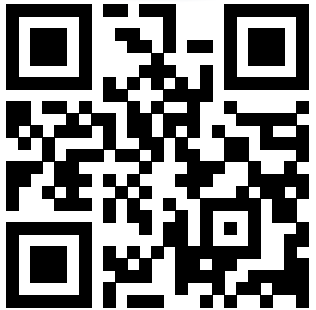
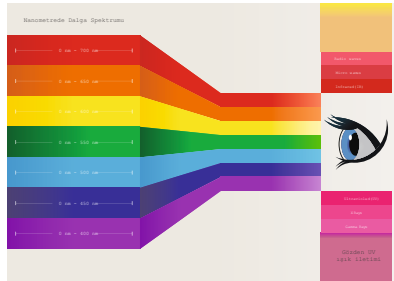
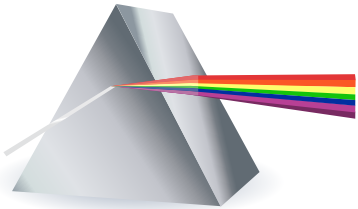


# Optik

SINIFI	ÜNİTE	KONU	TYT-2018		TYT-2019		TYT-2020		TYT-2021		TYT-2022		TYT-2023		Toplam	Ünite Toplamı
			Adet	Soru No	Adet	Soru No	Adet	Soru No	Adet	Soru No	Adet	Soru No	Adet	Soru No		
OPTİK		AYDINLANMA	1	6	1	6							1	6	3	9
		GÖLGE													0	
		YANSIMA													0	
		DÜZLEM AYNA					1	7			1	7			2	
		KÜRESEL AYNALAR											1	7	1	
		KIRILMA	1	7											1	
		MERCEKLER							1	7					1	
		PRİZMALAR													0	
		RENK			1	7									1	



Ders içeriğini  
görmek için  
karekodu okutunuz.

**Oğuz Nail ŞAŞMAZ**  
**Fizik Öğretmeni**  
**www.Fizik.Tv.TR**

**TV TRC**  
**FİZİK**

# Aydınlanma

**Optik:** Işığın saydam ortamdaki hareketini inceleyen bilim dalıdır.

**Işık:** Işık kaynağından çıkan taneciklerden (foton) oluşan enerjiye denir. Işık hem dalga hem de tanecik (foton) gibi davranır.

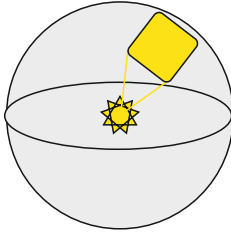
**Işık Şiddeti(I):** Kaynaktan birim zamanda(1sn) çıkan ışık enerjisinin bir ölçüsüdür. Birimi:Candela (Cd)

**Işık Akısı( $\Phi$ ):** Işık kaynağından çıkıp karşısındaki yüzeye birim zamanda(1sn) düşen ışık miktarına denir.

Işık akısı, ışık kaynağının şiddeti ve yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Birimi Lümen(lm)

Işık şiddeti 1 cd olan noktasal kaynak 1m yarıçaplı kürenin yüzeyindeki  $1m^2$ 'lik kısmındaki ışık akısı 1 lümandır.

Işık Şiddeti(I) bir kaynağın tüm yüzeylerde oluşturduğu ışık akısı, ışık şiddetiyle doğru orantılıdır. Işık Akısı kürenin yarıçapına bağlı değildir.



**Aydınlanma Şiddeti(E):** Birim yüzeye düşen ışık akısı miktarına denir. Birimi Lüks(lx) Işık kaynağından çıkan ışınlar yüzeye dik geliyorsa yüzeyde oluşturdukları aydınlanma şiddeti maksimumdur.

**Fotometre:** Işık şiddeti bilinmeyen bir ışık kaynağının şiddetini belirlemek için kullanılan araçlara denir.

**Maddelerin Işık Geçirgenliği**

**Saydam Maddeler:** Üzerine düşen maddelerin tamamını geçiren maddelerdir.

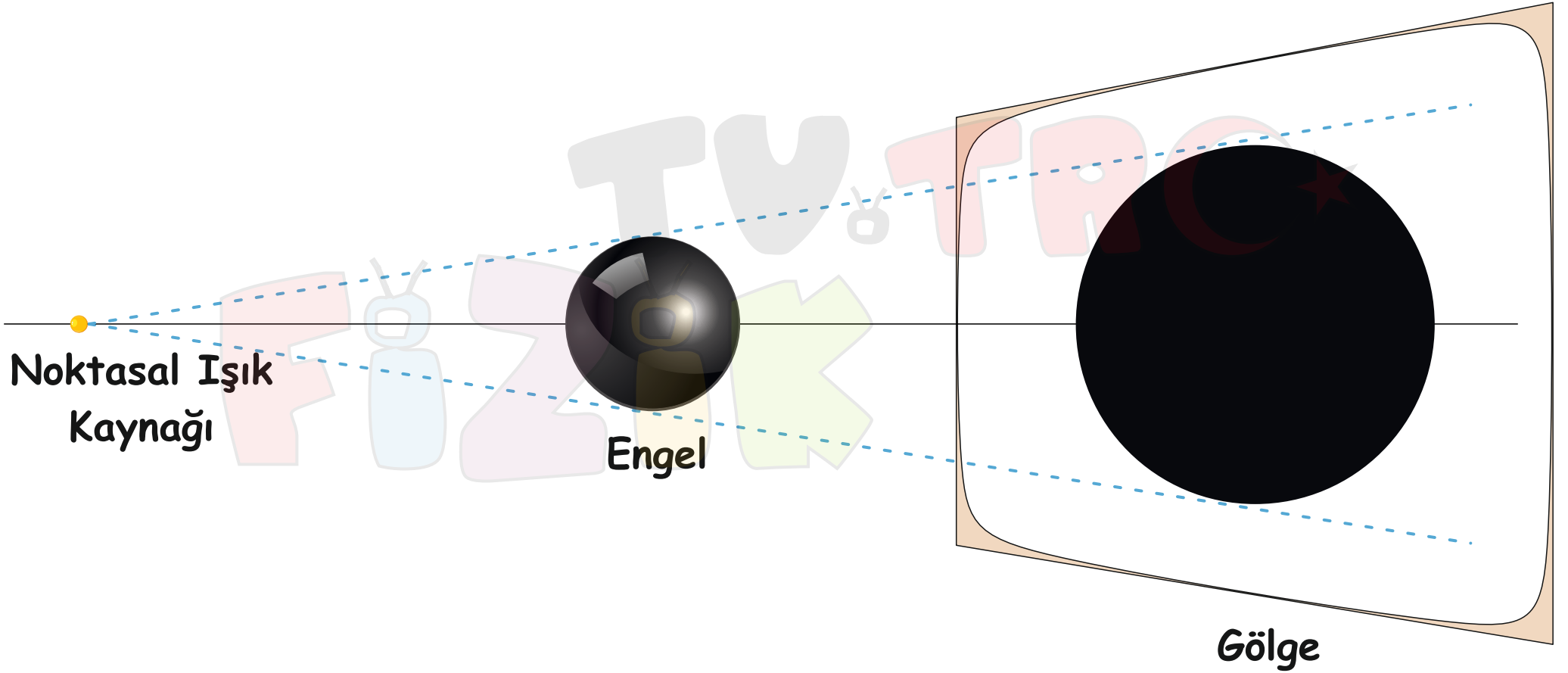
**Yarı Saydam Maddeler:** Üzerine düşen ışığın bir kısmını geçiren bir kısmını yansıtan maddelerdir.

**Saydam Olmayan Maddeler:** Üzerine düşen ışığı geçirmeyen maddelerdir.

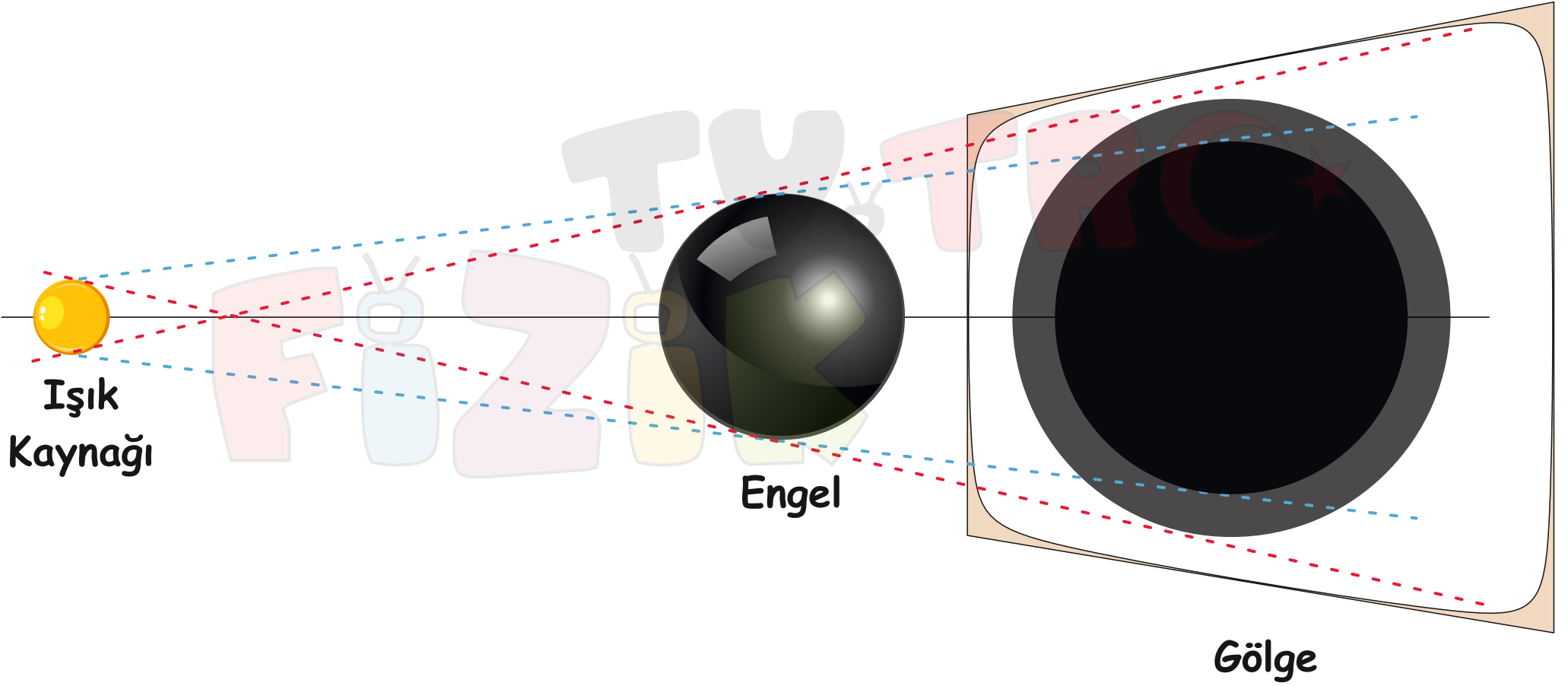
**Tam Gölge:** Işık almayan bölgelere denir

**Yarı Gölge:** 1. Kaynaktan ışık alan, 2. Kaynaktan ışık almayan bölgelere denir.

# Noktasal Işık Kaynağı

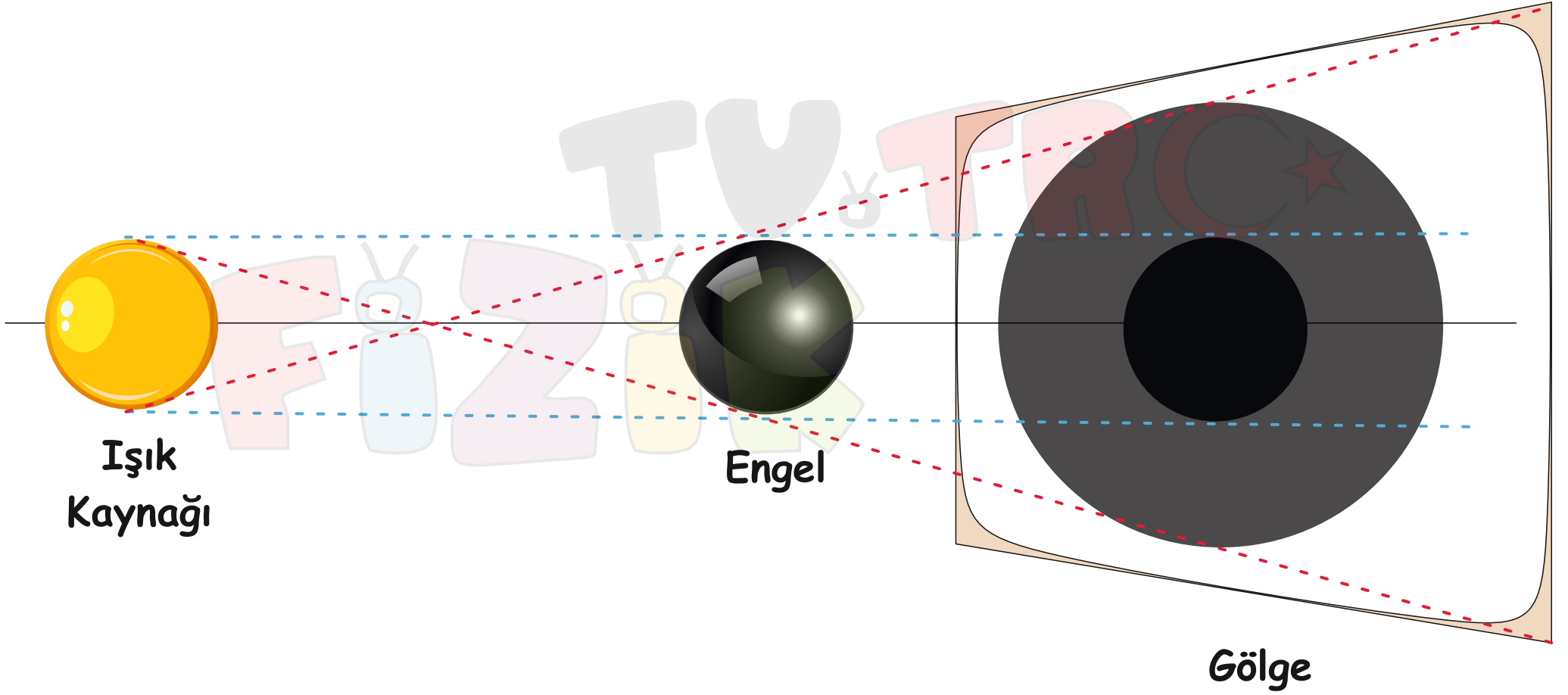


Işık kaynağı engelden küçük ise,

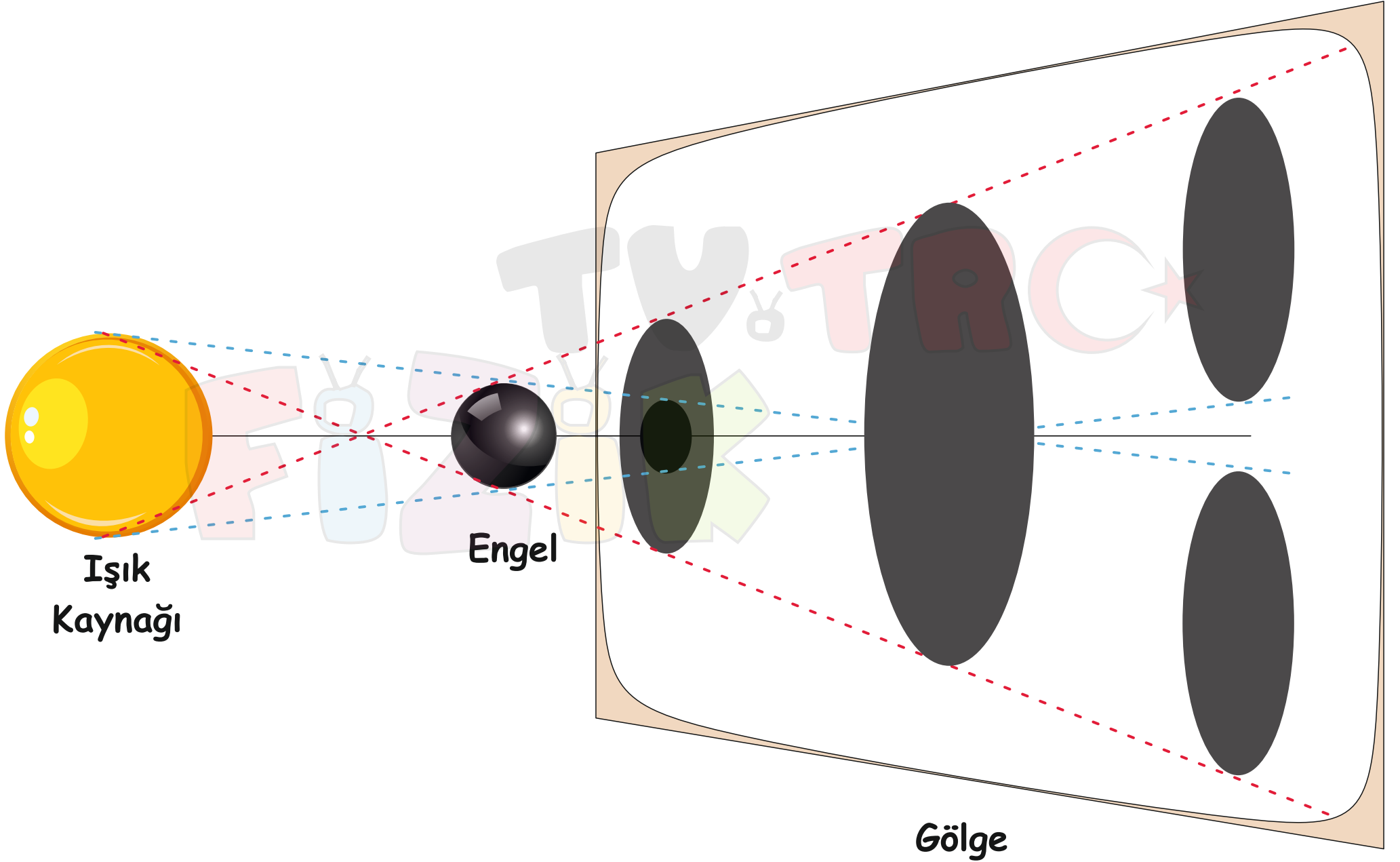




Işık kaynağı engele eşit ise,

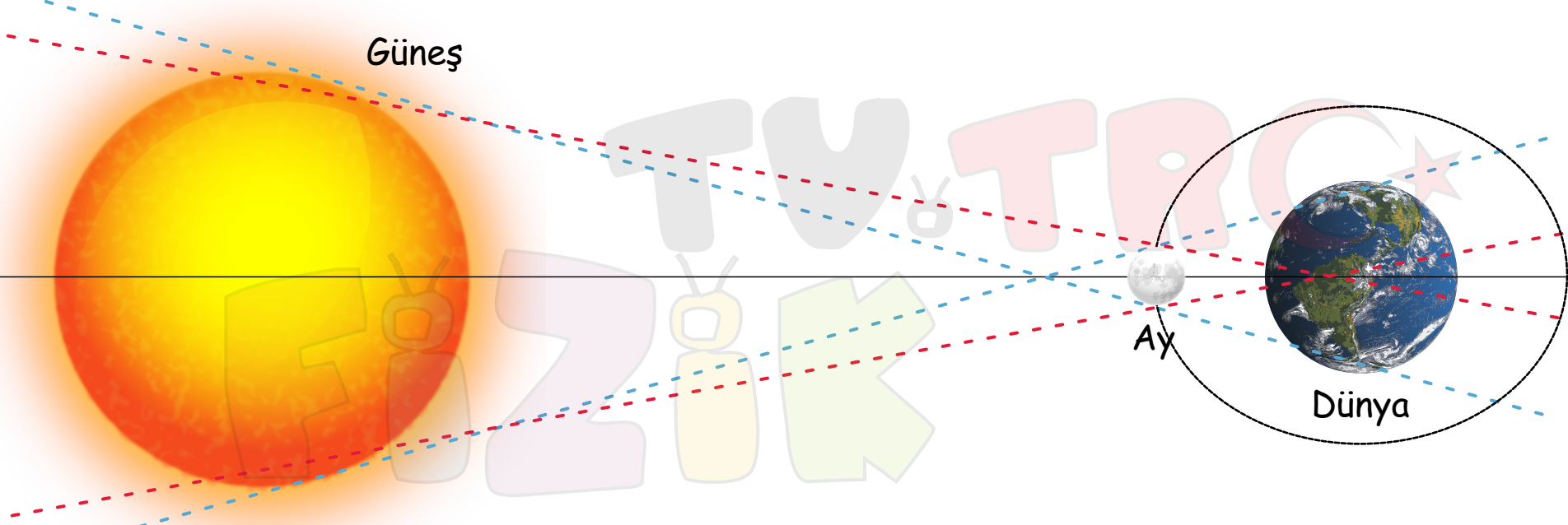


Işık kaynağı engelden büyük ise,



# Güneş Tutulması

Ay'ın yörünge hareketi sırasında Dünya ile Güneş arasına girmesi ile Ay'ın Güneş'i kısmen ya da tümüyle örtmesi sonucunda gözlemlenen doğa olayıdır. Tutulmanın olması için Ay'ın yeni ay evresinde olması ve Dünya'ya göre Güneş ile kavuşum halinde olması, yani yörünge düzleminin Dünya'nın Güneş çevresindeki yörünge düzlemi ile çakışması gerekir.

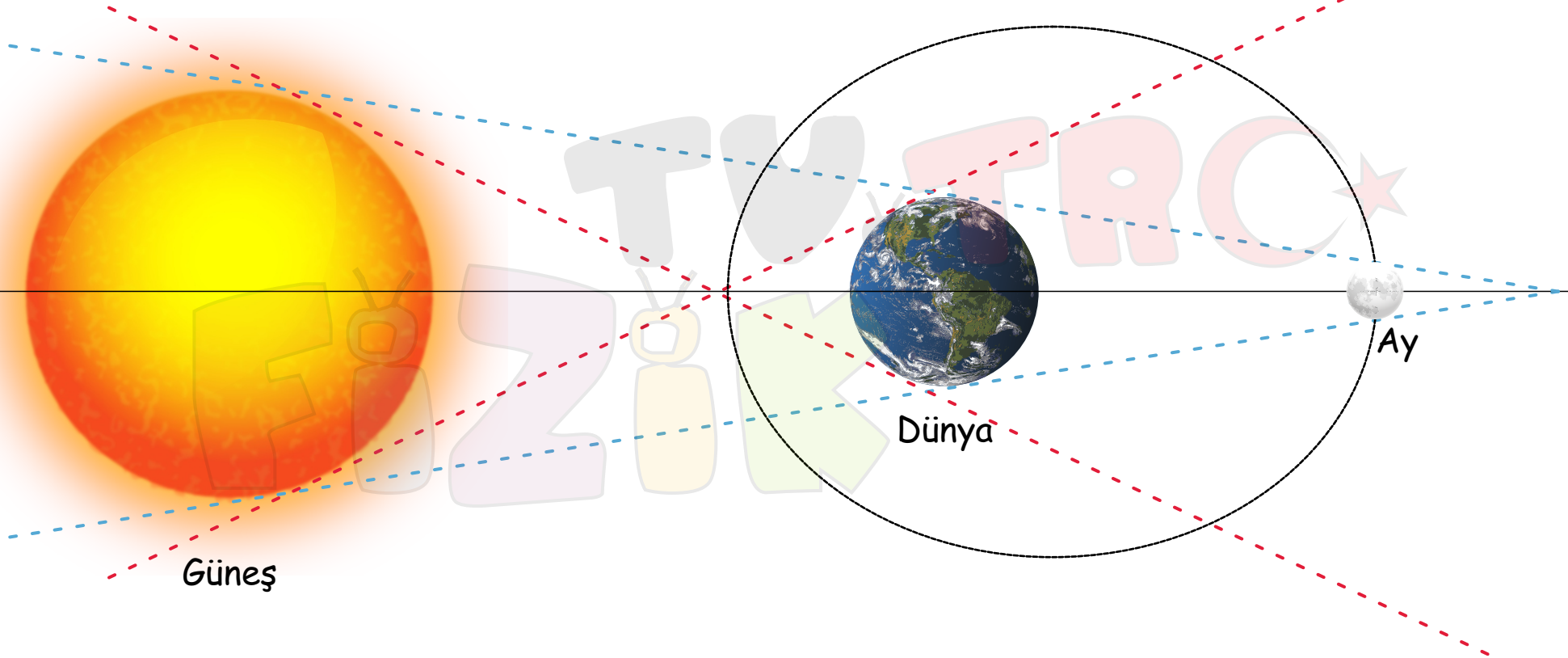


Bir yıl içinde Ay, Dünya çevresinde yaklaşık on iki kez dönmesine karşın, Ay'ın yörünge düzlemi ile Dünya'nın yörünge düzlemi arasında beş derece kadar bir açı olması sonucu, Ay her defasında Güneş'in tam önünden geçmez ve dolayısıyla bu çakışma seyrek olarak oluşur. Bu yüzden, yılda iki ile beş arasında Güneş tutulması gözlemlenir. Bunlardan en çok ikisi tam tutulma olabilir. Güneş tutulması Dünya üzerinde dar bir koridor izler. Bu yüzden herhangi bir bölge için Güneş tutulması çok ender bir olaydır.

**Güneş Tutulması:** Ayın Güneş ile Dünya arasında aynı doğrultuda iken Ayın gölgesi Dünya üzerine düşüp, Dünya'dan Güneşin görünmemesi durumudur.

# Ay Tutulması

Ay, kendi yörüngesinde dolanırken, kimi zaman Dünya'nın gölgesine girer. Buna Ay tutulması denir. Ay 1 tutulması, dolunay zamanında ve Ay'ın düğüm noktalarına yakın olması durumunda meydana gelir. Ay'ın, Dünya'nın gölgesine girmesi ile Güneş'ten aldığı parlaklığı kaybetmesi neticesinde görülür.



**Ay Tutulması:** Güneş ile Ay arasında Dünyanın aynı doğrultuda iken Dünyanın gölgesi Ay üzerine düşüp, Ayın karanlık görünmesidir.

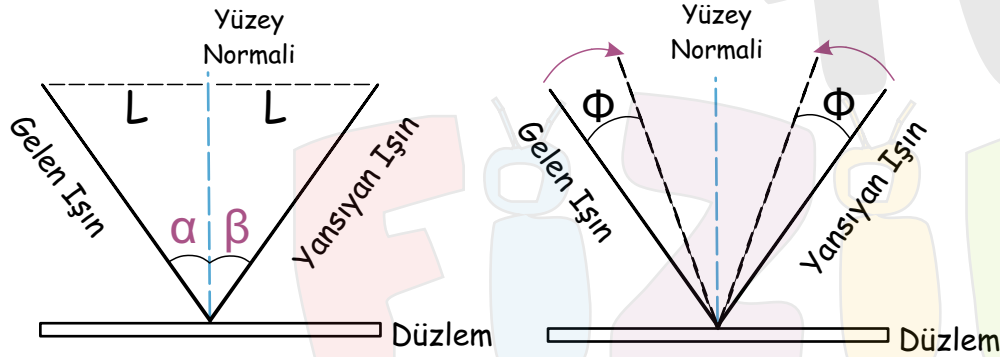
## Işığın Yansımada

Işığın bir maddeye çarparak doğrultu değiştirmesine yansımada denir.

Gelen açı (α): Gelen ışığın yüzey normaliyle yaptığı açıdır.

Yansıyan açı (β): Yansıyan ışığın yüzey normaliyle yaptığı açıdır.

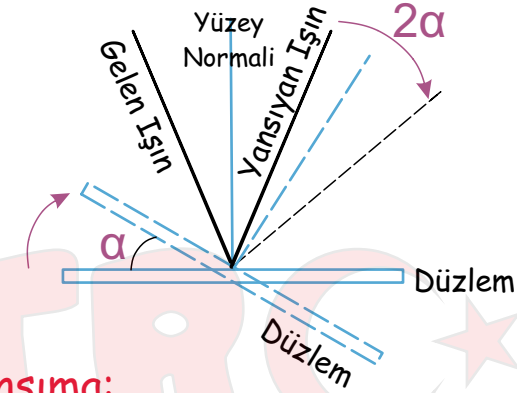
Yüzey Normali: Düzlemla 90° açı yapan dikmedir.



## Yansımada Kuralları:

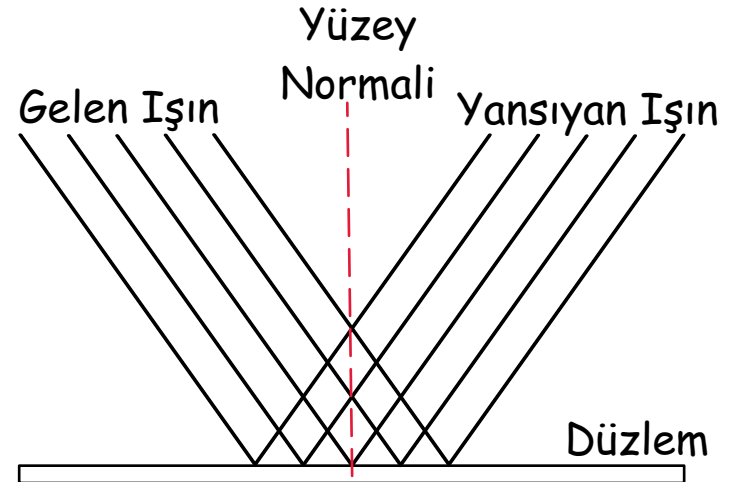
1. Gelme açı = Yansımada açı  $\alpha = \beta$
2. Gel ışın, yansıyan ışın, yüzey normali aynı düzlemldedir.
3. Gelen ve yansıyan ışının normale uzaklıkları eşittir.
4. Gelen ışın  $\Phi$  açı kadar normale yaklaşırsa yansıyan ışında  $\Phi$  açı kadar normale yaklaşır.

5. Gelen ışın sabitken, ayna α açı kadar dönerse yansıyan ışında 2α açı kadar döner



## Düzgün Yansımada:

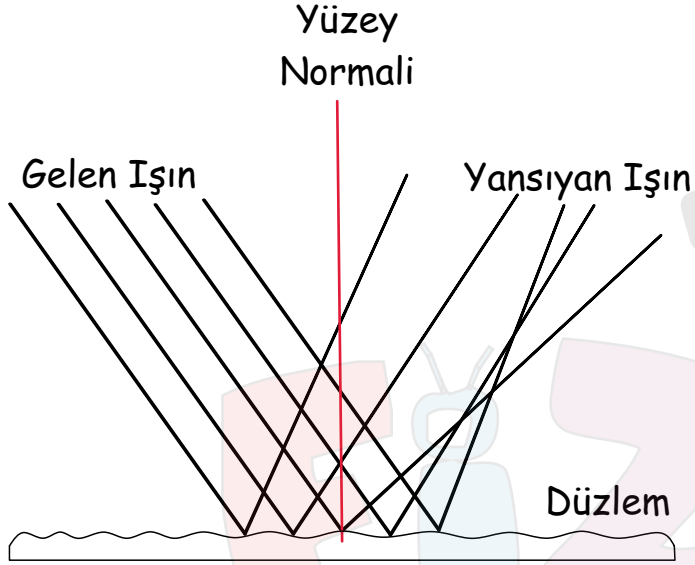
Işığın bir yüzeye çarpıp geldiği açıya eşit açı yapacak şekilde hareket etmesidir. Düz aynada, cam, durgun su gibi yüzeylerde düzgün yansımada gerçekleşir.



# Düzlem Aynalar

## Dağınık Yansımaları

Işığın düz olmayan ve pürüzlü bir yüzeye çarpıp geldiği açıdan farklı açılar yapacak şekilde yansımaya denir.



Küresel aynada, buzlu cam ve dalgalı su gibi yüzeyler de dağınık yansıma gerçekleşir.

Düzensiz ve dağınık yansımada yansıma kuralları geçerlidir.

## Düz Aynada Görüntü Oluşumu

**Görüntü:** Cisimden çıkan ışınlar aynadan yansıdığı anda ayna önünde yada arkasında oluşturduğu şekildir.

**Gerçek görüntü:** Cisimden çıkan ışınlar aynada yandıktan sonra ayna önünde görüntü oluşmasıdır.

Aynaya gelen ışınların kesiştiği yerde görüntü oluşursa, görüntü gerçektir.

Mum ışığının perdede ki görüntüsü, çukur kasedeki cismin görüntüsü

Ayna önünde görüntü oluşur.

Cisme göre de terstir.

Perde üzerine düşürülebilir.

Dar görüş alanı içindedir.

**Sanal görüntü (Sanal):** Yansıyan ışının uzantısının kesiştiği yerde görüntü oluşmasıdır.

Ayna arkasında görüntü oluşur.

Cisme göre de düzdür.

Perde üzerine düşürülemez.

Geniş bir görüş alanı içindedir.

# Düzlem Aynalar

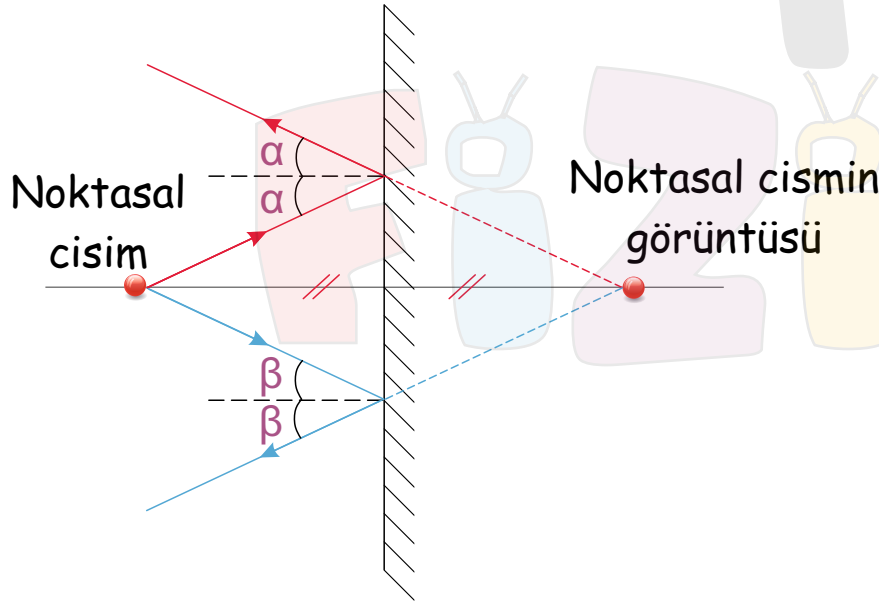
## Noktasal cismin düz aynada görüntüsü

Noktasal cisimden aynaya yansıma kurallarına göre iki ışın gönderilir. Yansıyan ışının uzantılarının kesiştiği yerde görüntü oluşur.

Yansıyan ışının uzantısının kesiştiği yerde görüntü oluştuğu için, görüntü sanaldır(Zahiri).

Görüntü ayna arkasında düzdür.

Görüntü perde üzerine düşürülemez.



Noktasal cismin aynaya göre simetrisi alınırsa, görüntünün yeri daha kolay bulunur.

## Cismin düz aynada görüntüsü

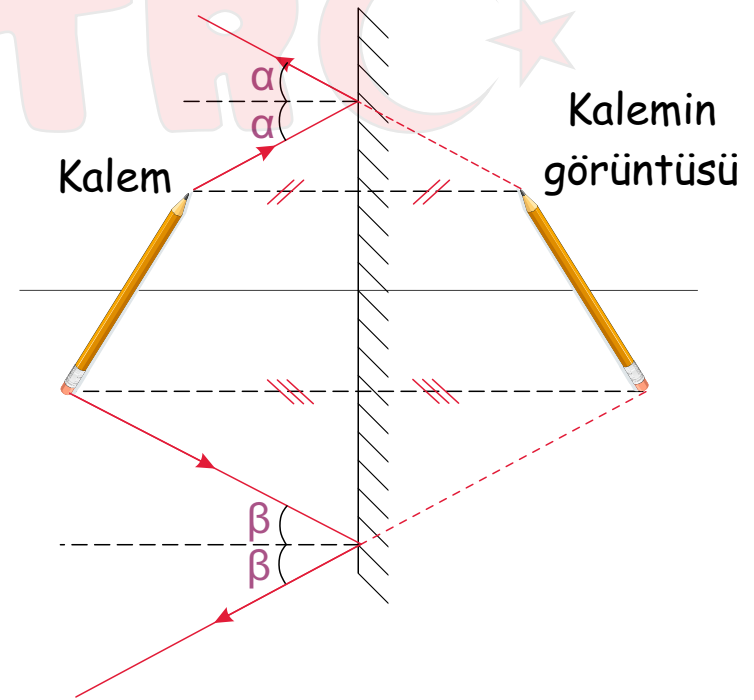
Cismin boyu görüntünü boyuna eşittir.

Cismin ve görüntünün aynaya uzaklığı eşittir.

Görüntü ve cisim aynaya göre simetriktir.

Cismin görüntüsü sanaldır(Zahiri).

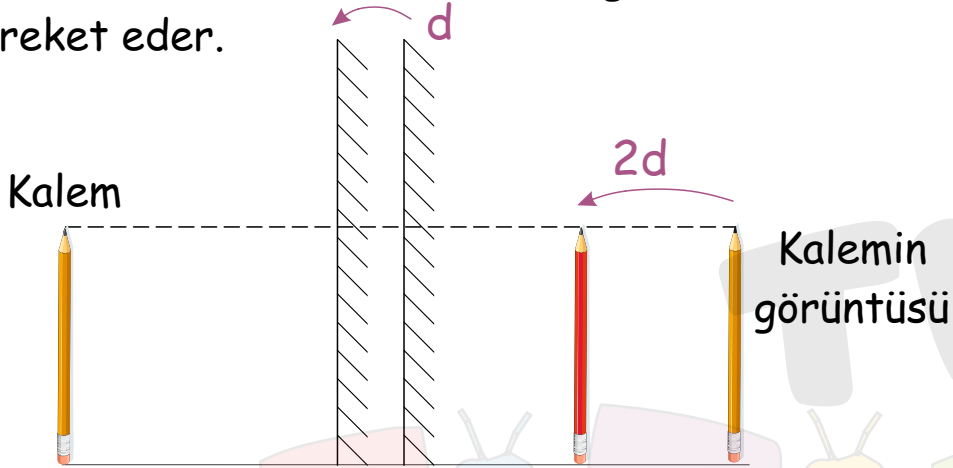
Görüntü perde üzerine düşürülemez.



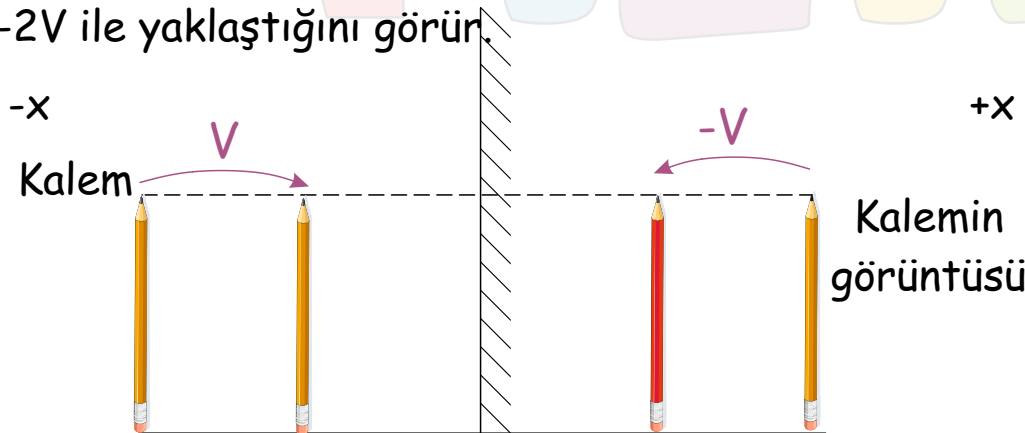


# Düzlem Ayna

\* Düzlem ayna cisme yaklaştırılırsa cismin görüntüsü de aynayla aynı yönde hareket ederek cisme yaklaşır. Ayna  $d$  kadar hareket ettirilirse görüntü  $2d$  kadar hareket eder.

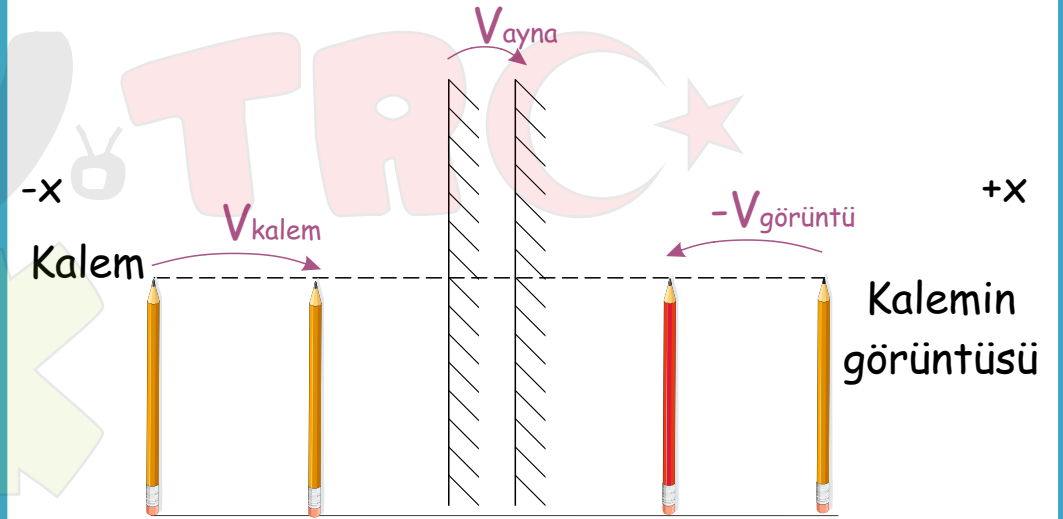


\* Kalem aynaya  $V$  hızıyla yaklaşırsa kalemin görüntüsü de aynayla  $-V$  hızıyla yaklaşır. Kalem de görüntüsünü  $-2V$  ile yaklaştığını görür.



Kalem kendisini duruyor kabul eder. Hızını görüntüye aktarır.  $-x$  yönünde  $2V$  ile hareket ederek kendisine yaklaştığını görür. Görüntü  $-x$  yönünde hareket ettiği için hızı  $-$  dir.

\* Kalem ile ayna aynı yönde hareket ederse,



Görüntünün yere göre hızı,

$$V_{bağlı} = 2V_{ayna} - V_{cisim}$$

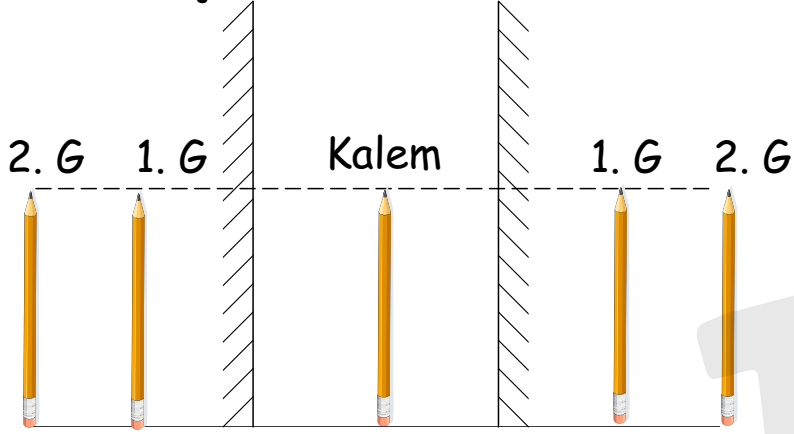
Görüntünün cisme göre hızı,

$$V_{bağlı} = 2(V_{ayna} - V_{cisim})$$



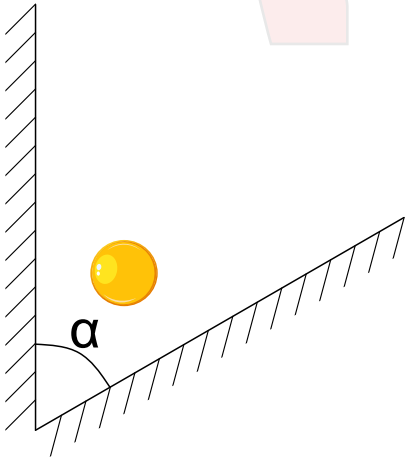
# Düzlem Ayna

\* iki düzlem ayna arasındaki kalemin sonsuz sayıda görüntüsü oluşur.



Kalemin n. görüntülerinin arasındaki uzaklık  $z = n.[2(x+y)]$  ifadesinden bulunur.

\* Keşişen iki ayna arasındaki görüntü sayısı,



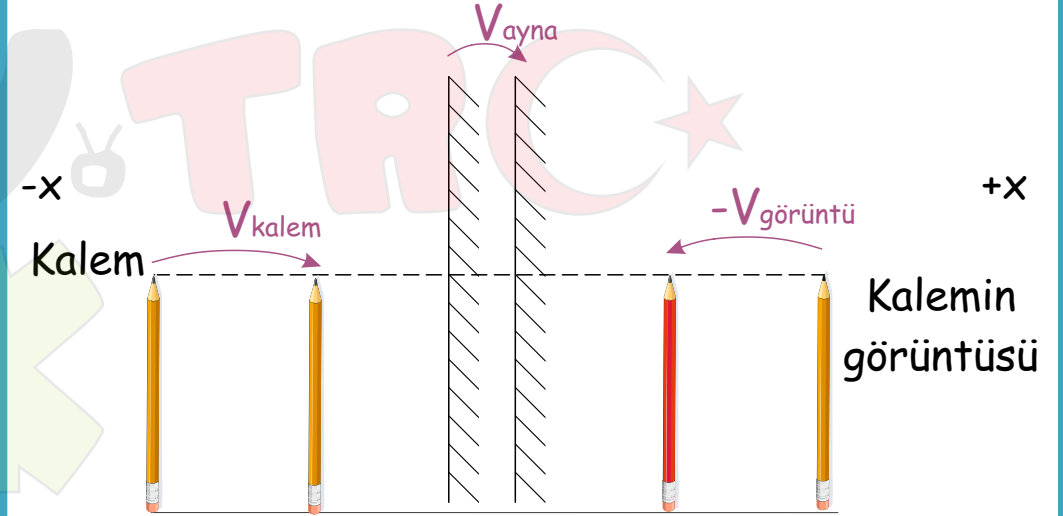
$$n = \frac{360}{\alpha} - 1$$

formülü ile bulunur.



Kalem kendisini duruyor kabul eder. Hızını görüntüye aktarır. -x yönünde 2V ile hareket ederek kendisine yaklaştığını görür. Görüntü -x yönünde hareket ettiği için hızı - dir.

\* Kalem ile ayna aynı yönde hareket ederse,



Görüntünün yere göre hızı,

$$V_{bağıl} = 2V_{ayna} - V_{cisim}$$

Görüntünün cisme göre hızı,

$$V_{bağıl} = 2(V_{ayna} - V_{cisim})$$

# Düzlem Ayna

## Düzlem Aynada Görüş Alanı

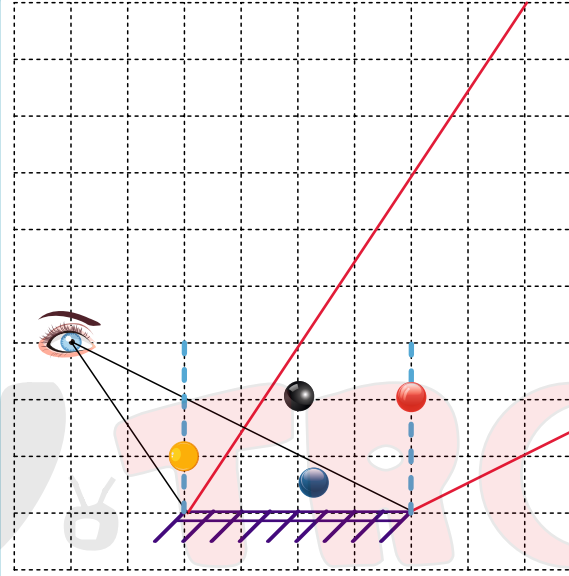
Aynada gördüğümüz alana görüş alanı denir. Görüş alanı, Aynanın boyuna, Gözün aynaya uzaklığına Gözün aynaya bakış doğrultusuna bağlıdır.

1 Yol: Gözden aynanın uç kısımlarına ışınlar gönderilir. Yüzey normali ile eşit açı yapacak şekilde yansıtılır. Aynanın iki uçundan yansıyan ışınların arasındaki alan görüş alanıdır. Göz bu aradaki cisimleri görür.

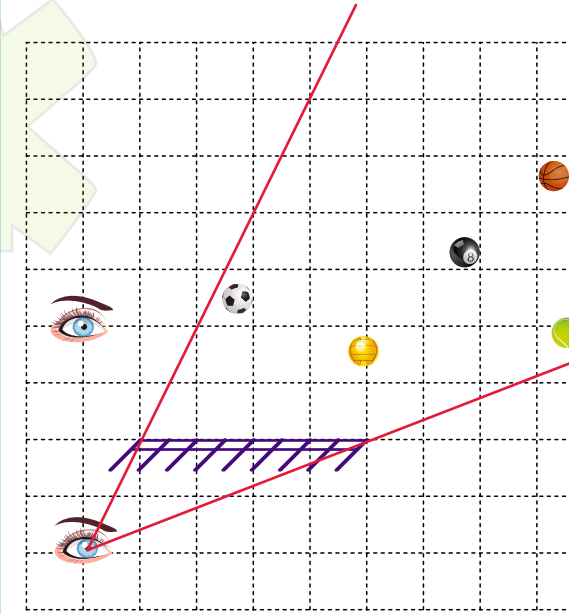
2 Yol: Gözün aynaya göre simetrisi alınır. Simetrik gözden aynanın uç kısımlarına ışınlar gönderilir. Aynanın iki uçundan yansıyan ışınların arasındaki alan görüş alanını oluşturur. Göz bu aradaki cisimleri görür.

💡 Görüş alanında ardarda cisimler var ise öndeki cisim görünür. Arkadaki cisim görünmez.

💡 Gözden gelen ışın 1.cisme geldikten sonra uzantısı alındığında 2. cisim üzerinden geçerse göz 2. cismi göremez.

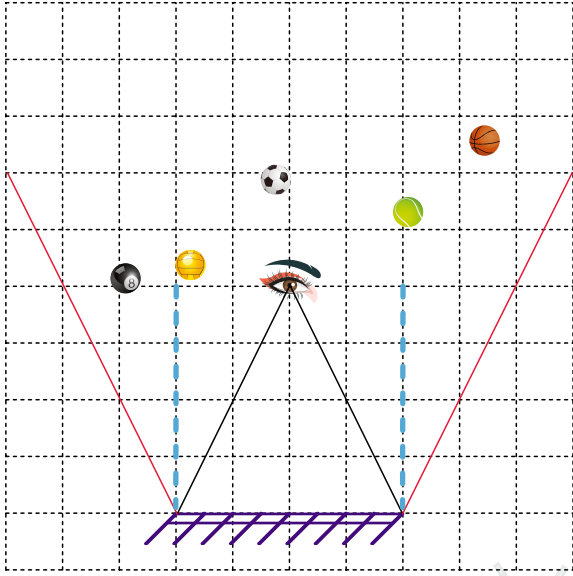


Gözden aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, yansıyan ışınlar arasında kalan alandaki cisimler görülür.

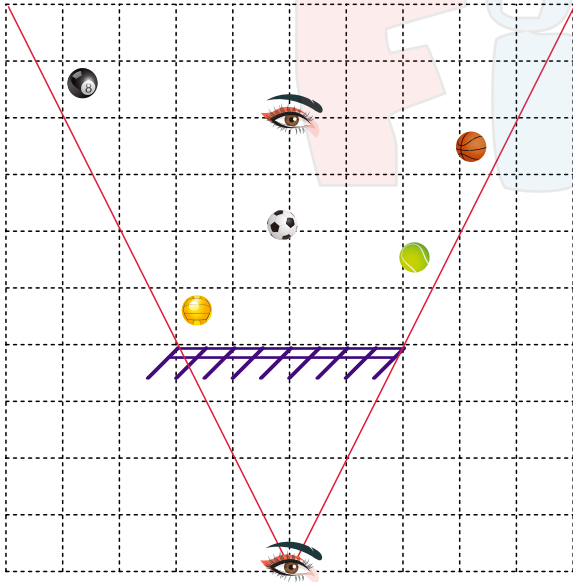


Gözün aynadaki simetrisi alınır. Aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, ışın uzantılarının arasında kalan cisimler görülür.

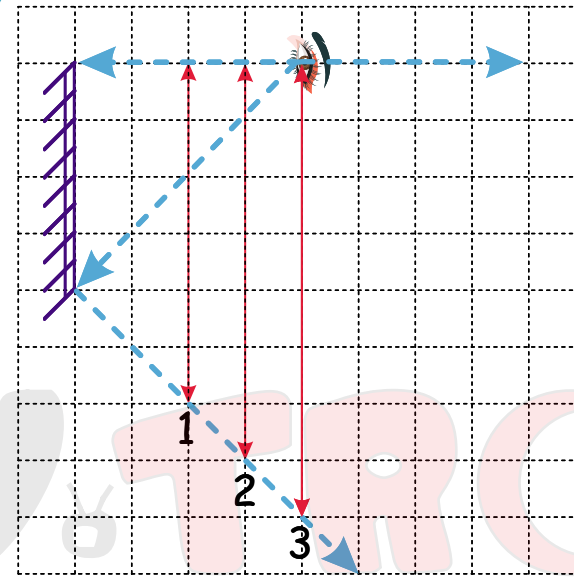
# Düzlem Ayna



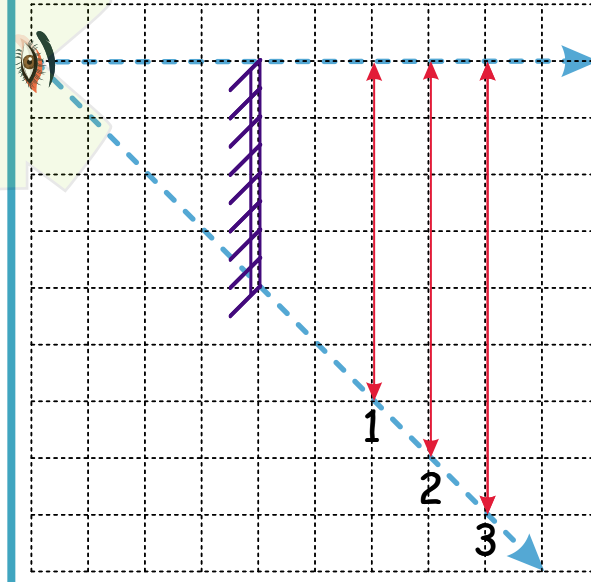
Gözden aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, yansıyan ışınlar arasında kalan alandaki cisimler görülür.



Gözün aynadaki simetrisi alınır. Aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, ışın uzantılarının arasında kalan cisimler görülür.



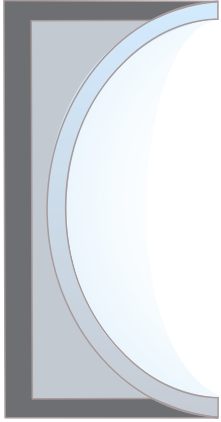
Gözden aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, yansıyan ışınlar arasında kalan alanın büyüklüğü kadar uzunluktaki cismi görür.



Gözün aynadaki simetrisi alınır. Aynanın uçlarına ışınlar gönderilir, ışın uzantılarının arasında kalan cisimler görülür.

# Küresel Ayna

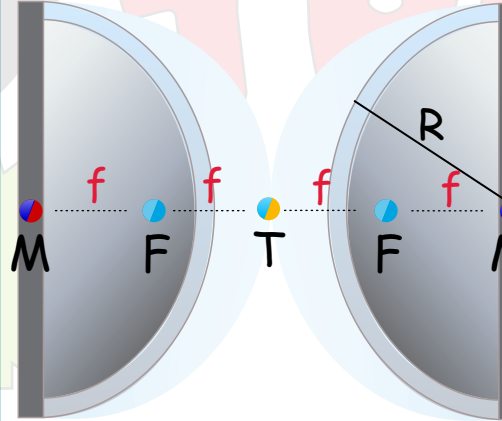
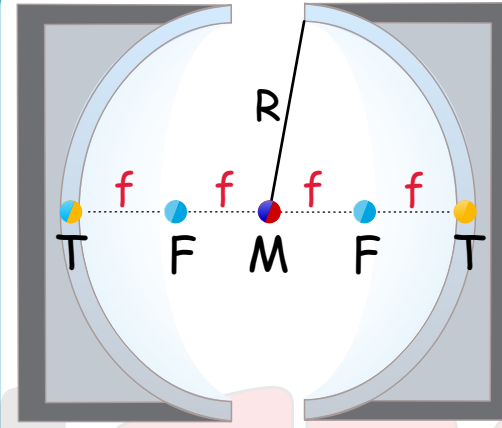
**Küresel Ayna:** Üzerine düşen ışığın tamamına yakını yansıtan küresel yüzeye sahip aynalara denir.



**Çukur Ayna (İç bükey ayna):** Küresel yüzeyin iç kısmı yansıtıcı aynalara denir.  
Çukur ayna yansıyan ışını bir noktada toplar.



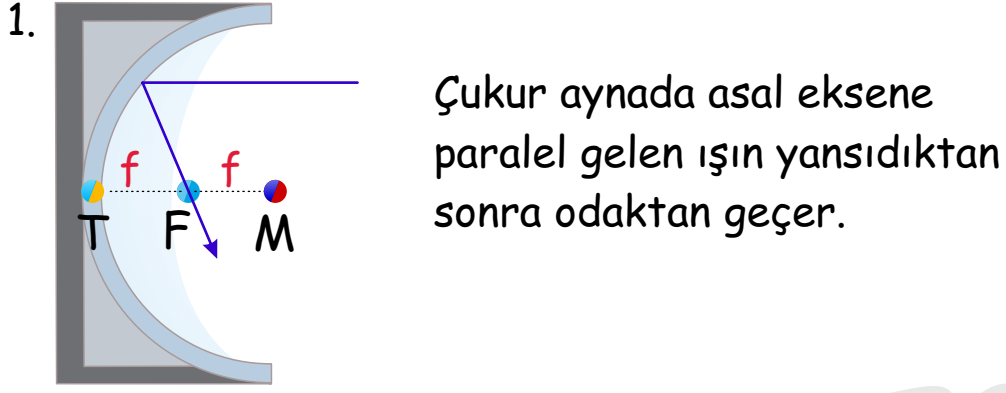
**Tümsek Ayna (Dış bükey ayna):** Küresel yüzeyin dış kısmı yansıtıcı aynalara denir.  
Tümsek ayna yansıyan ışını dağıtır



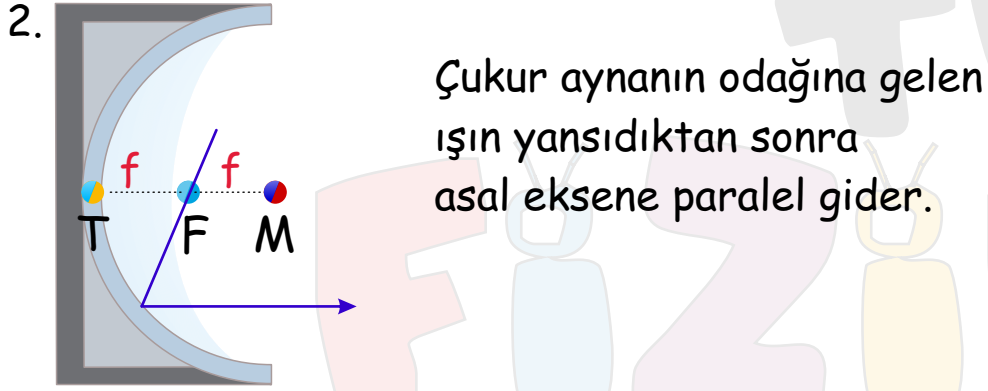
**M:** Aynanın merkezi  
**F:** Aynanın odağı  
**T:** Aynanın tepe noktası  
**f:** Aynanın merkezinin odak noktasına olan uzaklığı

$$\begin{aligned} TF &= FM \\ MF &= FT \\ TM &= MT = R = 2f \\ f &= R/2 \end{aligned}$$

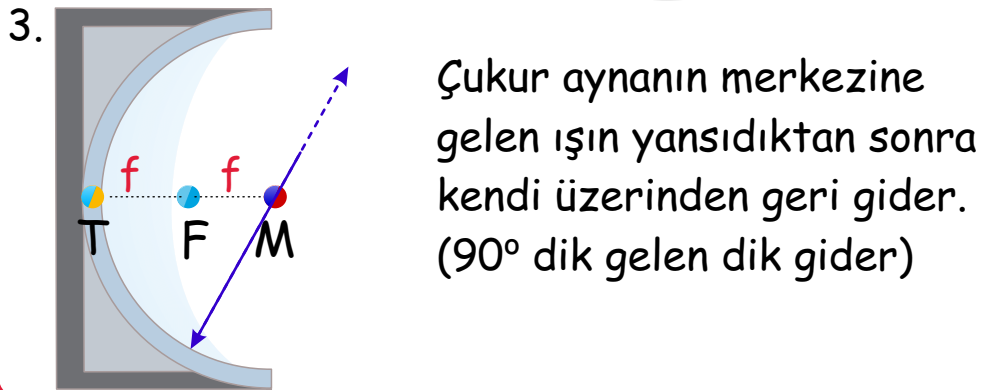
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar



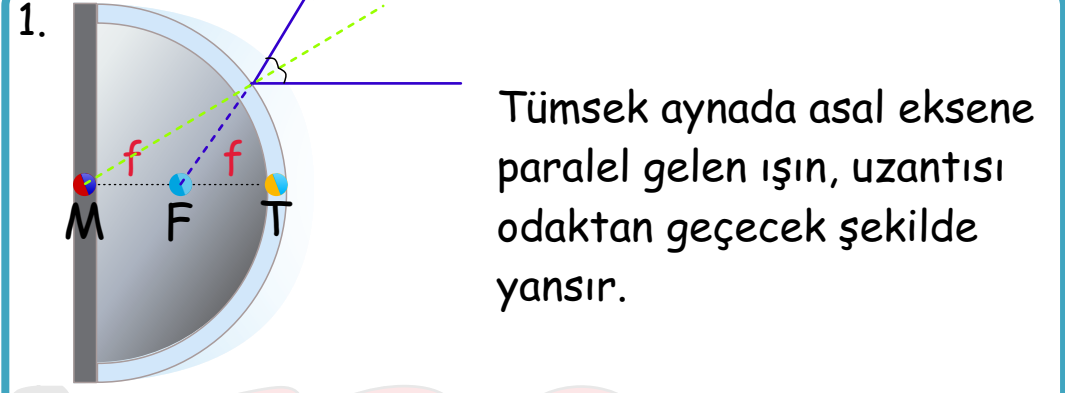
Çukur aynada asal eksene paralel gelen ışın yansıdıktan sonra odakta geçer.



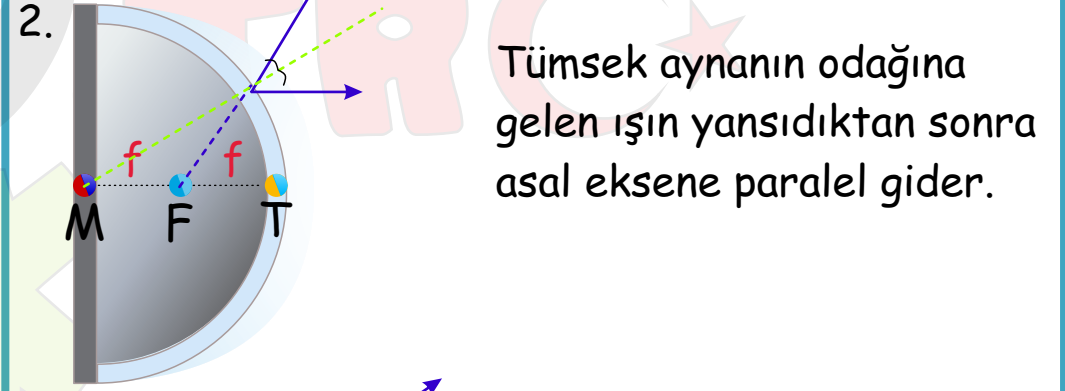
Çukur aynanın odağına gelen ışın yansıdıktan sonra asal eksene paralel gider.



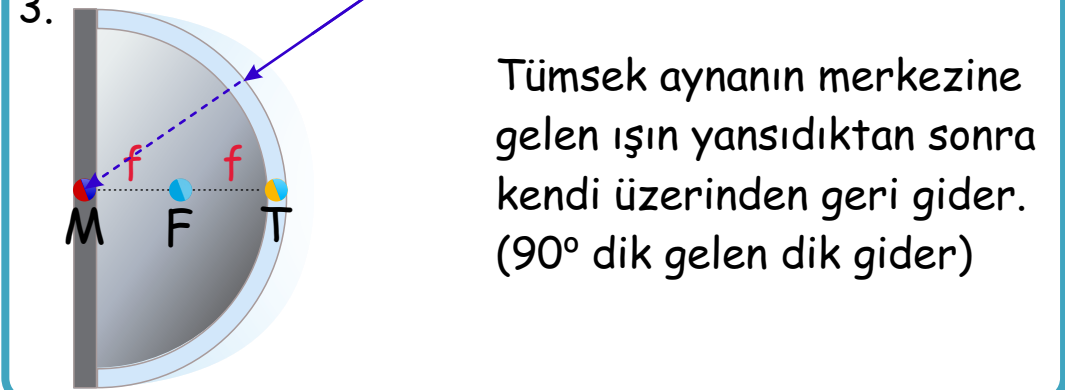
Çukur aynanın merkezine gelen ışın yansıdıktan sonra kendi üzerinden geri gider. (90° dik gelen dik gider)



Tümsek aynada asal eksene paralel gelen ışın, uzantısı odakta geçecek şekilde yansır.



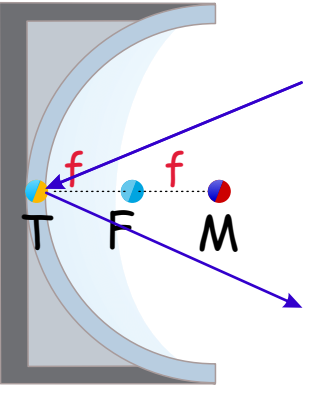
Tümsek aynanın odağına gelen ışın yansıdıktan sonra asal eksene paralel gider.



Tümsek aynanın merkezine gelen ışın yansıdıktan sonra kendi üzerinden geri gider. (90° dik gelen dik gider)

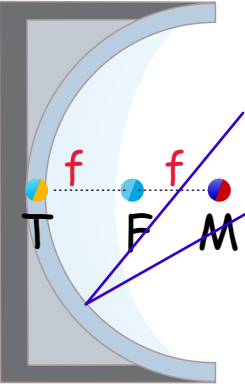
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar

4.



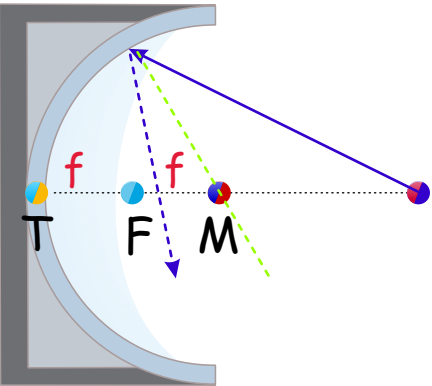
Çukur aynada tepe noktasına gelen ışın, gelme açısı ile eşit yapacak şekilde yansır.

5.



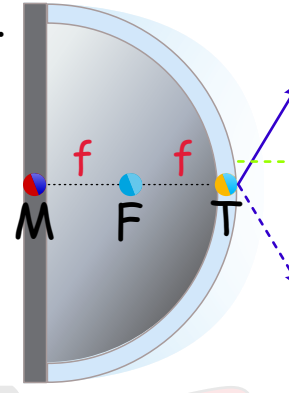
Çukur aynada odak ile merkez arasında gelen ışın, merkezin dışından geçecek şekilde yansır.

6.



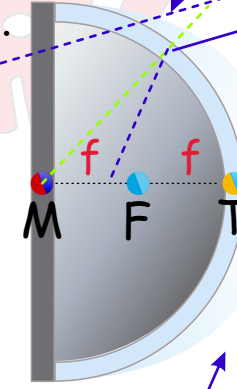
Çukur aynada merkezin dışından gelen ışın, odak ile merkez arasından geçecek şekilde yansır.

4.



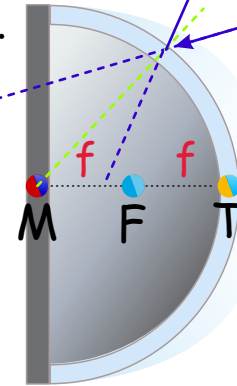
Tümsek aynada tepe noktasına gelen ışın, gelme açısı ile eşit yapacak şekilde yansır.

5.



Tümsek aynada merkez ile odak arasında gelen ışın, merkezin dışından geçecek şekilde yansır.

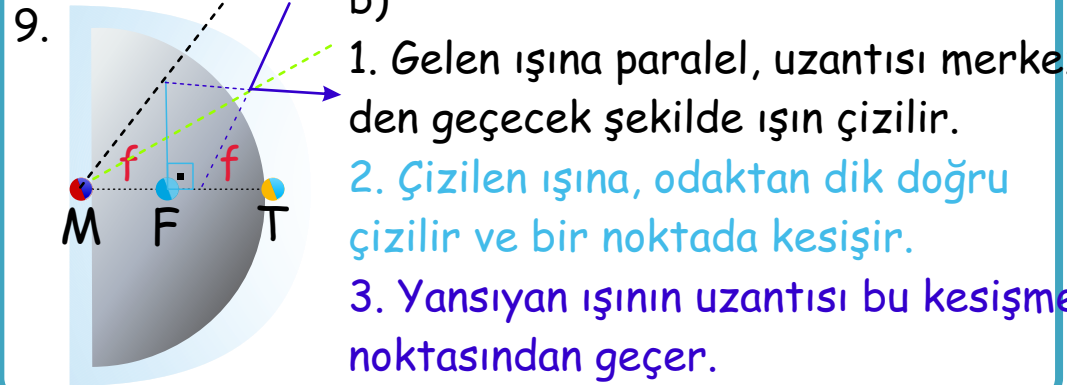
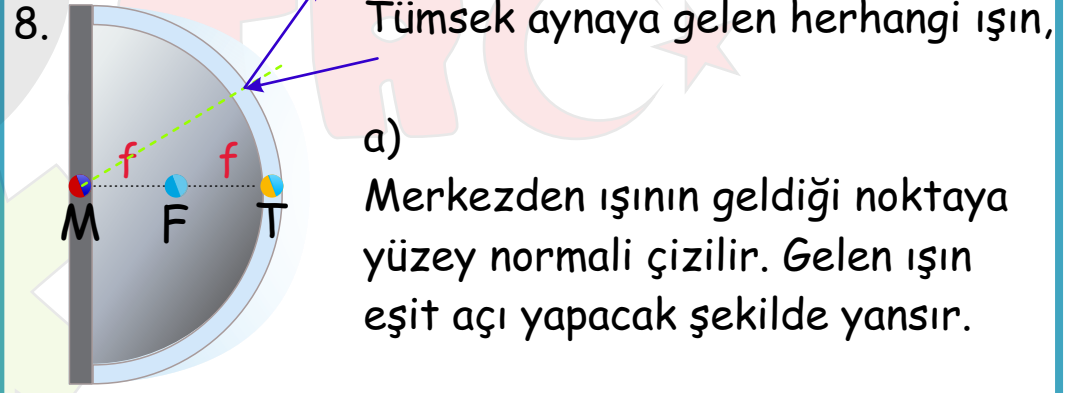
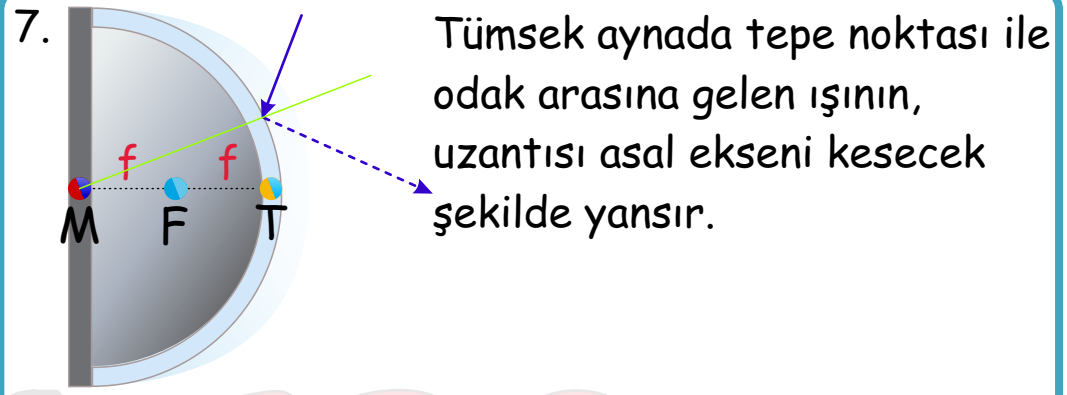
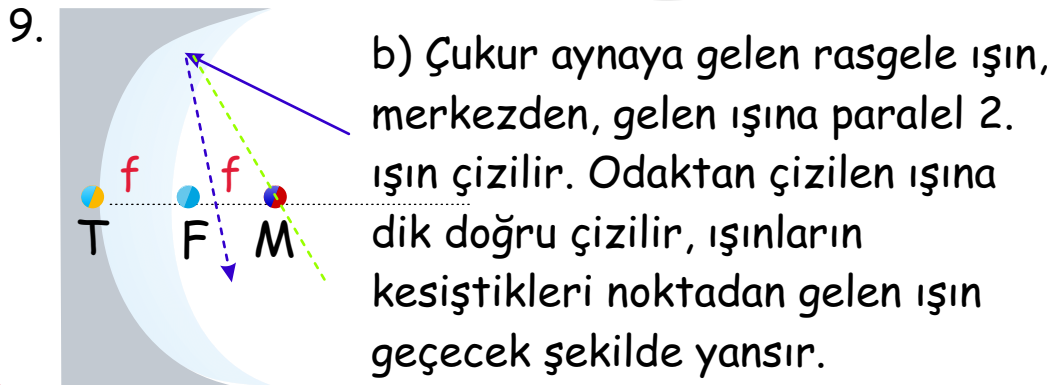
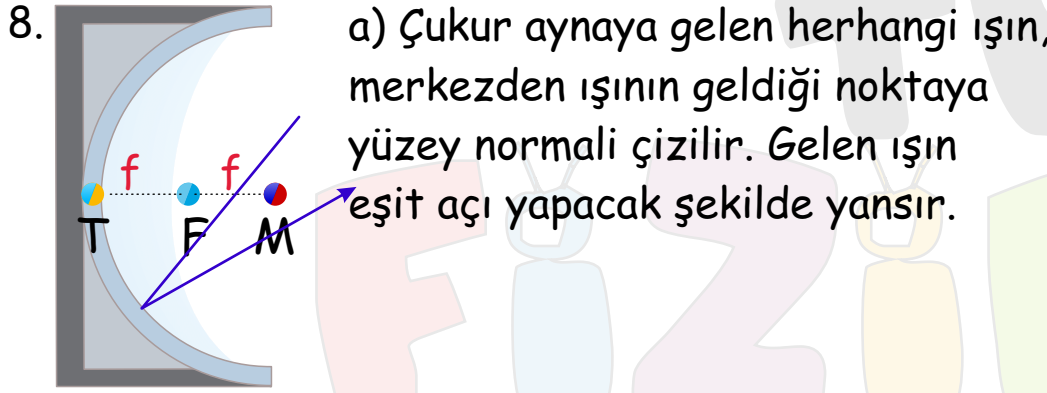
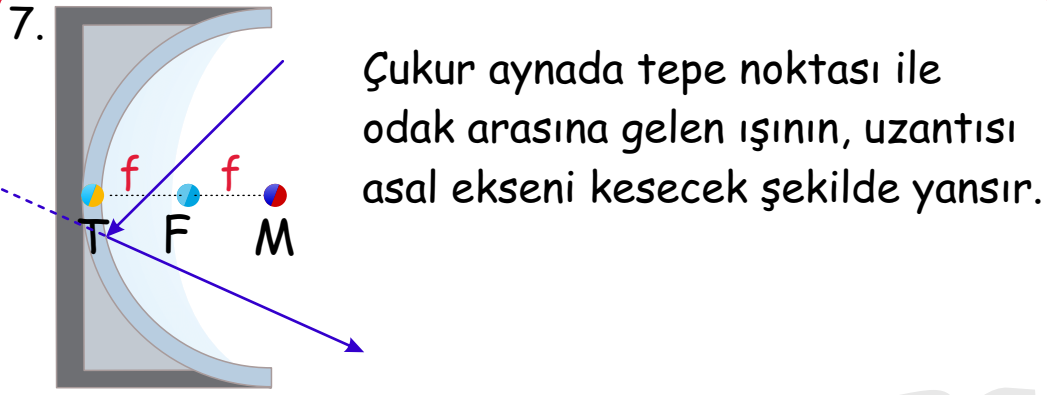
6.



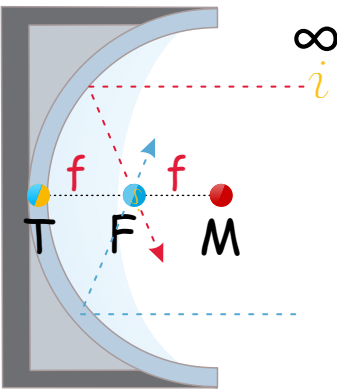
Tümsek aynada merkezin dışından gelen ışın, odak ile merkez arasından geçecek şekilde yansır.

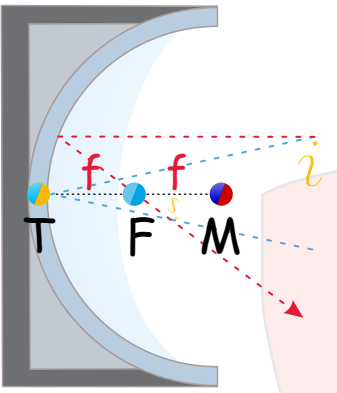


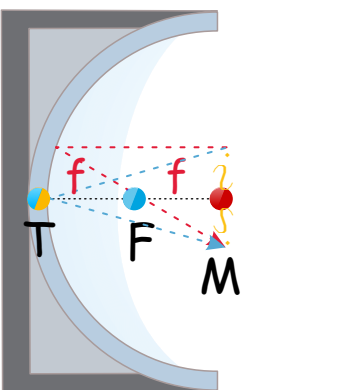
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar

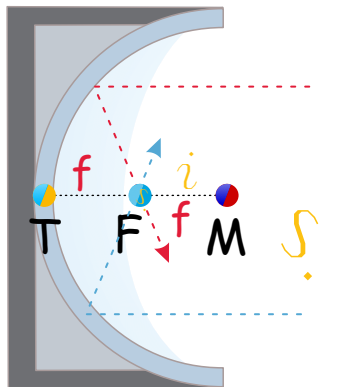


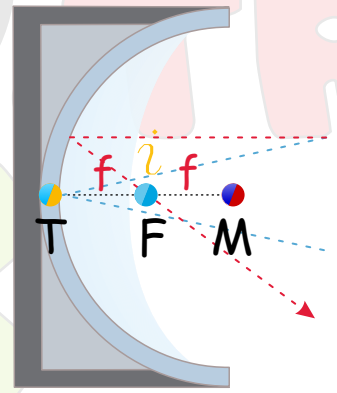
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar

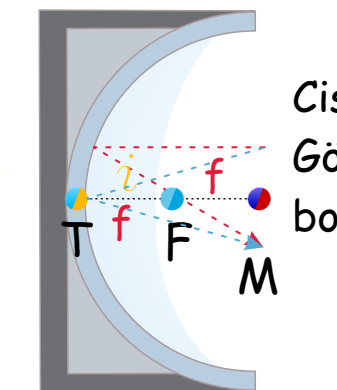
1.  Cisim sonsuzda ise, Görüntü odakta, noktasal ve gerçektir.

2.  Cisim merkezin dışında ise, Görüntü odak ile merkez arasında ters, cismin boyundan daha küçük ve gerçektir. (Cisim  $3f$  ise, görüntü,  $3f/2$  de cismin boyunun yarısı kadardır.)

3.  Cisim merkezde ise, Görüntü merkezde ters, aynı boyda ve gerçektir.

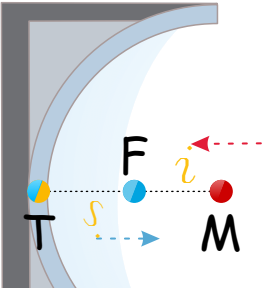
4.  Cisim merkez ile odak arasında, Görüntü merkezin dışında, ters, boyu daha büyük ve gerçektir. (Cisim  $3f/2$  ise, görüntü,  $3f$  de oluşur ve görüntünün boyu cismin iki katıdır.)

5.  Cisim odakta ise, Görüntü sonsuzdadır.

6.  Cisim odak ile tepe noktası arasında, Görüntü aynanın arkasında, düz, boyu daha büyük ve sanaldır.

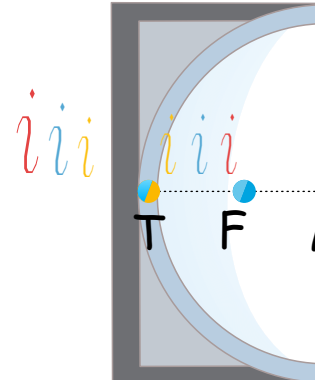


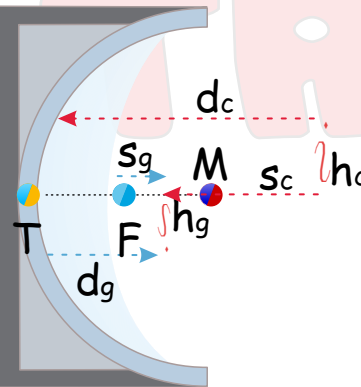
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar

1.  Cisim odak noktasına kadar hareket ettirilirse, görüntü ters, zıt yönde aynadan uzaklaşır ve boyu artar.

2.  Cisim merkezin dışında ise, Görüntü odak ile merkez arasında ters, cismin boyundan M daha küçük ve gerçektir. (Cisim 3f ise, görüntü, 3f/2 de cismin boyunun yarısı kadardır.)

3.  Cisim merkezde ise, Görüntü merkezde ters, aynı boyda ve gerçektir.

4.  Cisim merkez ile odak arasında, Görüntü merkezin dışında, ters, boyu daha büyük ve gerçektir. (Cisim 3f/2 ise, görüntü, 3f de oluşur ve görüntünün boyu cismin iki katıdır.)

5. 

$$\frac{h_c}{h_g} = \frac{D_c}{D_g} = \frac{S_c}{S_g} = \frac{f}{S_g}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{D_c} + \frac{1}{D_g}$$
$$S_c \cdot S_g = f^2$$

$h_c$  = Cismin boyu

$D_c$  = Cismin aynaya uzaklığı

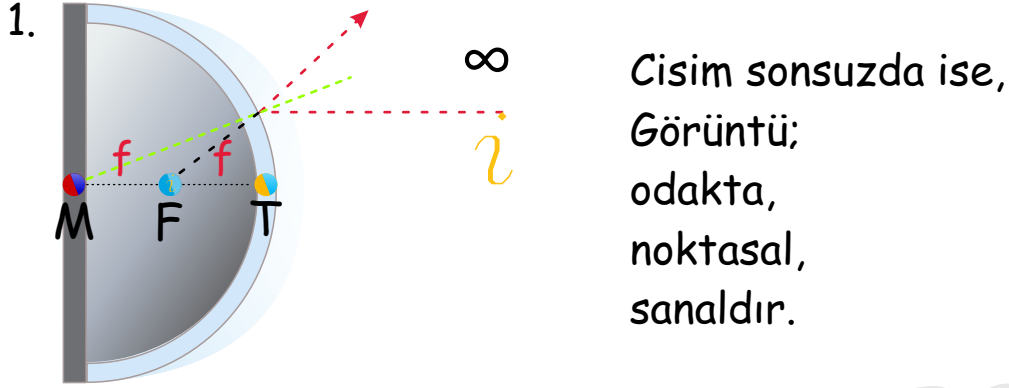
$S_c$  = Cismin odağa uzaklığı

$h_g$  = Görüntünün boyu

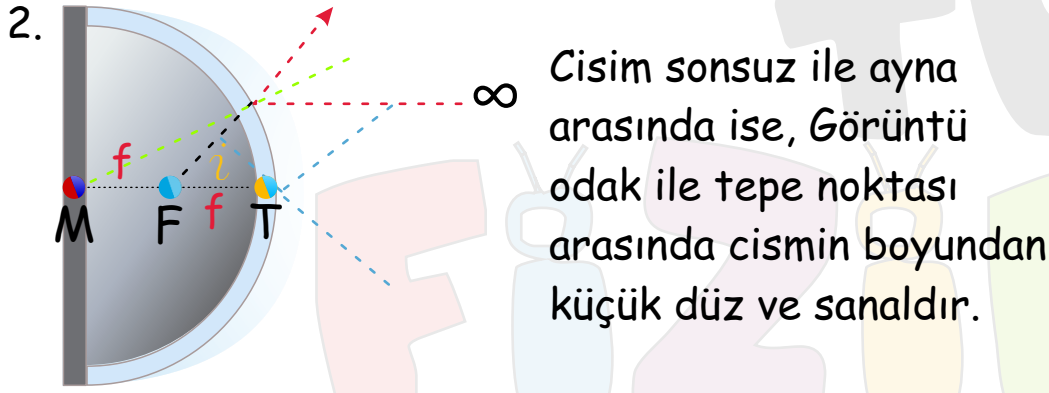
$D_g$  = Görüntünün aynaya uzaklığı

$S_g$  = Görüntünün odağa uzaklığı

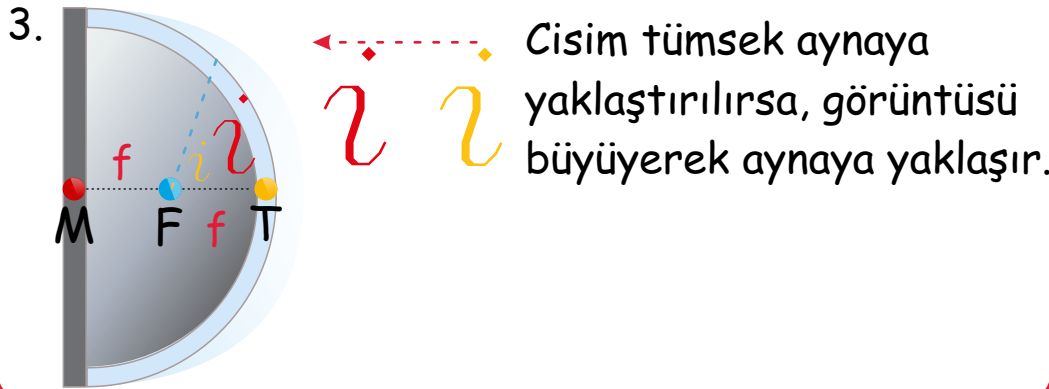
# Küresel Aynalarda Özel Işıklar



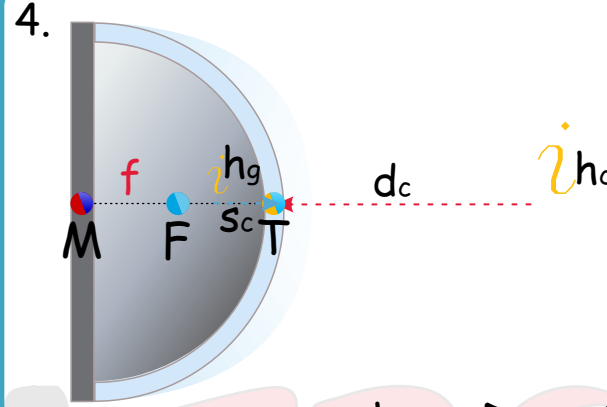
Cisim sonsuzda ise, Görüntü; odakta, noktasal, sanaldır.



Cisim sonsuz ile ayna arasında ise, Görüntü odak ile tepe noktası arasında cismin boyundan küçük düz ve sanaldır.



Cisim tümsek aynaya yaklaştırılırsa, görüntüsü büyüyerek aynaya yaklaşır.



$$\frac{h_c}{h_g} = \frac{D_c}{D_g} = \frac{S_c}{f} = \frac{f}{S_g}$$
$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{D_c} - \frac{1}{D_g}$$

$$S_c \cdot S_g = f^2$$

$h_c$  = Cismin boyu

$D_c$  = Cismin aynaya uzaklığı

$S_c$  = Cismin odağa uzaklığı

$h_c$  = Görüntünün boyu

$D_c$  = Görüntünün aynaya uzaklığı

$S_g$  = Görüntünün odağa uzaklığı

Tümsek aynaya cismin görüntüsü her zaman odak ile tepe noktası arasında ve cismin boyundan küçük olur.

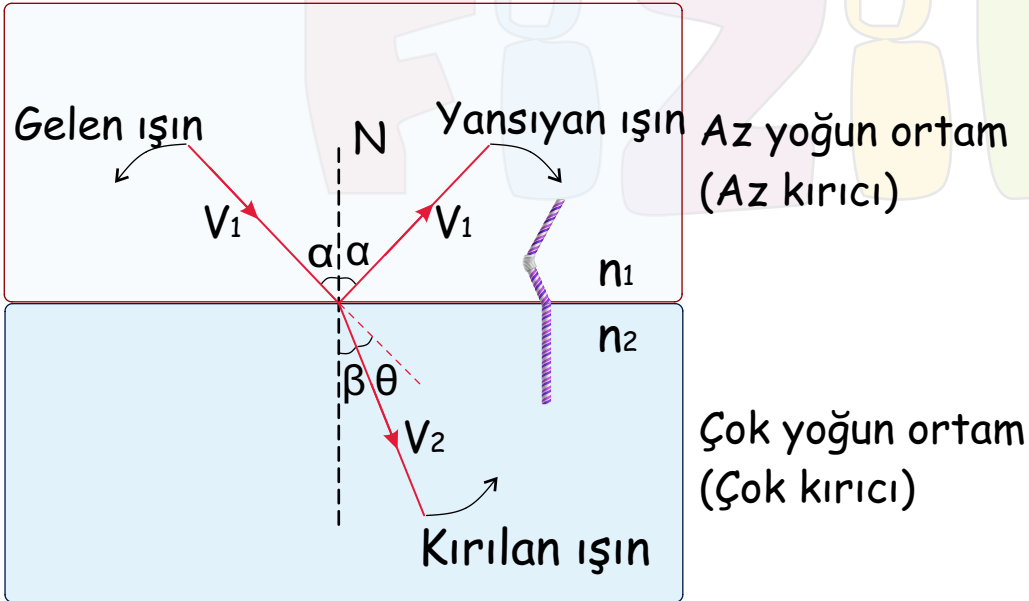
# Kırılma

## Kırılma:

Işığın bir ortamdan geçerken doğrultu ve hız değiştirmesine kırılma denir.

Güneş ışığı atmosfere girdiğinde gaz moleküllerine ve toz parçacıklarına çarparak saçılır, en kısa dalga boyu mavi olduğu için atmosferdeki küçük parçacıklar tarafından en fazla mavi ışık saçılır. Gökyüzü mavi görünür. Gökkuşağı oluşumu ve denizlerin mavi görünmesi ışığın kırılmasına örnektir.

## Kırılma Kanunları



N: Yüzey Normali

$\alpha$ : Gelme açısı     $\beta$ : Kırılma açısı     $\theta$ : Sapma açısı

$n_1$ : 1. ortamın kırılma indisi

$n_2$ : 2. ortamın kırılma indisi

$V_1$ : Işığın 1. ortamda hızı

$V_2$ : Işığın 2. ortamda hızı

\* Gelen ışın, yansıyan ışın, kırılan ışın ve yüzey normali aynı düzlemedir.

\* Işık hızı ortamın kırıcılık indisi ile ters orantılıdır. Tam yansımalarda ışık hızı değişmez.  $V_1 > V_2$

\* Işığın gelme açısı büyürse kırılma açısı da büyür.

\* Dik gelen ışın dik yoluna devam eder, kırılmaz ve doğrultu değiştirmez. Hızı ve dalga boyu değişir. ( $n_1 < n_2$  ise  $V_1 > V_2$ ,  $n_1 > n_2$  ise  $V_1 < V_2$ ,  $n_1 = n_2$  ise  $V_1 = V_2$ )

\* Az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama gelen ışın normale yaklaşarak yoluna devam eder.

# Kırılma

## Snell Kanunu:

Gelme açısının sinüsü ile kırılma açısının sinüsünün oranı iki ortam için sabittir. Kırılma indisinin oranını Snell Kanunu denir.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

## Bağıl Kırılma İndisi

Bir ortamın kırıcılık indisinin başka bir ortamın kırıcılık indisine oranıdır.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{v_2}{v_1}$$

(1. ortamın 2. ortama göre bağıl kırılma indisi)

## Mutlak Kırılma İndisi

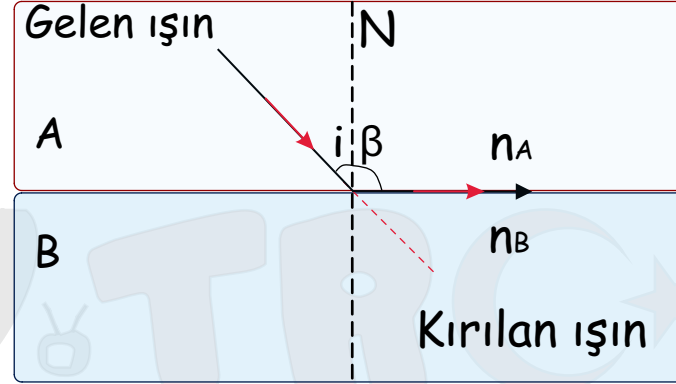
Işığın boşluktaki hızının, saydam ortamdaki hızına oranıdır.

$$n_{\text{mutlak}} = \frac{c}{v} = \frac{\text{Işığın boşluktaki hızı}}{\text{Işığın ortamdaki hızı}}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_2}{1} = n_2 \text{ (Mutlak Kırılma indisi)}$$

## Sınır Açısı:

Işığın çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçerken kırılma açısı  $90^\circ$  olursa, gelme açısına sınır açısı denir.



\* Sınır açısı, ışığın çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama geçişi için geçerlidir.

\* Ortamların kırılma indisi arasındaki fark artarsa sınır açısı küçülür. Kırılma indisi farkı ile sınır açısı ters orantılıdır)

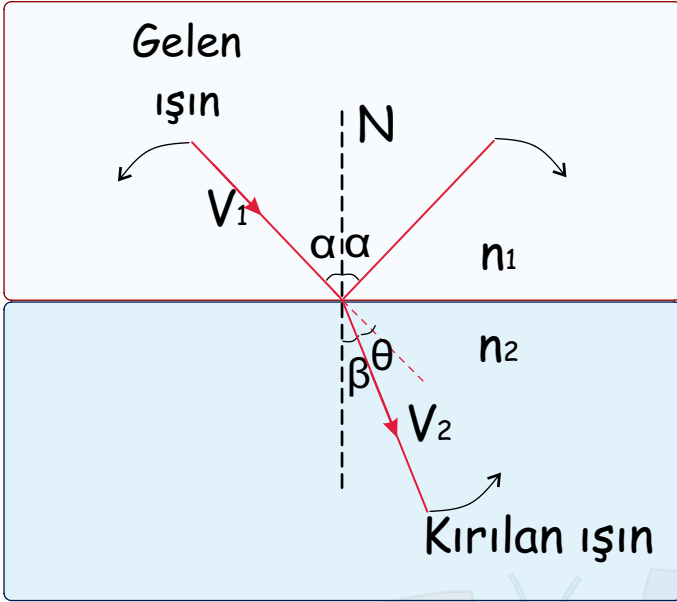
Sudan >>> Havaya  $\alpha_{\text{su}} = 48^\circ$

Camdan >>> Havaya  $\alpha_{\text{cam}} = 42^\circ$

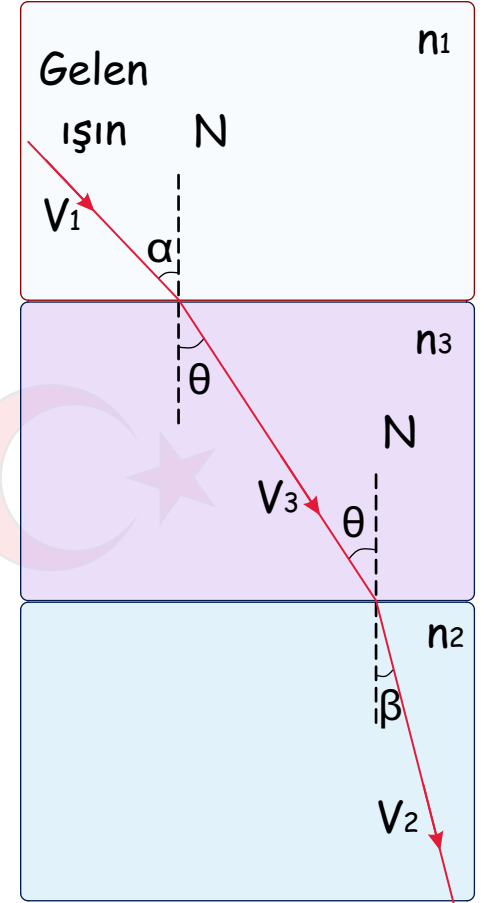
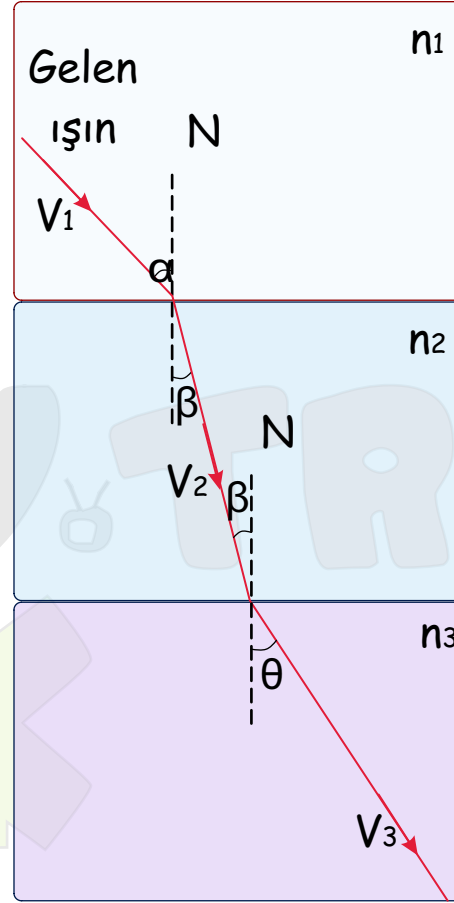
\* Sınır açısı her renk için farklı değer alır.

$S_{\text{Kırmızı}} > S_{\text{Turuncu}} > S_{\text{Sarı}} > S_{\text{Yeşil}} > S_{\text{Mavi}} > S_{\text{Mor}}$

# Kırılma



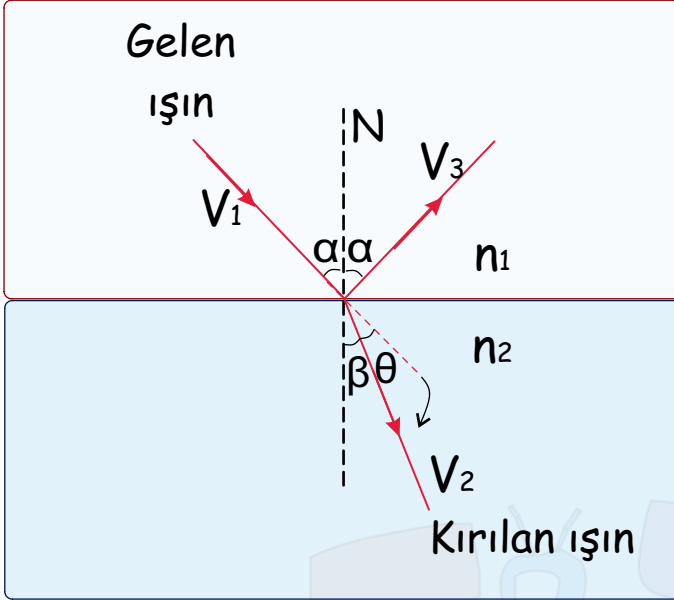
- \* Gelme açısı artarsa kırılma açısı da artar  $\alpha$  ile  $\beta$  doğru orantılıdır.
- \*  $n_1$  ile  $n_2$  indisleri arasındaki farkı ne kadar artarsa sapma miktarı da o kadar artar.
- \* Gelen ışın ve kırılan ışın aynı yönlü dönerken yansıyan ışın ters yönde (simetrik) döner.
- \* Işık hızı, kırıcılık indisi ile ters orantılıdır.
- \* Işığın dalga boyu ile yayılma hızı doğru orantılıdır.
- \* Işığın bulunduğu ortamdaki hızı kırılma indisi ile ters orantılıdır.
- \* Işığın ortam değiştirmesinde frekans değişmez (Frekans kaynağa bağlıdır.)



1. ortama gelme açısı ve ışık rengi sabit olmak şartı ile; 2. ve 3. ortamın yerinin değişmesi, ışının ortamdaki açısını değiştirmez.
- \* Aradaki ortamı silerseniz yada araya ortam eklerseniz ışının izlediği yol değişmez.
  - \* Gelen ışın 1. ortama hep  $\alpha$  açısı ile gelmeli,
  - \* Ortamlar birbirine paralel olmalı

# Kırılma

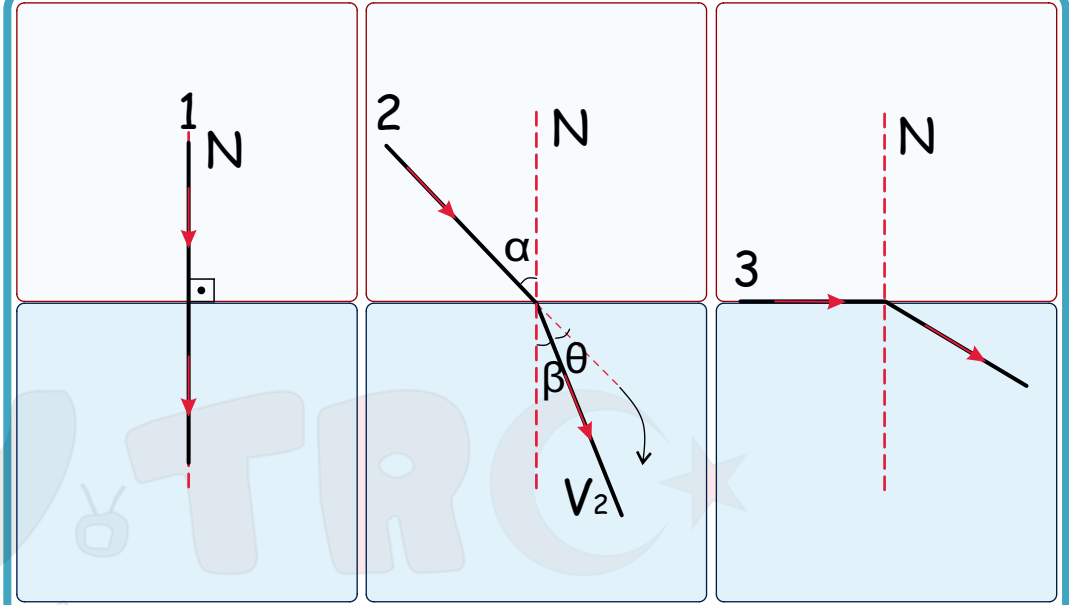
Az yoğun ortamdan, çok yoğun ortama geçiş



Az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama gelen ışın normale yaklaşarak yoluna devam eder. ( $n_1 < n_2$ )  
Işığın ortamdaki hızı, ortamın kırıcılık indisi ile ters orantılıdır.  $n_1 < n_2$  ise  $V_1 = V_3 > V_2$

$\beta$  açısını artması için  $n_1$  artırılır yada  $n_2$  azaltılır .  
Gelme açısı azalır( $\alpha$ ), kırılma açısı( $\beta$ ) da azalır

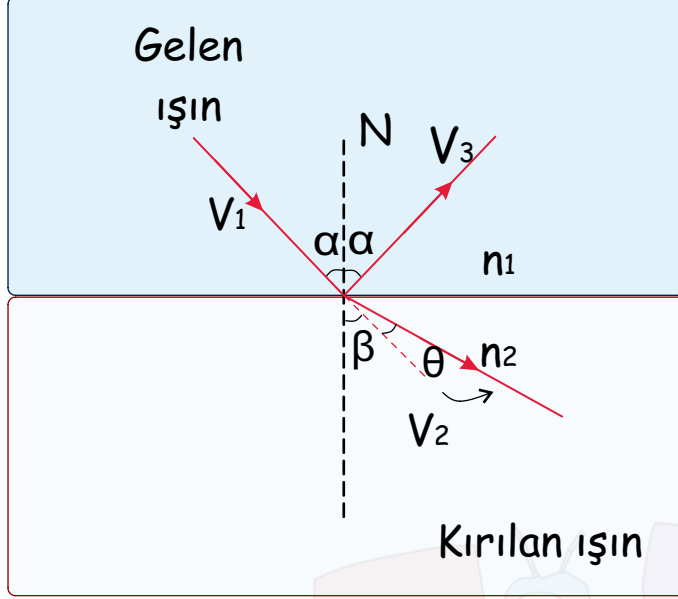
Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama gelen ışın yüzey normaline yaklaşarak kırılır.



1. Dik gelen ışık dik yoluna devam eder.
  2. Işık normale yaklaşarak kırılır.
  3. Ayırma yüzeyi ile gelen ışık, sınır açısı ile kırılır.
- \* Işık her zaman Az yoğun ortamdan, çok yoğun ortama geçer.

# Kırılma

Çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçiş

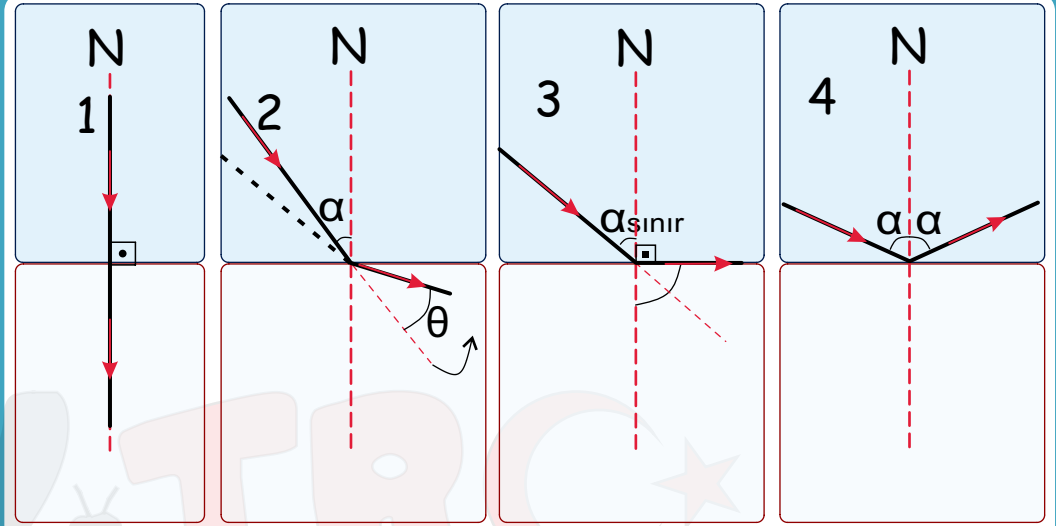


Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama gelen ışın normale uzaklaşarak yoluna devam eder. ( $n_1 > n_2$ ) Işığın ortamdaki hızı, ortamın kırıcılık indisi ile ters orantılıdır.  $n_1 > n_2$  ise  $V_1 = V_3 < V_2$

$\beta$  açısını azalması için  $n_1$  artırılır yada  $n_2$  azaltılır. Gelme açısı ( $\alpha$ ) artarsa, kırılma açısı ( $\beta$ ) da artar

Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama gelen ışın yüzey normaline uzaklaşarak kırılır.

Çok yoğun ortam çok kırıcı, az yoğun ortam az kırıcı demektir.



Gelme açısı:  $\alpha$  Sınır açısı:  $\alpha_{\text{sınır}}$

1. Dik gelen ışık dik yoluna devam eder.

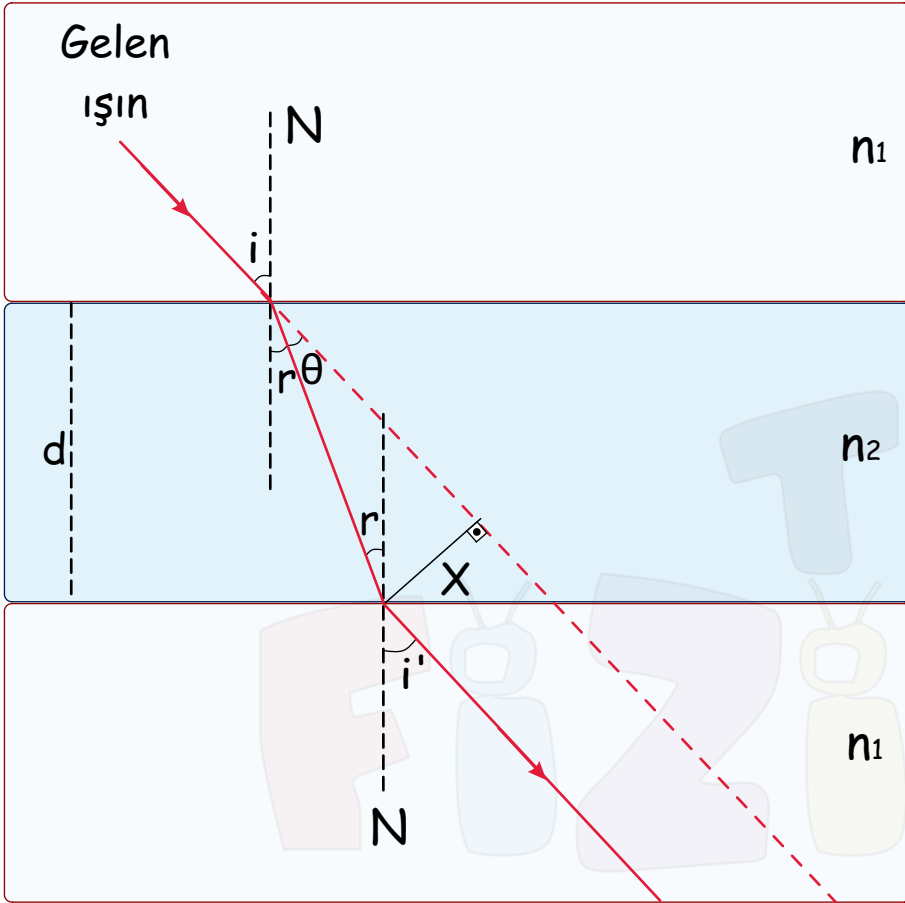
2. Gelme açısı sınır açısından küçük ( $\alpha < \alpha_{\text{sınır}}$ ) ise ışık normale uzaklaşarak kırılır. Işık ikinci ortama geçer.

3. Sınır açısı ile gelen ışık,  $90^\circ$  kırılır, ayırma yüzeyinde gider.

4. Gelme açısı sınır açısından büyük ( $\alpha > \alpha_{\text{sınır}}$ ) ise, çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçemez, tam yansımaya yapar.



# Kırılma



Az yoğun( $n_1$ ) » çok yoğun( $n_2$ ) normale yaklaştı  
Çok yoğun( $n_2$ ) » az yoğun( $n_1$ ) normalden uzaklaştı.  
 $n_1$  ortamlarında, ışınlar paralel oldu. Işıda X kadar kayma oldu.

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

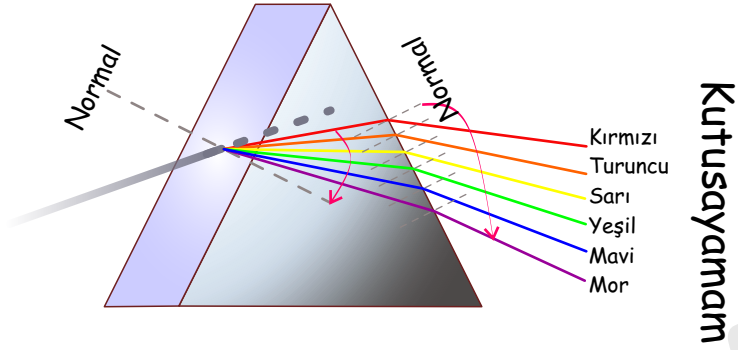
$$n_2 \cdot \sin r = n_1 \cdot \sin i'$$

$$x = d \frac{\sin(i-r)}{\cos r}$$



# Prizma

## Beyaz ışığın renklere ayrılması



Beyaz ışığın havada cama gelirken normale yaklaşır. Beyaz ışık prizmanın içinde renklere ayrılır. Prizmadan hava ortamına renkler çıkarken normalden uzaklaşır.

Renklerin kırılma indisleri arasındaki ilişki;

$$n_{\text{Kirmızı}} < n_{\text{Turuncu}} < n_{\text{Sarı}} < n_{\text{Yeşil}} < n_{\text{Mavi}} < n_{\text{Mor}}$$

Renklerin sapma açıları arasındaki ilişki;

$$\theta_{\text{Kirmızı}} < \theta_{\text{Turuncu}} < \theta_{\text{Sarı}} < \theta_{\text{Yeşil}} < \theta_{\text{Mavi}} < \theta_{\text{Mor}}$$

Renklerin dalga boyları arasındaki ilişki;

$$\lambda_{\text{Kirmızı}} > \lambda_{\text{Turuncu}} > \lambda_{\text{Sarı}} > \lambda_{\text{Yeşil}} > \lambda_{\text{Mavi}} > \lambda_{\text{Mor}}$$

Işık prizmasındaki sapma miktarı ışığın dalga boyu ile ters orantılıdır.



Kırmızı+Mavi+Yeşil= Beyaz (Ana renk)

Kırmızı+Mavi= Magenta (Ara renk)

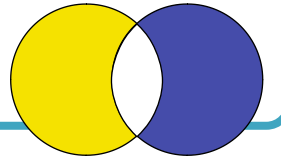
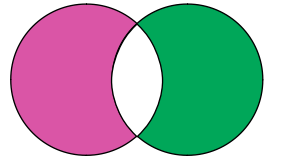
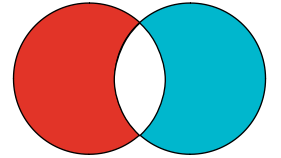
Kırmızı+Yeşil= Sarı (Ara renk)

Yeşil+Mavi= Cyan (Ara renk)

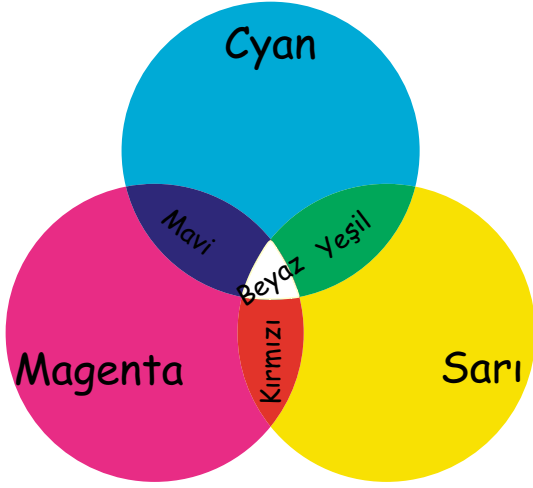
Kırmızı+Cyan(Mavi+Yeşil)= Beyaz

Magenta(Kırmızı+Mavi)+Yeşil= Beyaz

Sarı(Kırmızı+Yeşil)+Mavi=Beyaz



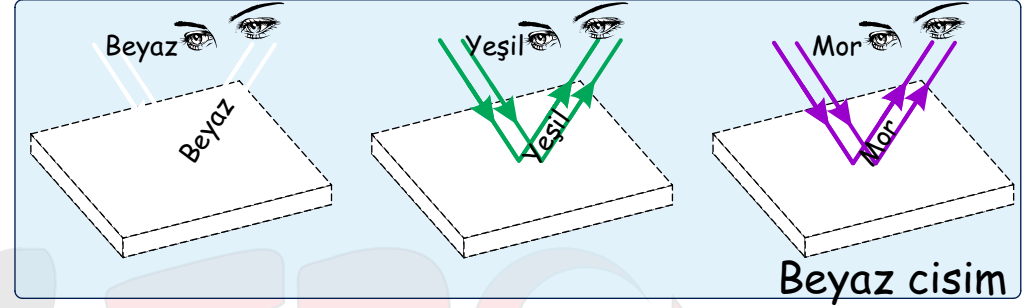
# Renkler



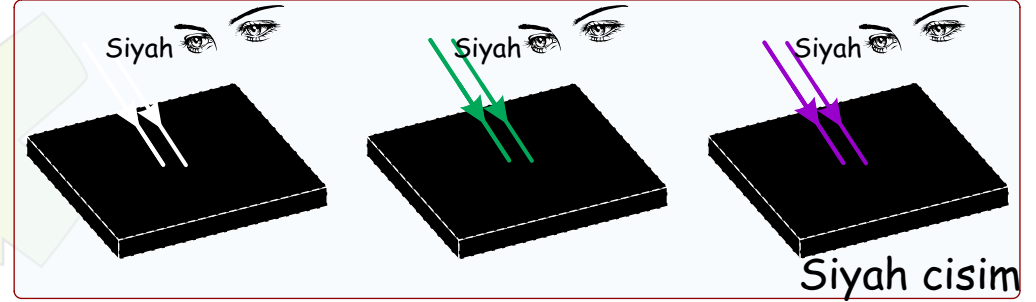
Magenta + Cyan + Sarı = Beyaz  
Magenta + Sarı = Kırmızı  
Magenta + Cyan = Mavi  
Cyan + Sarı = Yeşil

## Renkli cisimlerin görünmesi

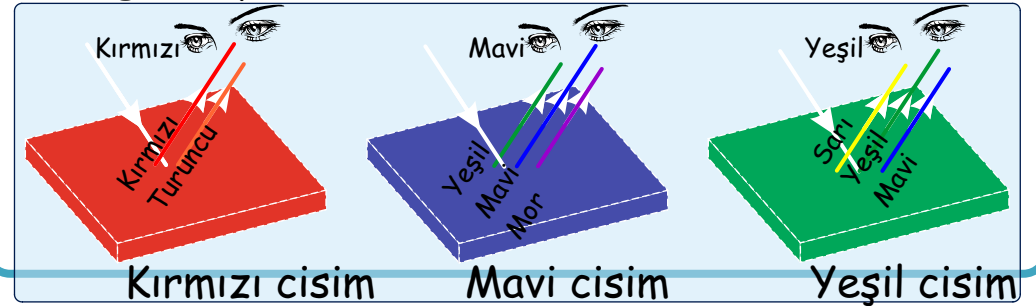
1. Beyaz cisme düşen ışık kendi renginde yansır.



2. Siyah cisme düşen ışık soğurular, yansımaz. Göz siyah görür.

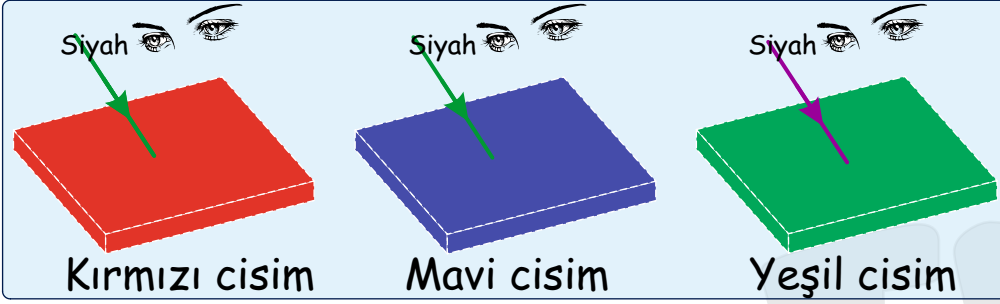


3. Beyaz ışık cisim renginin bir üstü, bir altı ve kendi renginde yansır.

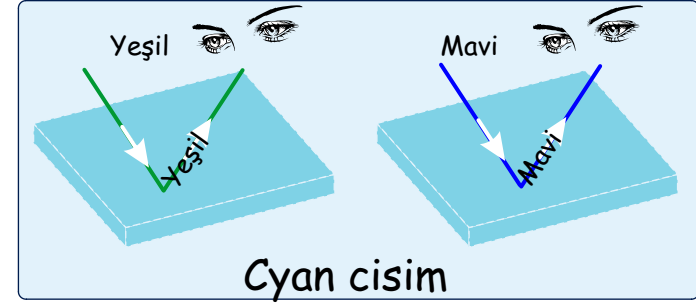
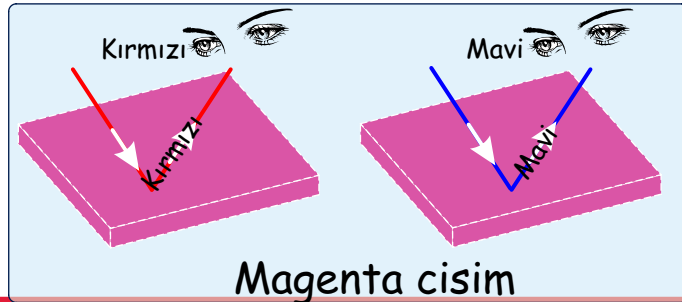
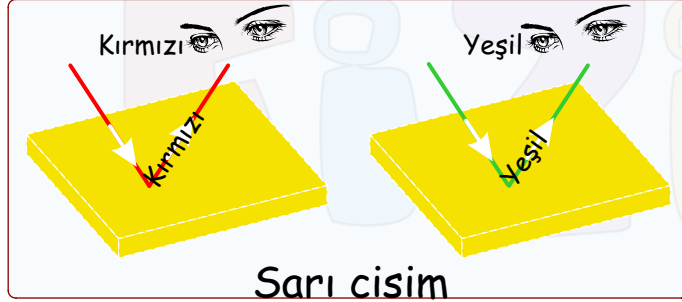


# Renkler

4. Cisim renginin bir üstü, bir altı ve kendi rengi dışında ışık gelirse yansımaz. Cisim siyah görünür.

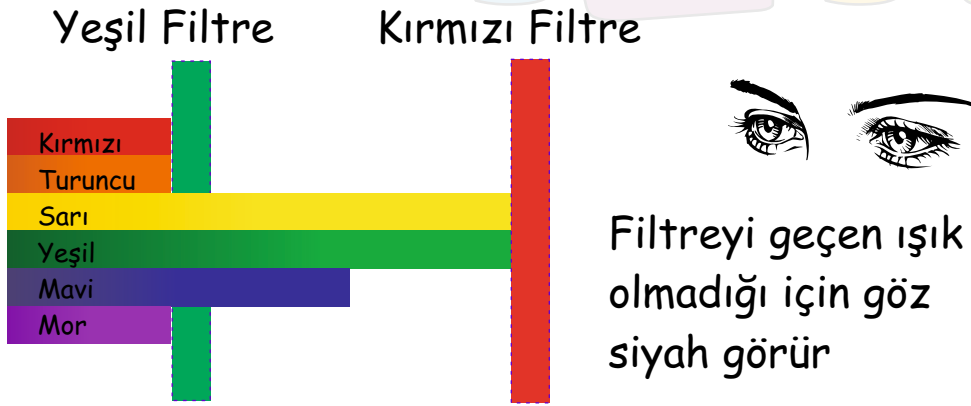
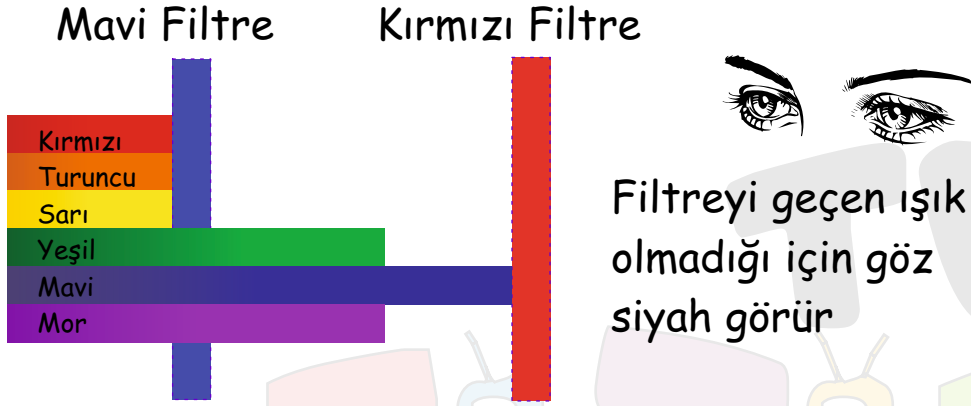


5. Ara renkli cisme gelen ışını, göz kendi renginde, görür.



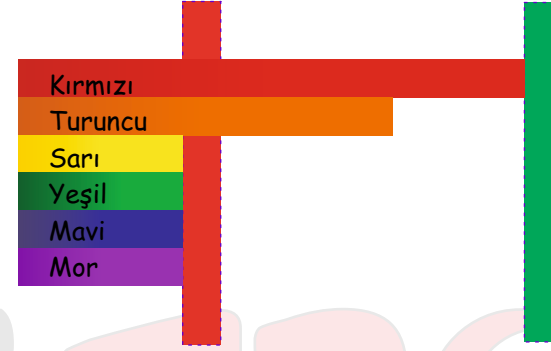
# Renkler

Saydam renkli filtreler;  
Üzerlerine düşen renklerden kendi renklerini güçlü, komşu renkleri ise zayıf olarak geçirir.



Kırmızı Filtre

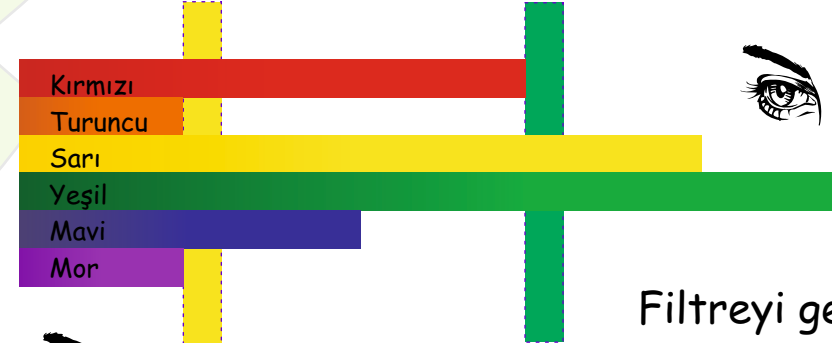
Yeşil Filtre



Filtreyi geçen ışık olmadığı için göz siyah görür

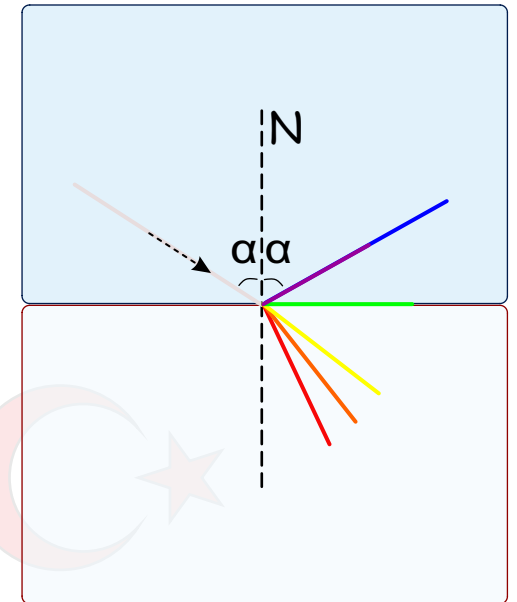
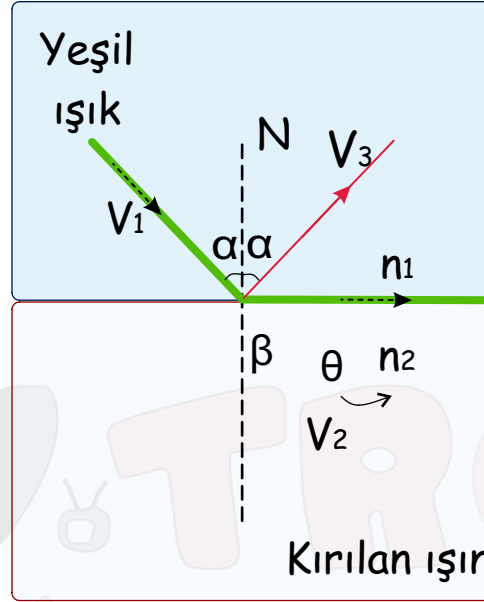
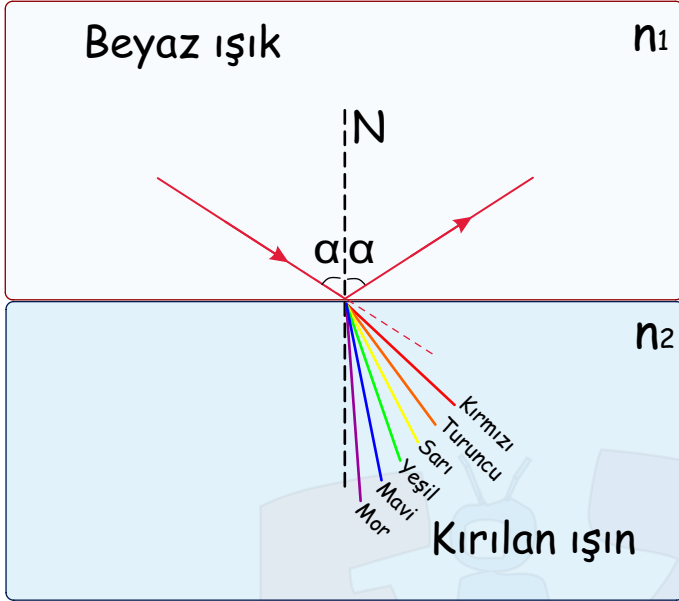
Sarı Filtre

Yeşil Filtre



Filtreyi geçen ışık yeşil olduğu için göz yeşil görür.

## Renklerin Kırılması ve Yansıması



Şekilde 1. ortamdan 2. ortama geçişte yeşil ışık için sınır açısı  $\theta$  dir. Aynı açı ile

$S_K > S_T > S_S > \theta > S_M > S_M$   
Az yoğun ortama geçer Tam yansıma yapar.

Sınır açısı  $\theta$  dan büyük olanlar az yoğun ortama normalden uzaklaşarak geçer.

Sınır açısı  $\theta$  dan küçük olanlar ise  $\theta$  açısı ile tam yansıma yapar.