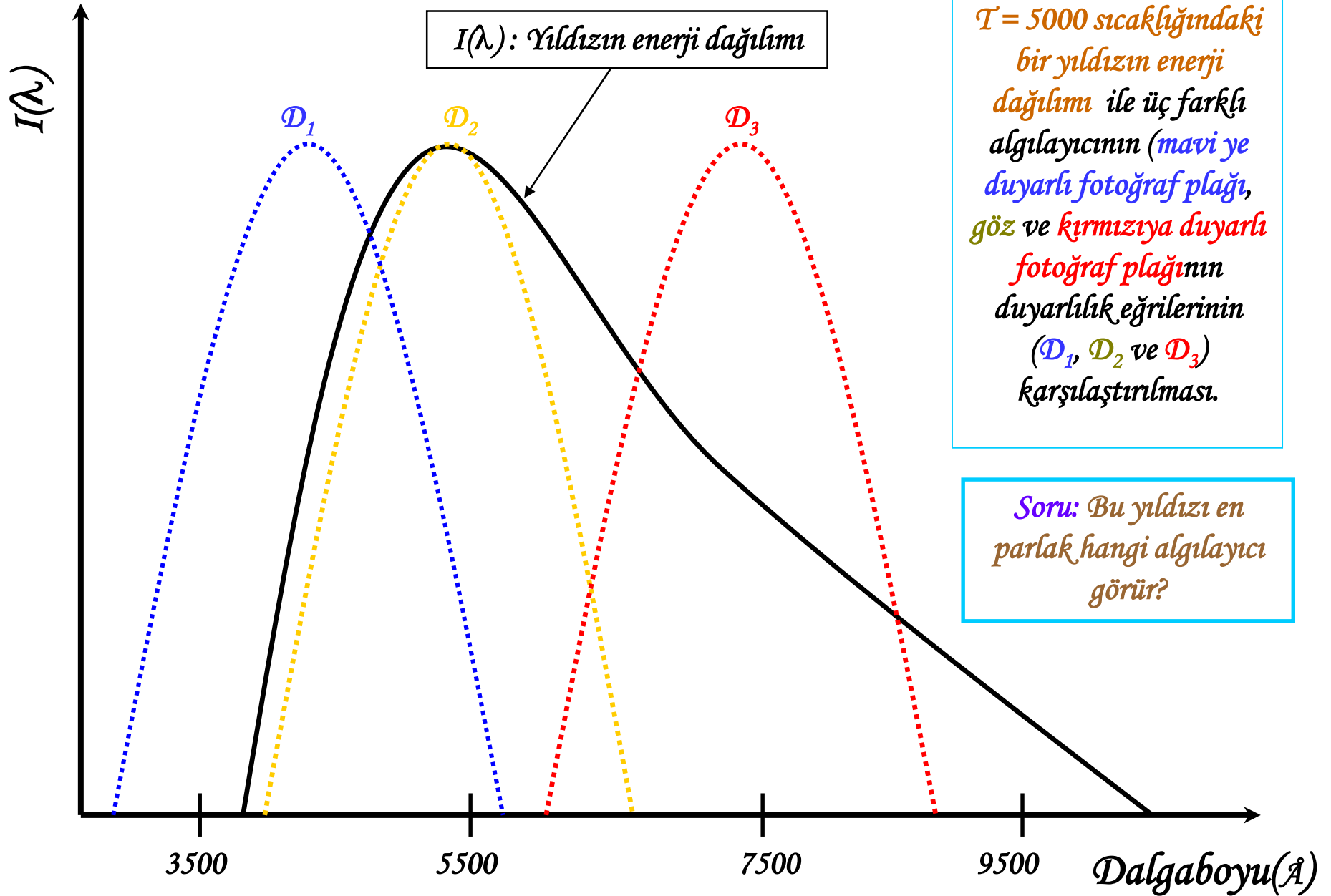
Algılayıcılar: *UBV* Johnson Sistemi

Farklı sıcaklığa sahip yıldızlar ışınımalarının maksimumunu saldıkları dalgalıboyları da farklıdır. Bu türden yıldızları gözlerken kullandığımız gözlem filtresinin algılama yeteneğine (dalgalıboyu) bağılı olarak onları farklı parlaklıkta görürüz.

Harold Johnson (1921-1980) farklı renklerdeki patlarlıkları ölçmek için satandard *UBV* filtre sistemini geliştirmiştir.



Yıldızların Parlaklıkları



Johnson UVV Sistemi

En çok kullanılan geniş-band fotometrik sistem UVV sistemidir.

Johnson UVV sisteminde, her filtrenin genişliği 1000\AA dir.

<i>Filtre Adı</i>	<i>Sembolu</i>	<i>Görünen parlaklığı</i>	<i>Merkezi dalgaboyu</i>
<i>ultraviolet</i>	<i>U</i>	m_u	3600\AA
<i>blue</i>	<i>B</i>	m_b	4400\AA
<i>visible</i>	<i>V</i>	m_v	5500\AA
<i>red</i>	<i>R</i>	m_r	7000\AA
<i>infra-red</i>	<i>I</i>	m_i	8000\AA

Johnson sistemi görsel bölgede R ve I ya kadar genişletilmiştir ve sonrası olan kırmızıöte bölgede ise J, H ve K filtreleri vardır.

Yıldızların Parlaklıkları

Görsel Parlaklık(m_v)

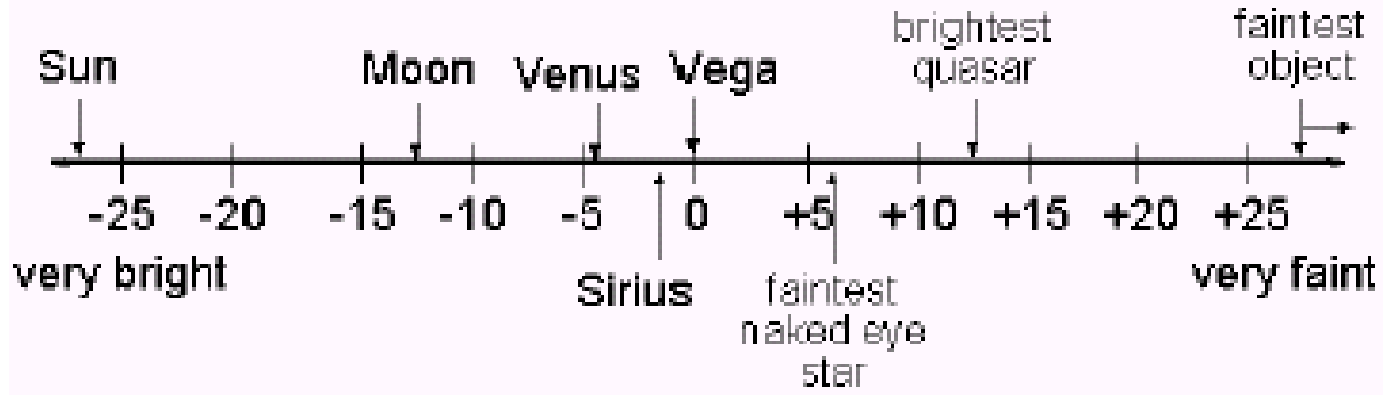
Gözle tayin edilen parlaklıktır. Bu amaç için teleskop ve benzeri optik aletler kullanılabilir. **Göz duyarlılığının $\lambda=0.55\mu(=5500\text{Å})$ yöresinde en yüksek değere eriştiği bilinmektedir.** $1 \text{Å}=10^{-4}\mu$ dir.

Sıcaklığı bilinen bir kaynağın dalgaboyuna bağlı enerji dağılımı, Planck yasasından bilinmektedir. Fakat alıcıların dalgaboylarına göre duyarlık dağılımını veren fonksiyonu bulmak çok zordur. Ancak bu fonksiyonların değişim eğrileri deneylerle bulunabilir. Bu eğriler bir Planck eğrisi üzerine oturtulursa parlaklığın alıcı türlerine göre değişik olmasının nedeni kolayca anlaşılabilir. Herhangi bir alıcının verceği parlaklık onun duyarlık eğrisi ile Planck eğrisi arasında kalan alana karşılıktır. Bu alan ne denli büyük olursa, yıldız da o denli parlak gözlenmiş olur.

Fotoğrafik Parlaklık

Dalga boyuna bağlı en yüksek duyarlığın $\lambda=4300\text{Å}$ yöresinde olan olağan plaklarla ölçülen parlaklıklardır. Fotoğrafik kadir ölçeği, A5 sınıfından yıldızların kadiri onların görsel kadirine eşit olacak şekilde seçilmiştir.

Yıldızların Parlaklıkları



Bazı gök cisimlerinin Görünen Parlaklıkları (m_v)

-12.0	Dolunay
-5.0	Venüs
-1.5	Sirius
0.0	Vega
4.5	Andromeda Galaksisi
6.0	Göz
7.0	Neptün
14	Pluto
25	4m yarıçaplı yer-tabanlı teleskobun limiti
29	Hubble Uzay Teleskobunun limiti

Yıldızların Parlaklıkları

Foto-Görsel Parlaklık (Foto-Vizüel Parlaklık)

Duyarlığı ortalama göz duyarlığına sahip olan plaklarla tayin edilen parlaklıktır. Bu iş için duyarlığının maksimum 0.555μ da olan ortokromatik plaklar kullanılır. Böylece gözden göze doğacak hatalar ortadan kaldırılmış olur.

Bugün geniş tayfsal duyarlılığı olan fotoelektrik ışık ölçerlerle çeşitli filtreler kullanılarak yıldızların kırmızıöte den moröte ye kadar çeşitli dalga boyu aralıklarındaki parlaklıklarını (kadir) ölçebiliriz. Böylece değişik dalga boyu bantları için kadir değerleri bulunur.

Renk Ölçeği (R.Ö.)

Yıldızların renkleri sıcaklığın bir fonksiyonudur. Wien Kayma Kanunundan bilindiği gibi sıcaklık yükseldikçe enerji dağılımının en yüksek yeri (λ_m) kısa dalgalı boylarına doğru kayar. Onun için sıcak yıldızların renkleri beyaz ya da beyaz-mavi, Güneş sıcaklığındaki yıldızların sarı ve daha soğuk yıldızlar kırmızıdır. Renklere göre enerji dağılımı yıldızdan yıldıza sıcaklığa bağlı olarak değiştiğine göre m_B ve m_V parlaklıklar farkı da renklere bağlı olarak değişecektir.

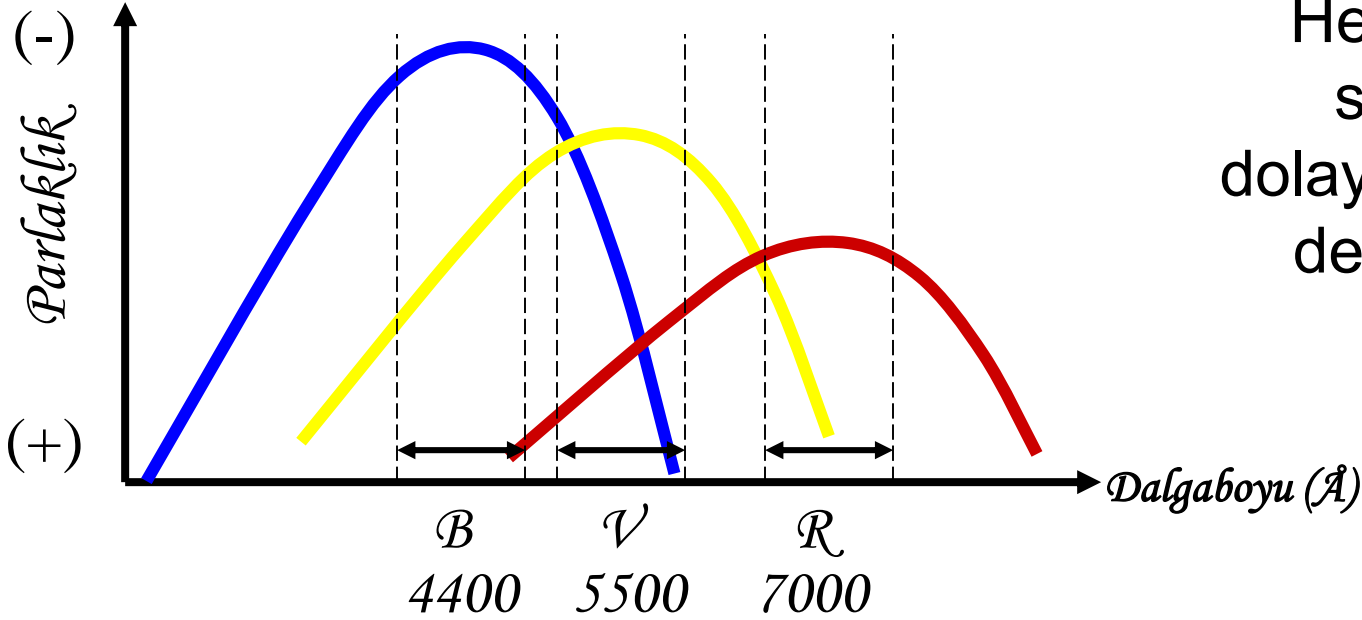
Onun için astrofizikte

$$R.Ö. = m_B - m_V$$

farkı renk ölçeği olarak tanımlanır.

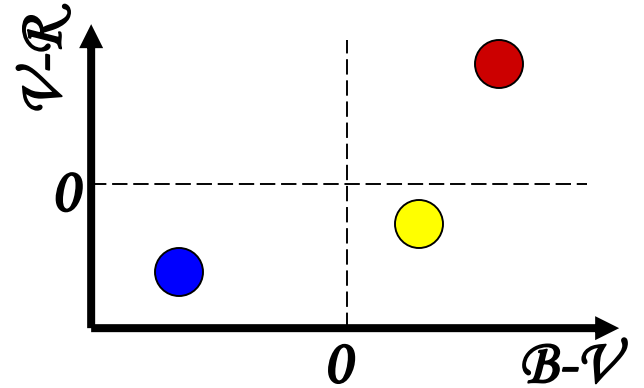
Daha genel olarak, renk ölçeği yıldızın iki farklı dalgalı boyundaki parlaklıklarını farkıdır. Aynı yıldız söz konusu olduğundan m yerine M salt parlaklık da yazılabilir. $RÖ = m(\lambda_1) - m(\lambda_2) = M(\lambda_1) - M(\lambda_2)$, $\lambda_1 < \lambda_2$ olduğuna ve renk ölçeğinin uzaklıktan bağımsız olduğuna dikkat edilmelidir. Benzer olarak B-V ve U-B değerleri de renk ölçekleridir. Renk ölçeği yıldızların renk ölçüsü olarak kullanılır ve onun yıldızların sıcaklığı ile ters yönlü olarak değiştiği bilinir. Başlangıç olarak, A tayf türünde ($T=10000K$) ve $5^m.5$ ile $6^m.5$ parlaklıkları arasındaki yıldızların renk ölçeğinin ortalama değeri $R.Ö.=0$ kabul edilmiştir. O halde $T=10000K$ den daha sıcak yıldızların enerjisi daha çok fotoğrafik bölgeye düşeceğinden fotoğrafik parlaklık daha büyük yani, m_{fot} sayı olarak daha küçük ve böylece $RÖ < 0$ olacaktır. Özetle, $T=10000K$ den daha sıcak yıldızlar için $RÖ$ eksi, soğuk yıldızlar için $RÖ$ artı olacak ve bu ölçek sıcaklıkla ters orantılı olarak soğuk yıldızlara doğru büyüyecektir. Örneğin α Lyr (Vega) için $RÖ=0^m.0$ Güneş için $RÖ=0^m.7$ ve β Ori için $RÖ=0^m.2$ yöresindedir. Bu sonuçlar yakın yıldızlar için, daha doğrusu, yıldızlarla bizim aramızda soğurucu bir ortam bulunmadığı sürece doğrudur.

Renk Ölçeği (R. Ö.)



Her yıldızın sıcaklığı dolayısıyla rengi de farklıdır.

Yıldız	B-V	V-R
mavi	-ve	-ve
sarı	+ve	-ve
kırmızı	+ve	+ve



Yıldızların Parlaklıkları

Bolometrik Parlaklık

Yıldızdan yeryüzüne bütün dalgaboylarında gelen elektromanyetik enerjinin ölçülmesine dayanan bir kadir sistemi bazan daha uygundur. Bu şekilde bulunan parlaklığa (kadire) bolometrik parlaklık veya kadir (m_{bol}) denir. Yıldız 10 pc uzakta bulunsaydı sahip olacağı kadir de salt (mutlak) bolometrik kadir (M_{bol}) denir. Yalnız bolometrik kadirleri doğrudan doğruya gözlemlerle bulmak olanaksızdır, çünkü bazı elektromanyetik enerji yer atmosferinden geçmez. Bu halde roket veya uydularla gözlem yapılmadıkça bolometrik parlaklık ancak teorik hesaplarla bulunur. Bolometrik kadir ölçeği öyle kurulmuştur ki Güneş gibi bir yıldızın bolometrik kadiri ile vizuel kadiri hemen hemen birbirine eşittir.

Salt bolometrik kadir bir yıldızın dışarı verdiği toplam ışıma enerjisinin hızının bir ölçüsüdür. Bir yıldızın uzaya verdiği toplam ışıma enerjisini salma hızı genellikle sn. de erg olarak ifade edilir ve buna yıldızın toplam ışıması (luminosite) denir.

Güneş'in toplam ışımasını, onun ışımasından yer yüzeyine düşme hızı ölçülerek buluruz. Yer atmosferinin hemen dışında güneş ışınlarına dik 1 cm^2 lik alana gelen enerji $1.36 \times 10^6 \text{ erg sn}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ olarak bulunmuştur. Bu değer Güneş Sabiti olarak bilinir. Güneş'ten 1 sn de bütün doğrultularda uzaya salınan toplam enerji hesaplanabilir.

$1 \text{ AB} = 149.6 \times 10^6 \text{ km}$ olduğuna göre, bu yarıçaptaki bir küre yüzeyi

$4\pi r^2 = 4\pi (149.6 \times 10^{11})^2 = 2.81 \times 10^{27} \text{ cm}^2$ o halde toplam enerji

$2.81 \times 10^{27} \times 1.36 \times 10^6 = 3.82 \times 10^{33} \text{ erg sn}^{-1}$ dir.

Bolometrik Parlaklık

$$m_{\text{bol}} = -2.5 \log_{10} F_{\text{bol}} + C$$

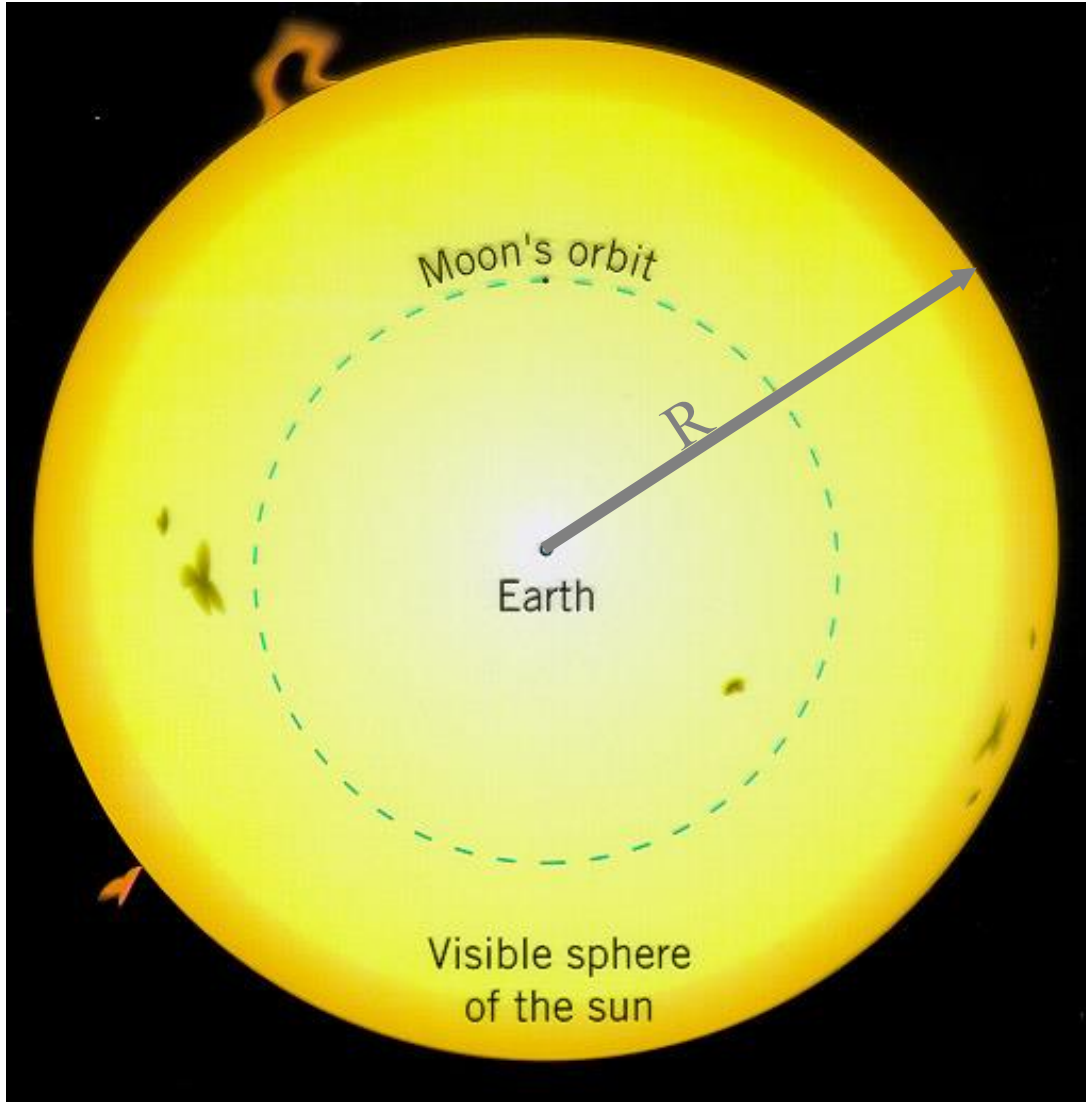
Benzer şekilde, mutlak bolometrik parlaklık da M_{bol} tanımlanabilir. Görsel parlaklıklar, bolometrik parlaklığa bolometrik düzeltme (BC) ile çevrilebilir.

$$BC = (m_{\text{bol}} - m_V) = (M_{\text{bol}} - M_V)$$

$$= 2.5 \log_{10} \left(\frac{F_V}{F_{\text{bol}}} \right)$$

$$M_{\text{bol}} = M_V + BC$$

BC her zaman negatif değer alır ve deneysel yöntemlerle elde edilir.



Yıldızın ışınlım gücü:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

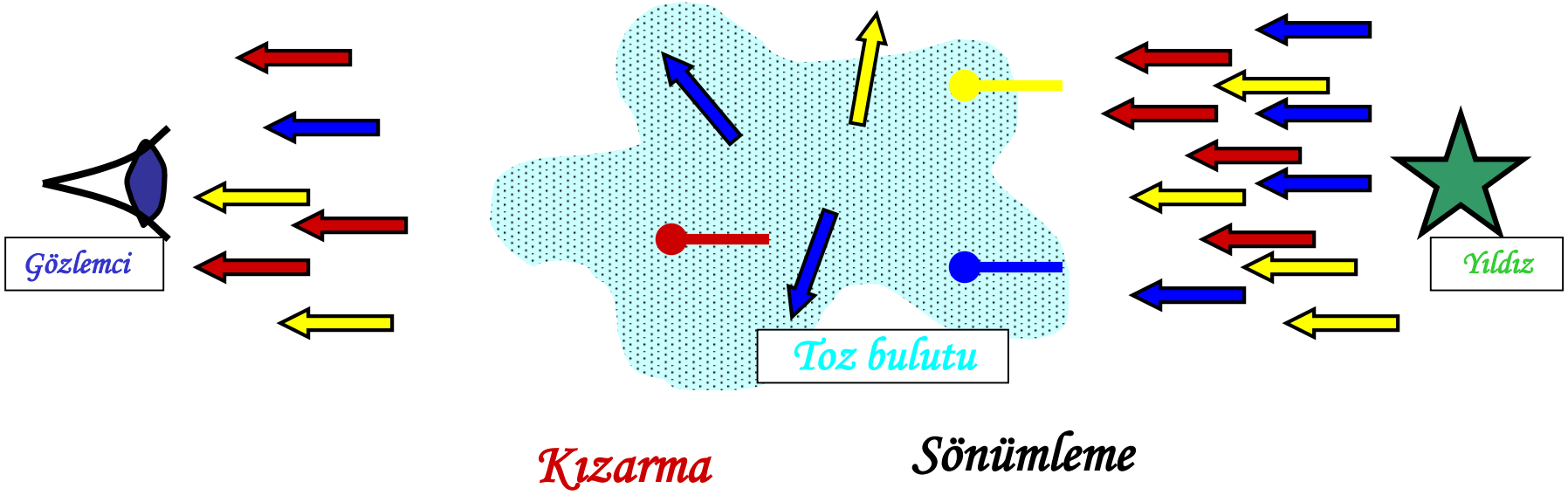
L = Işınlım gücü

R = yıldızın yarıçapı

σ = Stefan-Bolzman
sabit

T = Yüzey sıcaklığı

Kızarma ve sönümlleme



Gözlemci ile yıldız arasında bir toz bulutu var ise bulut içersindeki toz parçacıkları yıldızdan gelen ışınımı soğurur ve bu süreç bulutun ısınmasına yol açar. Bu durum sönümlleme (extinction) olarak adlandırılır.

Bulut içersindeki toz parçacıkları ayrıca yıldızdan gelen ışığı da saçar. Öyleki böyle bir ortamda mavi ışık kırmızıdan daha fazla saçılır. Bu nedenle gözlemci yıldızı olduğundan çok daha kırmızı (veya daha az mavi) görür. Bu durum ise kızarma (reddening) olarak bilinir. Bu etki nedeniyle Güneş doğarken ve batarken daha kırmızı gözükür.