

DENEY NO: 1

DENEYİN ADI: SNELL KANUNU

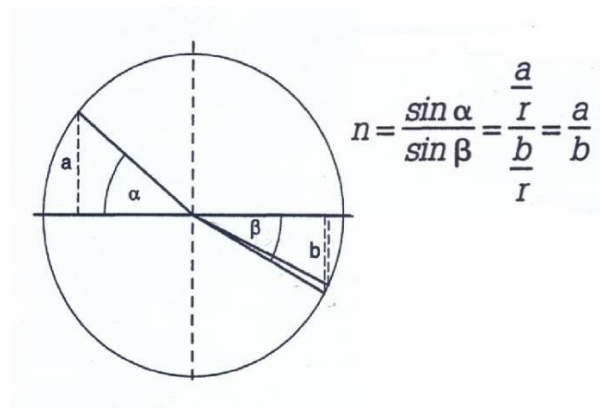
DENEYİN AMACI: Ortamın kırılma indisinin belirlenmesi ve aynı ortamda ışık hızının hesaplanması.

DENEYİN TEORİSİ: Işık demetinin, yoğunlukları farklı iki ortamın birinden diğerine geçerken doğrultu değiştirmesine **kırılma** denir. Demetin hareket ettiği ortamın kırılma indisi n ile gösterilir. Işık çok yoğun ortamda yavaş, az yoğun ortamda hızlı hareket eder. Yani ışığın bir ortamdaki hareket kabiliyeti ortamın kırılma indisine bağlıdır. Az yoğun olan ortamdaki çok yoğun olan ortama geçen ışık demeti normale yaklaşacak şekilde kırılır. Frekans ışık kaynağıyla ilgili bir büyüklük olduğu için ışığın ortam değiştirirken frekansında bir değişiklik olmaz. Ancak dalga boyu ve hızı gibi büyüklükler değişir.

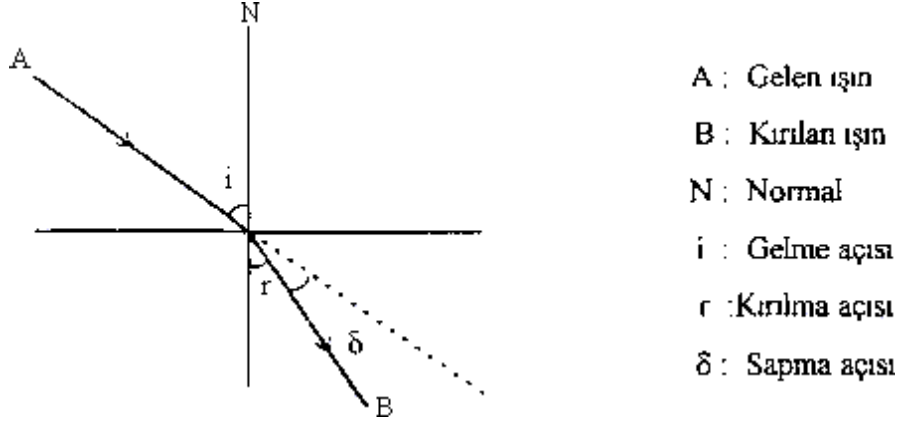
Işık az yoğun ortamdaki çok yoğun ortama her zaman geçer. Ancak çok yoğun ortamdaki az yoğun ortama her zaman geçemez. Bu geçişler sadece sınır açısına bağlıdır. Eğer ışın daha yoğun ortama sınır açısından daha büyük bir açıyla geliyorsa diğer ortama geçemez. Tam sınır açısıyla geliyorsa yüzeyi yalayarak geçer. Bu olaya **tam yansıma** denir.

Kırılma kanunları:

- 1) Gelen ışın, yansıyan ışın, normal ve kırılan ışın aynı düzlem içindedir.



Işığın geliş açısı ve kırılma açısı arasında sabit bir oran vardır.



Şekil 1.

Yukarıdaki şekle göre Snell kanunu;

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

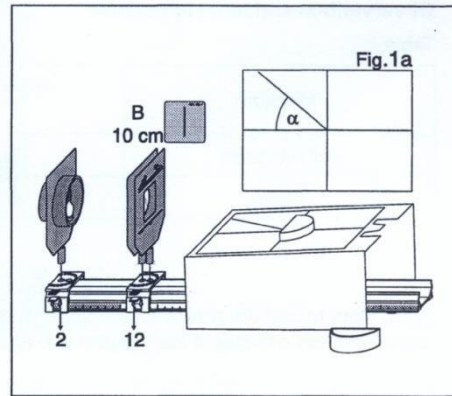
şeklinde ifade edilir. Burada n_1 ışığın geldiği ortamın n_2 ise kırıldığı ortamın kırılma indisleridir. Havanın kırılma indisini de bir alarak ortamın kırılma indisini Snell kanunundan hesaplanır. Ayrıca ışığın bu ortamdaki hızı;

$$n = \frac{c}{v}$$

bağıntısından hesaplanır. Buradaki c ışığın havadaki hızıdır.

DENEYİN YAPILIŞI:

a)



Şekil 2: Deney düzeneğinin kurulması.

Şekil 2'deki düzeneği kurun. Yarım daire şeklindeki cisme su doldurun. Su dolu aparatı şekilde görüldüğü gibi düzgün bir şekilde yerleştirin. Aparatın eğrisel tarafına bir toplu

iğne tutun. Kabın diğer tarafından bakarak, birinci iğne, kabın orta noktası ve ikinci bir toplu iğneyi bir doğru üzerinde karşılaştıracak şekilde ikinci toplu iğneyi de tutun. Toplu iğneler ve kabın orta noktasına üstten bakıldığında üç noktanın da aynı doğru üzerinde olmadığı görülür. Bunun sebebi ışığın ortam değiştirirken kırılmaya uğramasıdır. Şimdi sistem üzerinde gelen ışığın açısı 40^0 olacak şekilde ayarlayın ve aşağıdaki tabloyu doldurun. Hata analizi yaparak sonucunuzu yorumlayınız.

Hesaplama Tablosu

Ölçüm		Gelme açısı(α)	Kırılma açısı(β)	Kırılma indisi (n)	Işığın ortamdaki hızı (V)
Su Teorik(1,33)	1	40^0			
Plastik cam Teorik(1,49)	2	40^0			

DENEY NO: 2

DENEYİN ADI: ÇUKUR AYNA ve İNCE KENARLI MERCEKTE ODAK UZAKLIĞI TAYİNİ

DENEYİN AMACI: Çukur ayna ve ince kenarlı mercekte odak uzaklığının tayini.

DENEYİN TEORİSİ:

Yansıtıcı yüzeyi küre kapağı şeklinde olan aynalara küresel ayna denir. Küresel aynalar çukur ayna ve tümsek ayna olarak iki çeşittir. Düzlem aynalar için geçerli olan yansıma kanunları, küresel aynalar için de geçerlidir. Fakat düzlem ve küresel aynalardaki yansıma farklıdır. Düzlem aynalardaki yansıma ile küresel aynalardaki yansımanın farkı, düzlem aynalara paralel gelen ışınlar paralel yansırken, küresel aynalara paralel gelen ışınlar paralel yansımayıp ışınlar bir noktada toplanacak veya bir noktadan dağılacak şekilde yansır.

Yansıtıcı yüzeyi çukur olan aynalara çukur ayna (konkav ayna = iç bükümlü ayna) denir. Çukur ayna, cisimlerin görüntülerini büyütebilme ve gelen paralel ışınları bir noktada toplayabilme özelliğine sahiptir.

Mercek, ortak bir eksene sahip iki kırıcı yüzey vasıtasıyla sınırlanmış, cam, kuvars veya ışık kırıcı herhangi bir maddeden saydam maddelerden yapılan optik alettir. Mercekler içinden geçen ışınların yönünü değiştiren camlardır.

Mercek içinden geçen ışınlar birbirine yaklaştığında cismin görüntüsü büyür (Büyüteç), ışınlar birbirinde uzaklaştığında ise cismin görüntüsü küçülür. Merceklerin iki yüzü küresel (dışbükey - convex veya içbükey - concav) veya bir yüzü küresel diğer yüzü düz olanları vardır.

Cismin görüntüsünden yansıyan ışınlar mercekten geçtiğinde bir odak noktasına itilir. Bu teori kullanılarak görüntü üzerinde gözlemler yapmak amacıyla teleskop, dürbün, mikroskop gibi araçlar, kaydetmek amacıyla lensler ve objektifler, görme hatalarını gidermek için gözlüklerde mercekler kullanılmaktadır.

Bir mercek aynı eksenli iki kırıcı yüzey tarafından sınırlandırılmış optik bir sistemdir. İnce kenarlı merceğin odak uzaklığı iki türlü tarif edilebilir:

a) Merceğin ekseninde bulunan ve görüntüsü sonsuzda oluşan cismin merceğe olan uzaklığıdır.

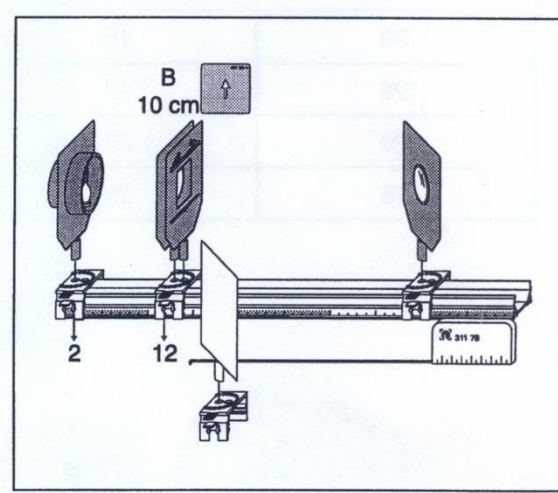
b) Sonsuzda bulunan bir cismin görüntüsünün merceğe olan uzaklığıdır.

Görüntüsü sonsuzda olan cismin bulunduğu noktaya birinci odak uzaklığı denir ve f ile gösterilir. Sonsuzdaki bir cismin görüntü noktasına ise ikinci odak denir ve f' ile gösterilir.

Yakınsak mercekler, üzerlerine düşen paralel ışınları odak noktasında toplarlar. Merceklerin yüzey eğrilik yarıçapları ne kadar büyük ise odak uzaklıkları o oranda küçüktür. Merceğe paralel gelen ışın f' noktasından geçecek şekilde kırılır. Odaktan geçerek gelen ışın ise asal eksene paralel olacak şekilde kırılır.

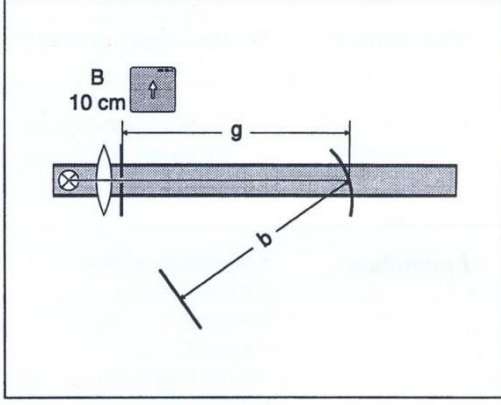
DENEYİN YAPILIŞI:

1. KISIM Çukur aynanın odak uzaklığının tayini



Şekil 1'deki düzeneği kurun ve çukur aynayı 15° çevirin. Saydam aparatı tezgâhın önüne koyun. Güç kaynağını 12 V ayarlayarak lambayı çalıştırın. Şekil 2'yi göz önüne alarak aşağıdaki Tablo 1'i doldurun.

Şekil 1: Deneyin kurulum düzeneği



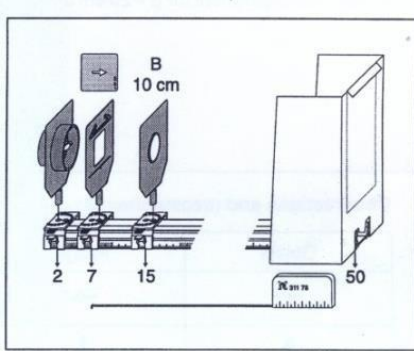
Tablo 1: Cisim mesafesi ile görüntü mesafesi

Cisim Mesafesi g (cm)	Görüntü Mesafesi b (cm)
30	
25	
20	
15	

Şekil 2: Deney ölçüm diyagramı

Tablo 1'e göre **b – g** grafiğini çizin. Grafikten çukur aynanın odak uzaklığını tayin edin. Sonucu yorumlayın ve hata analizi yapın.

2. KISIM İnce kenarlı merceğin odak uzaklığının tayini



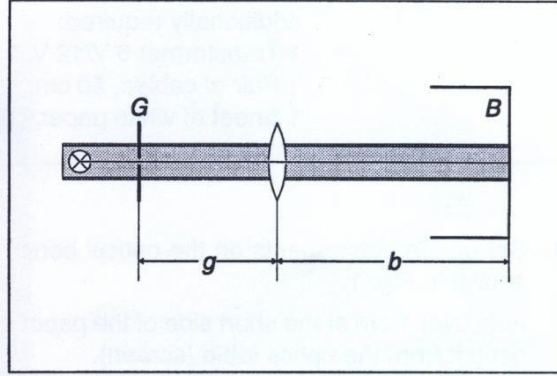
Şekil 3'teki deney düzeneğini kurun. Güç kaynağını 12 V olacak şekilde ayarlayarak lambayı çalıştırın. Net bir görüntü elde etmek için merceği sağa ve sola hareket ettirin. Nesneyi Tablo 2'deki şekillere göre yerleştirerek görüntünün şeklini çizin.

Şekil 3: Deneyin kurulum düzeneği.

Tablo 2 : Görüntü şeklinin çizilmesi.

Nesne	Görüntü
←	
↑	

Son olarak Şekil 4'ü baz alarak Tablo 3'ü doldurunuz.



Şekil 4: g = Nesne ve mercek arası mesafe
 b = Mercek ve diyagram arası mesafe.

Tablo 3: Bazı g mesafelerinde görüntü boyundaki değişimler.

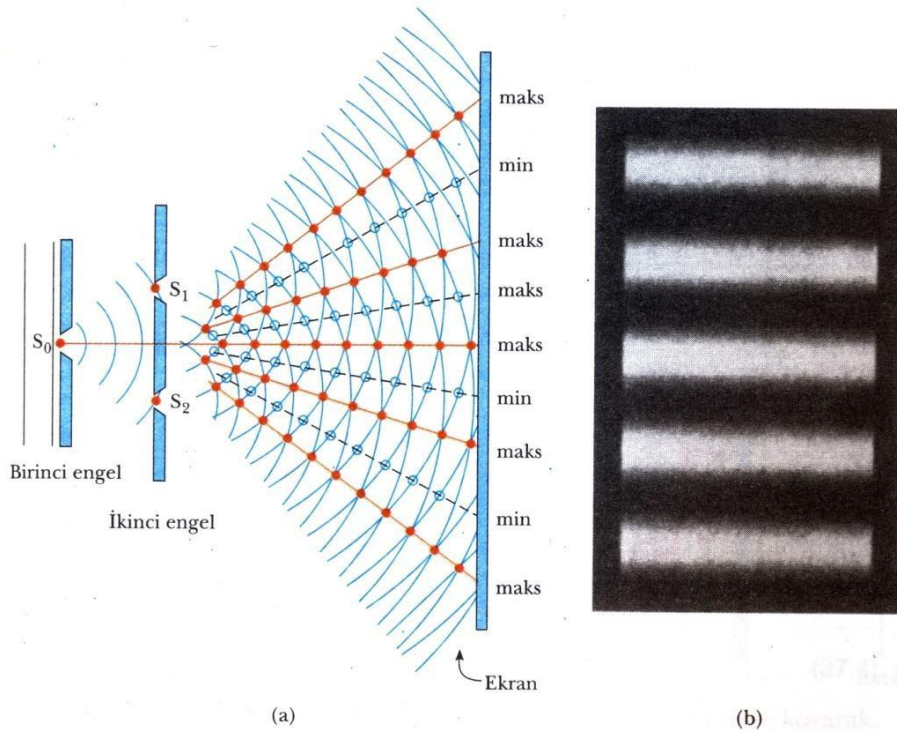
Cisim Mesafesi g (cm)	Görüntü Boyu (cm)
5	
10	
15	
20	
25	
100	

DENEY NO: 3

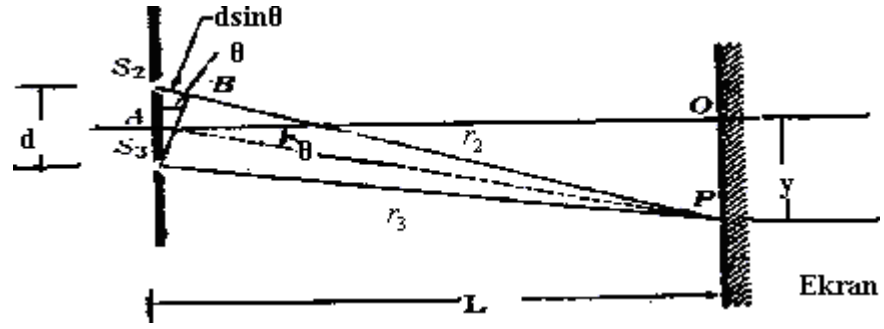
DENEYİN ADI: IŞIĞIN GİRİŞİMİ

DENEYİN AMACI: Işığın dalga karakterinin belirlenmesi ve çift yarıktan girişim yoluyla yarıklık genişliğinin tayini.

DENEYİN TEORİ: Girişim, en az iki dalgaının uzayda bir yerde toplanması olarak tanımlanır. Girişim olayının gerçekleşebilmesi için dalga kaynaklarının eş fazlı (ahenkli, koherent) olması gerekir.



Şekil1. a)Young'ın çift yarıktan girişim deneyi. b) saçak deseninin merkezinin büyütülmüş durumu.



Şekil 2. Young'ın çift yarıktaki girişim deneyini açıklayan geometrik çizim.

Şekil 2'de Young'ın çift yarıktaki girişim deney düzeneği görülmektedir. Burada S_1 yarığının önüne üzerinde (S_1 'e eşit uzaklıkta) S_2 ve S_3 yarıkları bulunan bir ekrana konmuştur. S_1 yarığından geçen ışınların S_2 ve S_3 yarıklarından geçmesiyle eş fazlı iki kaynak oluşmuş olur. Işık dalgaları aynı anda başlayıp farklı uzunluktaki yolları

katettiklerinde aralarında bir faz farkı (ϕ) oluşur. Faz farkının $2\pi m$ ($m=0,1,2,3,..$ tamsayı) olması durumunda dalgaların tepe noktaları üst üste gelir ve aydınlık saçaklar oluşur; π 'nin tek sayıları ($\pi, 3\pi, 5\pi ..$) ise tepe ve çukur noktalar üst üste gelir ve karanlık saçaklar oluşur. S_2 ve S_3 kaynaklarından çıkan ışınların P noktasına geldiklerinde aralarındaki y

$$\Delta r = r_2 - r_3 = d \cdot \sin \theta$$

olarak verilir. Yol farkı, dalga boyunun tamsayı katlarına eşit olduğunda aydınlık saçaklar; 1/2 katına eşit olduğunda karanlık saçaklar oluşur.

$$\Delta r = r_2 - r_3 = d \cdot \sin \theta = m\lambda \quad (\text{aydınlık saçak})$$

Burada m yine bir tam sayıdır.

$$\Delta r = r_2 - r_3 = d \cdot \sin \theta = (m + 1/2)\lambda \quad (\text{karanlık saçak})$$

Δr yol farkı ile ϕ (faz farkı) arasında $\phi = 2\pi \frac{\Delta r}{\lambda}$ ilişkisi vardır. θ çok çok küçük bir açı olduğundan,

$$\sin\theta \cong \tan\theta$$

olur ve

$$d \sin\theta = m \lambda \Rightarrow \sin\theta = m \lambda / d$$

$$\tan\theta = \frac{y}{L} = \frac{m \lambda}{d} \Rightarrow y = L \frac{m \lambda}{d}$$

bulunur. Burada y büyüklüğü biliniyorsa ışığın dalga boyu bulunabilir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Bir ayna parçasının arka yüzüne çizilen iki eş yarıktan geçecek şekilde lazer ışığı gönderilir. Karşıya konulan ekranda oluşan girişim deseninde ardışık iki aydınlık saçak arası uzaklık tespit edilir. Daha sonra dalga boyu, saçak numarası ve yarıklar ile ekran arası uzaklık verileri kullanılarak, d kaynaklar arası uzaklık hesaplanır. Yarıklar ile ekran arasındaki uzaklığı (L) değiştirerek aynı hesaplamaları yapınız ($\lambda = 632,5$ nm olarak alınız.)

Hesaplama Tablosu

m	L (cm)	y (cm)	d (cm)

SORULAR

1) Işığın dalga karakteri gösterdiği başka olaylar biliyor musunuz? Birkaç tanesini anlatınız.

2) Bir deneyde yarıkla ekran arası uzaklık 120 cm, yarıklar arası uzaklık 0.025 cm ve desenin merkezinden 2. aydınlık saçığın merkezine olan uzaklığı 0.5 cm bulunmuştur. Bu verilerle θ açısını ve kullanılan ışığın dalga boyunu bulunuz.

3) Çift yarıkla yapılan girişim deneyinde iki farklı dalga boyundaki ışık kullanılıyor. Dalga boyu 600 nm olan sarı ışığın oluşturduğu 3. aydınlık saçak ile diğer ışığın oluşturduğu 3. karanlık saçak üst üste geliyor. Buna göre diğer ışığın dalga boyu kaç $\text{\AA}$ 'dur? ($1 \text{ nm} = 10 \text{ \AA}$). Bu ışık hangi renkte olabilir?

DENEY NO: 4**DENEYİN ADI: IŞIĞIN KIRINIMI**

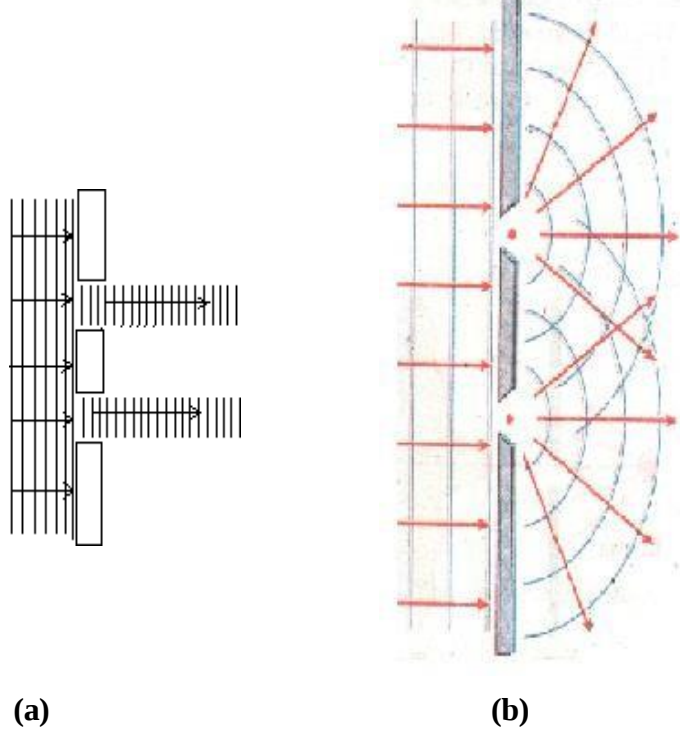
DENEYİN AMACI: Tek yarıktaki ışığın kırınımının incelenmesi ve yarık genişliğinin tayin edilmesi.

DENEYİN TEORİSİ:

Bir ışık demetinin, Young'ın çift yarık deneyinde olduğu gibi iki yarığa geldiğini varsayalım. Eğer ışık yarıkları geçtikten sonra doğrusal bir yol boyunca hareket etmiş olsa idi Şekil 1a'da olduğu gibi dalgalar kesişmeyecek ve hiçbir girişim deseni gözlenmeyecekti. Halbuki, Huygens ilkesi, yarıklardan çıkan dalgaların Şekil 1b'de görüldüğü gibi yayılmalarını gerektirir. Başka bir deyişle, ışık düz ve doğrusal yolundan sapar ve başka bir bölgeye gider. İşte ışığın bu geliş doğrultusundan ayrılması kırınım olarak adlandırılır.

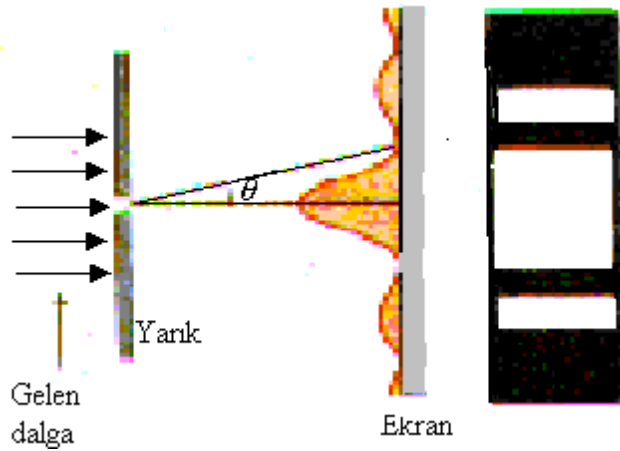
Kırınım olayı çoğu zaman iki şekilde sınıflandırılmıştır. Bu sınıfların adları, onları ilk açıklayan kişilere aittir. Fraunhofer kırınımı adıyla anılan birincisi, bir noktaya ulaşan

ışınlar yaklaşık olarak paralel olduklarında meydana gelir. Şekil 2 de görüldüğü gibi $\theta = 0$ 'da eksen boyunca merkezi parlak bir saçak oluşur ve bu merkezi saçığın her iki yanında art arda karanlık ve aydınlık saçaklar gözlenir.

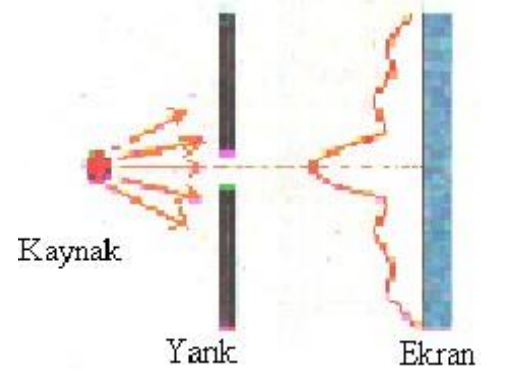


Şekil 1

Ekran, yarıktan ölçülebilir bir mesafeye yerleştirildiğinde ve paralel ışınları odaklamak için mercek kullanılmadığında gözlenen desen Fresnel kırınımı deseni adını alır. Şekil 3'te gösterilen kırınım desenleri Fresnel kırınımına örnektir.



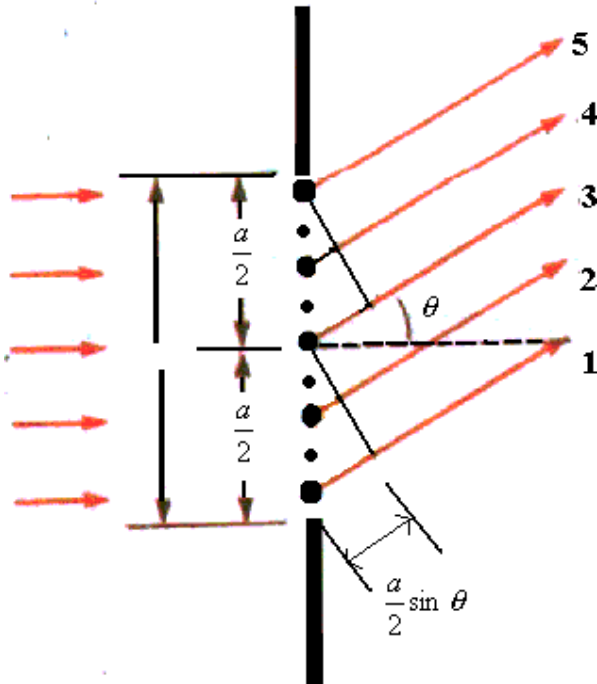
Şekil 2



Şekil 3

Huygens ilkesine göre yarığın her kısmı, bir dalga kaynağı gibi davranır. Dolayısıyla, yarığın bir kısmından çıkan ışık, başka kısmından çıkan ışık ile girişim yapabilir. Ekranda oluşan bileşke şiddet ise θ 'nın yönüne bağlı olabilir.

Kırınım desenini analiz etmek için yarığı Şekil 4'te olduğu gibi iki eşit parçaya bölmek uygun olur. Buna göre yarığın üst yarısından çıkan dalgalar, yarığın alt yarısından çıkan dalgalarla



Şekil 4

$$(a/2)\sin\theta = (\lambda/2) \text{ veya } \sin\theta = \lambda/a \quad (1)$$

olduğunda söndürücü girişim yaparlar. Yarığı iki yerine dört parçaya ayırıp benzer gerekçeleri kullanırsak,

$$\sin\theta = 2\lambda/a \quad (2)$$

olduğunda yine ekranın karanlık olacağını buluruz. Aynı şekilde yarık altı parçaya bölündüğünde, ekranda karanlık oluşumunun

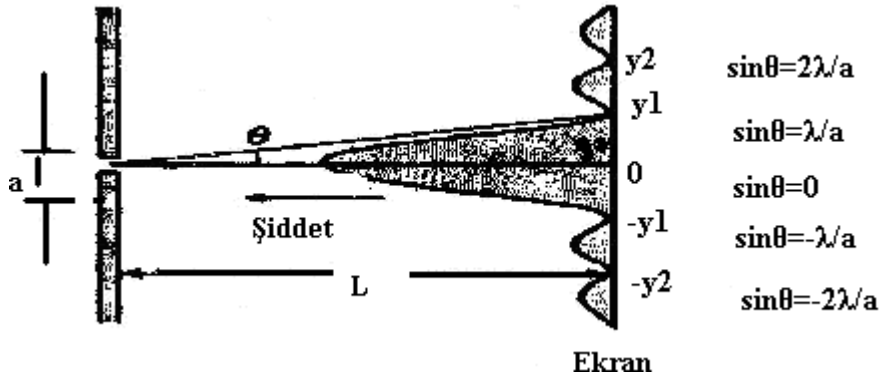
$$\sin\theta = 3\lambda/a \quad (3)$$

olduğunda meydana geldiğini gösterebiliriz. Böylece söndürücü girişimin genel koşulu

$$\sin\theta = m\lambda / a \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (4)$$

olur.

DENEYİN YAPILIŞI:



Şekil 5. Genişliği a olan tek yarıklı Fraunhofer kırınım deseni için minimumların konumu. Fraunhofer kırınım deseni $L \gg a$ olduğu durumda elde edilir.

Doğrusal ışık yayan bir lazer kaynağı, deney ayakları kullanılarak sabit hale getirilir. Lazer kaynağının karşısına gelecek şekilde ayarlanabilir tek yarık yerleştirilir. Kaynak açılarak, L uzaklıktaki perdede kırınım deseni görülür. Bu desendeki karanlık saçaklar yardımı ile

öncelikle $\tan\theta = \frac{d}{L}$ formülü yardımıyla kırınım açısı bulunur. Burada d , merkezi aydınlık

saçak ile seçilen karanlık saçak arası mesafedir. Daha sonra lazer kaynağının dalga boyundan yararlanarak maksimum saçığın üstündeki 2 karanlık saçak için, denklem (4)'den, 2 farklı yarık genişliği bulunur. Bunlardan faydalanarak ortalama yarık genişliği hesaplanır. Aynı işlemler yarık-ekran arası L uzaklığı değiştirilerek tekrarlanır ve bulunan değerler tablo 1'de yerlerine yazılır. Daha sonra tabloda bulunan yarık genişliklerinin de aritmetik ortalaması hesaplanır. Bu değer ile ayarlanabilir tek yarığın gerçek genişliği mukayese edilir. (Lazer ışığının dalga boyu $\lambda = 635.0 \text{ nm}$ 'dir).

Tablo 1. Ölçüm ve Hesaplama Tablosu

L(cm)	m=1	m=2	$\sin\theta_1$	$\sin\theta_2$	$a_1(\text{cm})$	$a_2(\text{cm})$	$a_{\text{ort}}(\text{cm})$
220							
250							
280							

SORULAR

- 1) Kırınım ile girişim olayı arasındaki fark nedir?
- 2) Çift yarıқта kırınım ile tek yarıқта kırınım arasındaki fark nedir? Kırınım desenlerini karşılaştırarak izah ediniz.