

*Handwritten signature*

---

SERİ	CİLT	SAYI	
SERIES	VOLUME	NUMBER	
SERIE	BAND	HEFT	2
SÉRIE	TOME	FASCICULE	1978

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



## LASER IŞINI VE HOLOGRAFI

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Holograf, fotoğraf gibi, insan gözünün görebildiği manzaraları film üzerine saptayan bir araçtır. Holograf ile fotoğrafın gayeleri aynıdır, fakat dayandıkları kural ve mekanizma birbirinden çok farklıdır. Hologram sözcüğü, tamamı anlamına gelen (Holo), sözcüğü ile, mesaj anlamına gelen (gram) sözcüklerinin birleşmelerinden meydana gelmiştir. «Tam not» veya «ayrıntılı bilgi veren görüntü» anlamlarına gelmektedir. Hologram manzaranın bütün ayrıntılarını net bir şekilde ve 3 boyutlu olarak gösterir. 3 boyutlu fotoğrafta bütün şekiller bir düzlem üzerinde bulunurlar. Hologramda ise, şekiller doğada olduğu gibi birbirinin arkasına sıralanmış olarak dururlar. Laser ışını ve holografi son yıllarda Topoğrafyada kullanılmaktadır.

Hologram, 1947 yılında bir İngiliz bilim adamı olan Dennis Gabor tarafından bulunmuştur. Macar asıllı olan Dennis Gabor, 3 boyutlu fotoğrafik görüntüler üzerinde çalışırken hologramı bulmuştur. Hologramın dayandığı kural çok basittir. Bu sebepten, insanların hologramı çok daha önce düşünmemiş olmasına şaşmamak olanaksız bulunmaktadır. Hologramda birbirine karışan 2 ışın demeti bulunmaktadır ve bir fotoğraf filmi bu ışınlardan etkilenmektedir. Bu ışın demetlerinden bir tanesi asıl kaynaktır, diğeri buna bağlıdır ve birlikte çalışır. Gabor birinciye «Asıl kaynak» ikinciye de «Bağımlı kaynak» isimlerini vermiştir. Düşüncesini uygulama alanına çıkartmak için uzun süre çalışmış, fakat, ancak 1960 yılında «Laser» ışınları bulunduktan sonra uygulama olanağı sağlanabilmıştır. Daha sonra büyük gelişmeler olmuştur. Laser ışını veren kaynağı harekete getirmek için bir atomik sistemden yararlanılır. Holografi ışınları uzun yıllar bir yerde saklanabilmektedir. Amerikan bilim adamlarından Emmett N. Leitch ilk olarak 1963 yılında laser ışını holografiye uygulamış ve daha sonraki çalışmalarile birçok gelişme sağlamıştır. Daha sonraları, gene bir Amerikalı olan George W. Stroke ile birlikte çalışmış ve en büyük gelişmeleri elde etmişlerdir.

Fotoğraf çekiminde merceklerden faydalanılmaktadır. Saptanan görüntülere çiplak gözle bakılmakta ve bütün ayrıntılar net bir şekilde görülebilmektedir.

Gabor ilk defa hologram sözcüğünü kullanmıştır, Stroke ise holografi sözcüğünü benimsemiş ve kullanmıştır. Neticede her ilki sözcükde tutunmuş ve yayılmış-

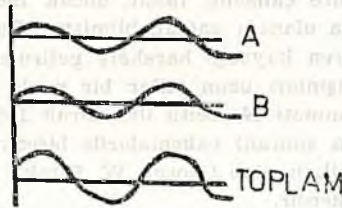
<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Geodezi ve Fotogrametri Kürsüsü, İstanbul.

tır. Aşağıda evvela holografının temel dayanağı olan ışın demetlerinin çeşitli özellikleri ve birleşme şekilleri üzerinde durulmuş, doğadaki holografi olayları tanıtılmış, daha sonrada, laser ışınlarıyla yapılan yeni teknolojik bulgular açıklanmıştır. Çeşitli kaynaklardan faydalanılarak hazırlanan bu yazı ve sonundaki bulgular, holografinin ve laser ışınlarının son yıllarda ne kadar büyük faydalar sağladığını ve ne kadar çok önem kazandığını ortaya koymaktadır.

### DALGALARIN BAĞLI BULUNDUĞU TEMEL KURALLAR

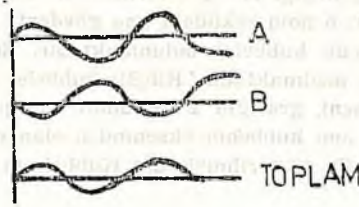
Doğada çok çeşitli dalgalar bulunmaktadır. Bunların içerisinde insan gözünün rahatlıkla görebildiği dalga, durgun su yüzeyine taş atıldığı zaman meydana gelen ve çevreye doğru yayılan dalgalardır. Bu dalgalar, taşın düştüğü noktadan doğar ve belirli bir süratle çevreye yayılır, aynı merkezli daireler meydana getirirler. Komşu 2 dalganın en yüksek noktaları arasındaki uzaklığa «Dalga Boyu» denir ve  $\lambda$  harfi ile gösterilir. Dalganın belirli bir zamanda, örneğin 1 saniyede gittiği uzaklığa, «Dalganın Sürati» denir ve  $v$  harfi ile gösterilir. Dalganın bir saniyede aldığı yol içersine giren dalga adedine «Frekans» denir. Diğer bir deyimle,  $v$  süratinin, dalga boyu  $\lambda$  değerine bölümünden çıkan sonuca «Frekans» denir ve  $f$  harfi ile gösterilir. Kısaca  $f = v/\lambda$  dir. Bu formülden, dalga boyu küçüldükçe frekansın büyüdüğü, yani frekansın dalga boyu ile ters orantılı olduğu görülmektedir.

Aynı özellikteki 2 dalga bir araya geldiği takdirde 1 ve 2 nolu şekillerde görüldüğü gibi birleşir ve yeni bir dalga oluştururlar. Bu duruma «Dalgaların Birleşmesi» denir. Örneğin, durgun bir suyun yüzüne, aynı anda 2 ayrı taş atılacak olursa, her ikisi de dalgalar meydana getirir. İki merkezden doğan bu dalgalar, çevrelerine yayılırken birbirleriyle karşılaşır ve birleşirler. Karşılaşan dalgaların zerreleri aynı yönde hareket ediyorsa, güçlerini birleştirir ve daha büyük bir dalga oluştururlar. Zerreler ters yönde hareket ediyorsa, birleşmelerinden meydana gelecek dalga daha küçük boyutlu olur. 1 nolu şekildeki A ve B dalgalarının zerreleri aynı yönde hareket etmektedirler, birleşince daha güçlü bir dalga oluşturmuşlardır. 2 nolu şekildeki A ve B dalgalarının zerreleri aksi yönde hareket etmektedirler, birleşince daha güçsüz (zayıf) bir dalga meydana getirmişlerdir.



Şekil No : 1

Fazları ve büyüklükleri aynı olan 2 dalganın birleşmesiyle meydana gelen dalgayı gösteren şekilli. A ve B dalgalarının zerreleri aynı yönde hareket etmektedirler. A ve B dalgalarının yatay eksenini kesen noktaların, başlangıç noktasına uzaklıkları aynıdır. Bu noktalara "Düğüm" noktaları denir. Dalgaların yatay ekseninden en fazla uzaklaştığı noktalara "Karı" noktaları denir. Karın noktaları eğrilerin tepe noktalarıdır. Yukardaki şekilde, "Karı" noktaları "Düğüm" noktaları gibi, başlangıç noktasından eşit uzaklıktadırlar. A ve B dalgalarının birleşmesiyle, daha güçlü olan 3 üncü dalga elde edilmiştir. 3 üncü dalganın "Düğüm" noktalarının ve "Karı" noktalarının başlangıç noktasına uzaklıkları A ve B dalgasınıninkine eşittir. Sadece "Karı" noktaları yatay ekseninden fazla uzaklaşmıştır.



Şekil No : 3

Büyükükleri aynı fakat fazları birbirinden 180 derece farklı olan 2 dalganın birleşmesiyle meydana gelen dalgayı gösteren şekil. A ve B dalgalarının zerreleri birbirinin aksi yönünde hareket etmektedirler. A grafiği başlangıç noktasından sonra yukarıya gitmektedir, B grafiği ise aşağıya gitmektedir. A ve B dalgalarının birleşmesiyle elde edilen toplam eğri, A ve B den daha güçlüdür. Toplam eğrinin 'Kırım' noktaları yatay eksene, A ve B noktelerinden daha yakındır. Toplam eğri bir doğruya yaklaşmaktadır. Bu şekil 1 nolu şekil ile karşılaştırınız.

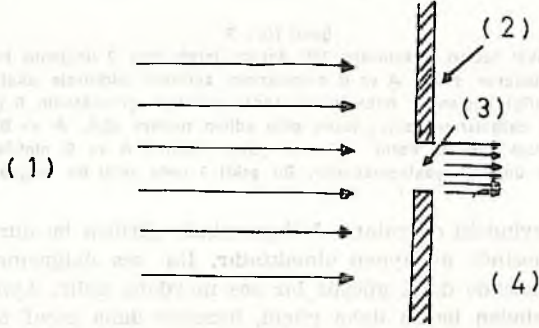
Durgun su yüzeyindeki dalgaların birleşmesinde görülen bu durumlar ses ve ışık dalgalarının birleşmesinde de aynen olmaktadır. İki ses dalgasının birleşmesinden bazen daha güçlü bazende daha güçsüz bir ses meydana gelir. Aynı şekilde, iki ışık dalgasının birleşmesinden bazen daha güçlü, bazende daha zayıf bir ışık meydana gelmektedir. 1 nolu şekildeki A ve B dalgaları birbirlerine paraleldirler, bunlara Aynı fazlı dalgalar denilir. 2 nolu şekildeki A ve B dalgaları arasında ise yarım dalga boyu kadar fark bulunmaktadır. B dalgası yarım dalga boyu kadar sağ tarafa kaydırılacak olsa, A dalgasına paralel olacaktır. Bir dalganın çevresi 360 eşit parçaya (dereceye) ayrılırsa, yarım dalga boyu 180 derece olacaktır. Bu sebeple 2 nolu şekildeki A ve B dalgaları arasında «180 derecelik faz farkı» vardır denilir. Faz farkı deyimini ile aynı büyüklükteki çeşitli dalgaların birbirlerine göre durumları açıklanır. Faz farkı 90 derece, 40 derece, 10 derece gibi, deyimler kullanılır.

### BİR YARIĞINDAN GEÇEN DALGALARIN YAYILMASI

3 nolu şekilde, geçirgen olmıyan bir levha üzerine açılmış bir yarık görülmektedir. Levhanın sol tarafında bulunan bir kaynaktan levhaya, birbirine paralel dalgalar gelmektedir. Dalgaların büyük çoğunluğu levhaya çarparak geri dönmekte, yarığa isabet edenler ise levhanın sağ tarafına geçmektedirler. Yarığın Ortasına isabet eden ışınlar, herhangi bir değişmeye uğramadan yollarına devam ederler. Yarığın kenarlarına isabet edenler ise, kırılarak yanlara doğru açılırlar. 4 nolu şekilde bu kırılmanın sonucunda ortaya çıkan durum görülmektedir. Yukardan ışık dalgaları geçirilmiş ve bir perdenin üzerine düşürülmüşlerdir. Perde üzerinde, yarığın tam karşısına gelen kısımda, şerit halinde bol ışıklı bir kısım bulunmaktadır. Bu şeritten yanlara doğru gidildikçe ışık yoğunluğu yavaş yavaş azalmaktadır. Yarığın genişliği a küçüldükçe, ışıkların yana doğru yayılmaları artar. Yarığın karşısındaki bol ışıklı kısmın genişliği de artar. 4 nolu şekildeki noktalı alan, yarıktan geçen ışığın nasıl yayıldığını göstermektedir.

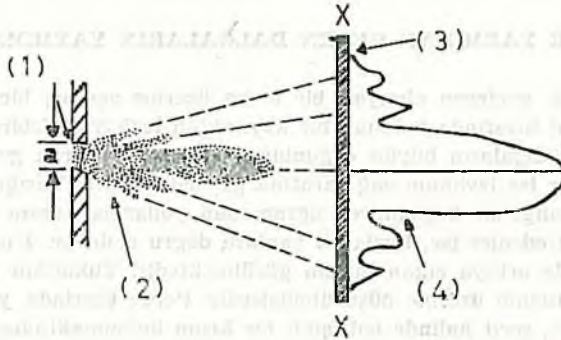
5 nolu şekil perde üzerine düşen ışığın çeşitli noktalarındaki yoğunluk derecesini grafik şeklinde göstermektedir. Ortada bol ışıklı ana gövde bulunmaktadır. Bu gövdenin genişliği, yarığın genişliği a ile ters, ışığın dalga boyu  $\lambda$  ile doğru orantılıdır. Dalga boyu küçük olan ışınlarda, kırılma ve yanlara doğru açılma az olmaktadır. Dalga boyu büyük olan ışınlarda ise, kırılma daha fazla olmaktadır. 5 nolu şekildeki

ana gövdenin tabanının genişliği  $115 \lambda/a$  formülü ile hesaplanır. Bu formülün verdiği sonuç derece cinsindedir. 5 nolu şekildeki ana gövdenin (buna büyük kubbeye de diyebiliriz) yanlarında küçük kubbeler bulunmaktadır. Bu kubbelerin yükseklikleri, yanlara doğru gidildikçe azalmaktadır. Küçük kubbeler ana kubbeye göre simetrik-dirler. Ana kubbenin eksenini, grafiğin Y eksenidir. ve ışık yoğunluklarını göstermektedir. Yatay eksen (X), ana kubbenin ekseninden olan uzaklıkları açı cinsinden göstermektedir. Bu açılar 0 ile gösterilmişlerdir. Kubbelerin birbirine değdiği noktalarda



Şekil No : 3

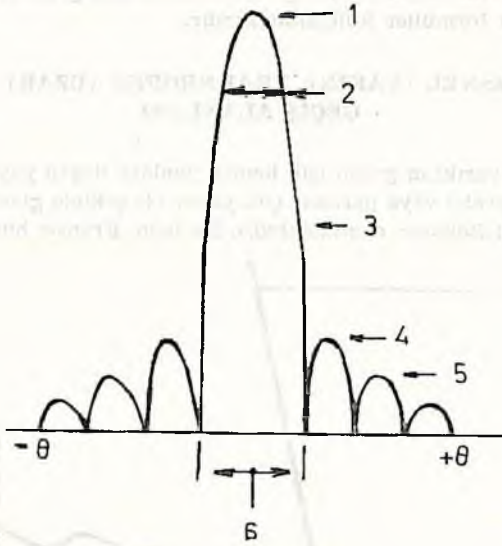
Işık geçirilmeyen bir levha üzerine açılan yarıktan geçen ışınların gidişini gösteren şekil. Sol-Işık geçirilmeyen bir levha üzerine açılan yarıktan geçen ışınların gidişini gösteren şekil. Sol-dan birbirine paralel olarak gelen ışınların büyük çoğunluğu levhaya çarparak geri döner. Yarığa isabet eden ışınlar yollarına devam ederler. Fakat yarığın kenarlarına düşen ışınlar kırılarak yanlara doğru açılırlar. Yarık daraldıkça yanlara doğru açılma artmaktadır. plâkayı 3 no. Plâkaya açılan yarığın kesitini, 4 no gölgeli alanı göstermektedir. Şekildeki 1 no uzakdaki kaynaktan birbirine paralel olarak gelen ışınları, 2 no, ışık geçirilmeyen plâkayı 3 no. Plâkaya açılan yarığın kesitini, 4 no gölgeli alanı göstermektedir.



Şekil No : 4

Bir yarıktan geçen ışınların yanlara doğru ne şekilde açıldığını gösteren şekil. Şekilde yarığın genişliği  $a$  ile gösterilmiştir. Yarıktan geçen ışınlar  $XX$  ile gösterilen perdenin üzerine düşürülmüş ve perdenin çeşitli noktalarındaki ışık yoğunluğu ölçülmüştür.  $XX$  ekseninin sağındaki grafik ışık yoğunluğunu göstermektedir. Yarığın tam karşısında bol ışıklı bir kısım bulunmaktadır. Buradan yanlara doğru gidildikçe, ışık yoğunluğu yavaş yavaş azalmaktadır. Yarığın genişliği  $a$  küçüldükçe, ışıkların yana doğru yayılmaları artar, yarığın karşısındaki bol ışıklı kısmın genişliği de artar. Şekildeki nokta ile kaplı alan, yarıktan geçen ışığın nasıl yayıldığını göstermektedir.

Şekildeki 1 no açılan yarığı 2 no radyasyon şeklini, 3 no perdeyi, 4 no yarıktan geçen ışınların perde üzerinde meydana getirdiği şeklin enine kesitini göstermektedir.



Şekil No : 5

4 no.lu şekilde **XX** ile gösterilen perdenin üzerine düşen ışığın çeşitli noktalarındaki yoğunluk derecelerini gösteren grafik. Ortada bol ışıklı ana gövde bulunmaktadır. Ana gövdenin yanlarında küçük kübbeler vardır. Yanlara doğru gidildikçe, kübbelerin yükseklikleri azalmaktadır. Küçük kübbeler, ana kübbee göre simetriklerdir.

Şekildeki 1 no ışık yoğunluğunun aldığı en büyük değeri ( $A_{max}$ ), 2 no taban genişliğinin yarısına eşit olan yer ( $50 \lambda/a$  derecesi), 3 ana kübbeden, 4 birinci kübbeden  $<$  bu kübbenin yüksekliği, ana kübbenin  $1/5$  ( $0,22 A_{max}$ ) kadardır  $>$ . 5 ikinci kübbeden  $<$  bu kübbenin yüksekliği, ana kübbenin  $1/8$  ( $0,13 A_{max}$ ) kadardır  $>$ . 6 ana kübbenin taban genişliğini  $<$  bu genişlik  $115 \lambda/a$  derecedir  $>$  göstermektedir. Yatay eksendeki  $\theta$  değerleri derece cinsindedir.

$Y$  değerleri sıfır olmaktadır. Bunun anlamı, bu noktalarda ışık yoğunluğu sıfıra inmektedir, diğer bir deyimle, bu noktalar karanlık olmaktadır. 5 nolu grafikteki ordinat ( $Y$ ) değerleri  $A$  ile, apsis ( $X$ ) değerleri  $\theta$  ile gösterilirse eğrinin denklemi

$$A = \frac{1 + \cos \theta}{2} \frac{\sin [(\pi a/\lambda) \sin \theta]}{(\pi a/\lambda) \sin \theta}$$

olmaktadır. Bu denklemde  $\theta$  yerine, sıfıra çok yakın bir değer konulacak olursa ana kübbenin yüksekliği

$$A_{max} = \frac{\sin \frac{\pi a \theta}{\lambda}}{\pi a \theta}$$

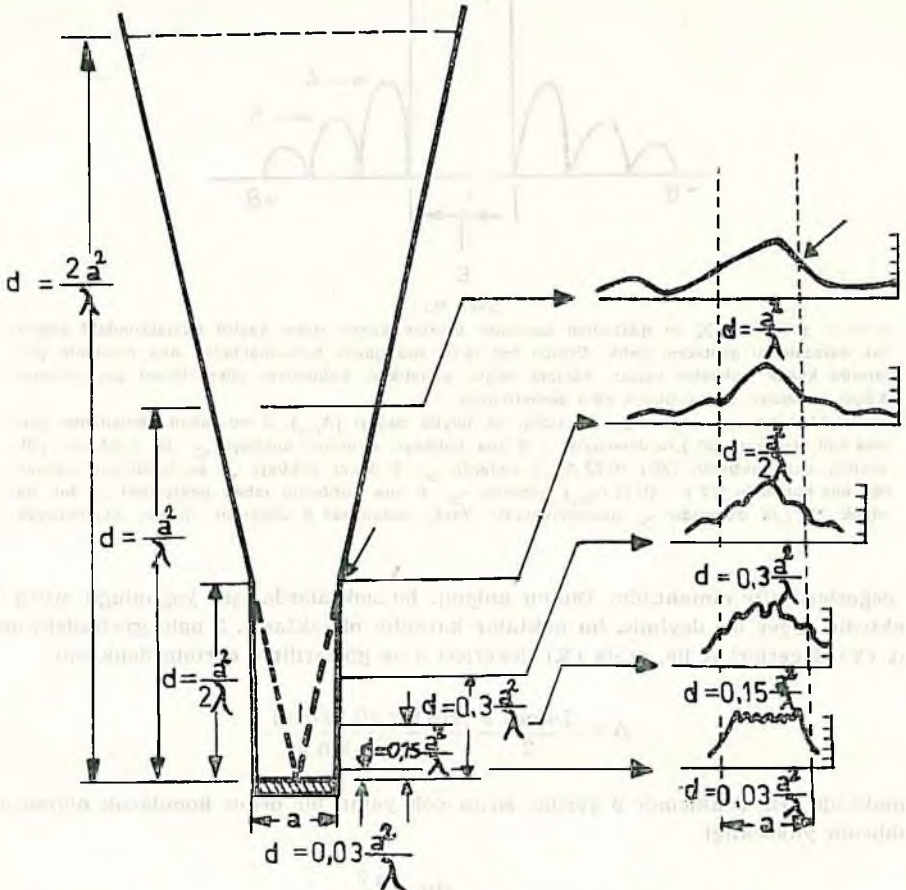
olarak bulunur.

Ana kübbenin aşağı kısımlarında yan kenarlar birbirlerine paraleldirler, daralma çok yukarlarda olmaktadır. Genişliğin, taban genişliğinin yarısına indiği yer, şekilde görüldüğü üzere çok yükseklerdedir. Ana kübbenin iki tarafında bulunan birinci kübbenin yükseklikleri  $0,22 A_{max}$  kadardır. (yaklaşık olarak  $1/5$ ). İkinci kübbenin yükseklikleri ise  $0,13 A_{max}$  dır (yaklaşık olarak  $1/8$ ).

Yarıktan ışık yerine başka herhangi bir dalga geçse, gene aynı şekilde bir yayılma olmaktadır ve aynı formüller kullanılmaktadır.

### FRESNEL (YAKIN), FRAUNHOFER (UZAK) VE GEÇİŞ ALANLARI

3 nolu şekildeki yarıktan geçen ışık hemen yanlara doğru yayılmaz. Kısa bir süre ışınlar birbirlerine paralel veya paralele çok yakın bir şekilde giderler. Buraya «Yakın Bölge» veya «Fresnel Bölgesi» denilmektedir. Bu isim, Fransız bilim adamı «Augustin



Şekil No : 6

3 nolu şekildeki yarıktan geçen ışınların, uzaklığa bağlı olarak yanlara açılışını gösteren şekil. Yarıktan  $d = a^2/2\lambda$  uzaklığa kadar olan bölgeye 'Yakın Bölge' veya 'Fresnel Bölgesi' denilmektedir. Burada yanlara doğru açılma çok azdır. Bu bölge içerisinde perde tutulursa 5 nolu şekildeki kubbeler görülemez. Perde de görülen şekiller, yukarıdaki şeklin sağ kenarında bulunmaktadır. Sol kenarda da bu şekillere ait uzaklıklar verilmiştir. Yarığa uzaklığı  $2a^2/\lambda$  dan daha fazla olan bölgeye 'Fraunhofer Bölgesi' denilmektedir. Fresnel bölgesi ile Fraunhofer bölgesi arasındaki alan 'Geçiş Bölgesi' ismini almaktadır. Fraunhofer bölgesinin başladığı yerin yarığa uzaklığı, Fresnel bölgesinin bittiği yerin uzaklığının 4 katıdır. Her çeşit dalga boyuna alt ışında, bu oranlar aynen kalmaktadır.

Fresnel» in isminden alınmıştır. Yarıktan  $d = a^2/2\lambda$  uzaklığına kadar olan Fresnel bölgesidir. 6 nolu şekilde görüldüğü üzere, bu bölge içersinde ışınlar birbirlerine paralel giderler ve yanlara açılmazlar. 6 nolu şeklin sağ alt köşesinde görüldüğü üzere destere dişlerine benzer bir görüntü elde edilir. Perde, yarıktan uzaklaştıkça, kubbe görülmeye başlar ve 5 nolu şekle yaklaşır. 6 nolu şeklin sağ kenarında, sırasile

$$d=0,03 \frac{a^2}{\lambda} , \quad d=0,15 \frac{a^2}{\lambda} ,$$

$$d=0,3 \frac{a^2}{\lambda} , \quad d=\frac{a^2}{2\lambda} , \quad d=\frac{a^2}{\lambda}$$

uzaklıklarındaki perdelerde görünecek ışık üzerindeki yoğunluğa ait grafikler bulunmaktadır.

Yarığa uzaklığı  $2 a^2/\lambda$  dan daha fazla olan bölgeye Fraunhofer bölgesi denilmektedir. Bu isim de Bavreyalı bilim adamı Joseph Von Fraunhofer tarafından verilmiştir. Fresnel bölgesinin bittiği yerle, Fraunhofer bölgesinin başladığı yer arasındaki bölgeye «Geçiş Bölgesi» veya «Geçiş Alanı» denilmektedir.

$2 a^2/\lambda$  değeri  $a^2/2\lambda$  değerinin 4 katıdır. Buna göre, Fraunhofer bölgesinin başladığı yerin, yarığa olan uzaklığı, Fresnel bölgesinin bittiği yerin uzaklığının 4 katıdır. «Geçiş Bölgesi» in genişliği  $3a^2/2\lambda$  dir.

Işınların, daha geniş deyiimiyle, herhangi bir dalga kümesinin bir yarıktan geçtikten sonra, yanlara doğru açılmasına (yayılmasına) Diffraction veya «kırınım» denilmektedir. Dalga boyu küçüldükçe kırınım azalmaktadır.

### İKİ YARIK YARDIMİLE DIFFRACTION

Işık geçirmeyen bir levhanın üzerine, birbirine yakın 2 yarığın açıldığını ve levhanın bir tarafında ışık yakulduğunu düşünelim. Yarıktan geçen ışınlar birbirleriyle birleşecek ve çok sayıda çok ışıklı bölgeler ile çok karanlık bölgeler meydana gelecektir. Işıkların bu şekilde 2 yarıktan geçerek birleşmesine Bilim dilinde «Fringes» denilmektedir. Yarıklardan geçen ışınların dalga boyları aynı olabileceği gibi, farklıda olabilir. Bu durum birleşme şeklini, karanlık ve aydınlık bölgelerin yerlerini etkiler. Yarıklardan geçen ışınların dalga boylarının aynı olduğunu düşünelim. Bu durumda, yarıkların arasındaki uzaklığın orta noktalarından geçen düzlem üzerinde, çok parlak bir bölge oluşur. Yarıklardan bu düzlem üzerine gelen ışınlar arasındaki faz farkı sıfırdır. Düzlem üzerindeki noktaların, yarıklardan uzaklıkları birbirine eşittir. Bu düzleme simetri ekseni denilebilir. Düzlemden uzaklaşınca, yarıklardan birine yaklaşır ve diğerinden uzaklaşır. Buna göre de, gelen ışınlar arasındaki faz farkı değişir. Faz farkının dalga boyuna, diğer bir deyiimle faz farkının 360 dereceye eşit olduğu yerler, ışıklı görülür. Aynı şekilde, faz farkının 360 derecenin katlarına eşit olduğu yerler gene ışıklı görülür. Özet olarak denilebilirki, faz farkının sıfır, 360 ve 360 in katı olan yerler ışıklı, bunun dışındaki yerler karanlık görülür. Faz farkının 180 derecenin katlarına eşit olduğu yerler çok karanlık olur (Bak şekil 1 ve 2).

Yarıktan gözle görülmeyen ışınlar geçirilecek olsa, birleşme gene aynı şekilde olur Faz farkının sıfır ve 360 derecenin katlarına eşit olduğu yerlerde enerji büyük,

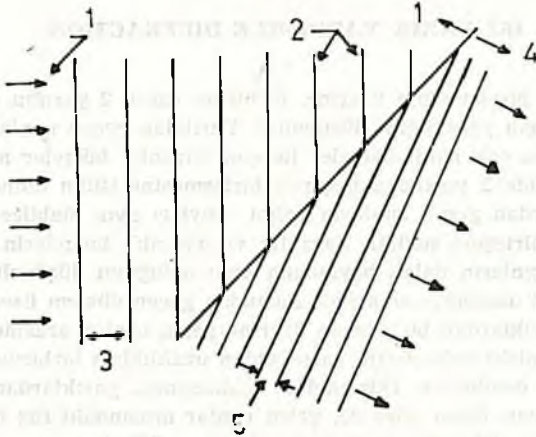


180 derecenin katlarına eşit olduğu yerlerde ise küçülür ve sıfıra kadar iner. Levha üzerine 2 yarık açılınca, ışıklı ve karanlık bölgelerin bir perde üzerindeki görüntüleri birer doğru halinde görünür. Levha üzerine 2 yarık yerine 2 nokta açılacak olursa, ışıklı ve karanlık bölgelerin bir perde üzerindeki görüntüleri birer eğri şeklinde görünür.

### KIRILMA

Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen bir ışın, veya herhangi bir dalga, normale yaklaşarak kırılır. Çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçen bir ışın veya bir dalga, normalden uzaklaşarak kırılır. Işınlardan veya genel olarak dalgalar, hangi ortam içersinde bulunurlarsa bulunsunlar, frekansları değişmez daima aynı kalır. Ortamın yoğunluğu arttıkça, enerji dalgasının hızı azalır. Frekans değişmeden hız azaldığına göre, dalga boyunun değişmesi küçülmesi zorunlu olmaktadır. Enerji dalgalarının havadaki hızı, 300 000 Klm/sn. dir Havadan geçen bir enerji dalgası yoğun bir ortama girince hızı yarıya düşerse, dalga boylarının da yarıya inmesi gerekir. Çünkü bir saniyedeki dalga adedine frekans denilmektedir. Frekans değişmeyecek ve aynı kalacaktır.

7 nolu şekilde, enerji dalgalarının havadan gelerek yoğun bir ortama girişleri görülmektedir. Geçiş sonunda, enerji dalgalarının hem boyları hem de yönleri değişmektedir. Enerji dalgaları havada giderken hızları  $V$ , ışık hızı  $V_0 = 300\,000$  Klm/ sn eşittir. Dalga boyları  $\lambda$  ise normal değerleri olan  $\lambda_0$  a eşittir yani  $V = V_0$  ve  $\lambda = \lambda_0$  dir. Enerji dalgaları yoğun bir ortama girince, hızları azalmakda dalga boyları da küçülmektedir. Yani  $V < V_0$  ve  $\lambda < \lambda_0$  olmaktadır. Şekilde enerji dalgalarının havada yoğun ortam içersindeki gidiş yönleriyle büyüklükleri görülmektedir. Her iki



Şekil No : 7

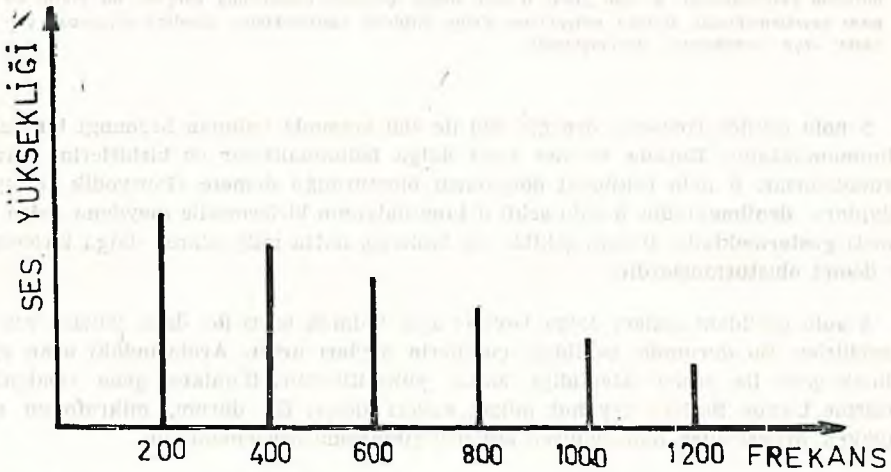
Enerji dalgalarının havadan gelerek yoğun bir ortama girişlerini gösteren şekil. 1 no ile gösterilen oklar, havadan birbirine paralel olarak giden ışınlardır. Hızları ışık hızına eşittir. 2 no ile gösterilen siyah çizgiler, ışınların kırın noktalarının meydana getirdiği düzlemlerdir. Bu düzlemler arasındaki uzaklık dalga boyu  $\lambda$  a eşittir. Şekilde 3 no ile gösterilmiştir. Bu ışınlar yoğun bir ortama geçince hızları azalır, dalga boyları kısalmış fakat frekansları aynı kalır. Dalga boyu kısalmış ışınların yönü değişir. Şekilde yoğun ortam içersindeki ışık yönleri 4 nolu oklarla yeni dalga boyu da 5 no ile gösterilmiştir.

dalga boyunun, iki ortam arasında bulunan yüzey üzerindeki izdüşümleri birbirine eşittir.

### ENERJİ DALGALARININ AYNI ÖZELLİKDE OLMASI (DALGALARIN UYUMLU OLMASI)

Bir enerji dalgasının demeti içerisinde, sonsuz sayıda dalga veya ışın bulunur. Bu dalgalar aynı özellikte olabileceği gibi, çok farklı özellikte de olabilirler. Örneğin demet içerisindeki ışınların dalga boyları farklı ise, yoğunluğu farklı bir ortama girdiklerinde, farklı şekillerde kırılacak ve birbirlerinden uzaklaşacaklardır. Enerji dalgası üreten kaynaktan çıkan ışınların veya dalgaların aynı özellikte olması, zamanla bu özelliğin bozulmaması gerekir. Ancak böyle bir kaynaktan yararlanılarak Hologram yapılabilir. İçerisinde çeşitli özellikte dalgalar bulunan bir ışın demeti bir yarıktan geçirilirse 4 - 5 ve 6 nolu şekillerdeki durumlar elde edilemez. Bu şekiller, aynı özellikteki dalgalardan oluşan demetler yardımıyla elde edilir. Doğadaki enerji kaynaklarının hiç biri, devamlı olarak, aynı özellikte enerji dalgaları yayımlıyamamaktadır. Bir enerji dalgası için verilen, frekans veya dalga boyu gibi değerler, genellikle ortalama değerlerdir. Demet içerisinde, ortalamadan farklı özellikleri olan dalgalar, daima bulunur. Dalgaların özellikleri aynı olan ve zamanlarda değişmeyen, yegane kaynak, «Laser» ışını veren kaynaklardır. Bu sebeple, hologram laser ışınlarıyla yapılabilmektedir.

Bir demet içerisinde bulunan dalgaların aynı özellikte olmasına, «Dalgaların Uygunluğu» veya «Coherenç» denilmektedir. 8 nolu şekilde bir orkestradan çıkan seslere ait grafik görülmektedir. Yatay eksen üzerinde orkestradan yükselen seslerin frekansları, dikey eksen üzerinde de her frekansa ait ses tonları (ses yükseklikleri) gö-

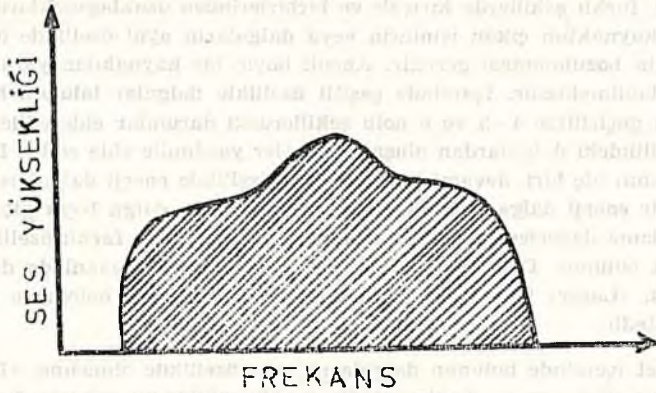


Şekil So : 8

Bir orkestradan çıkan seslere ait grafik. Yatay eksen üzerinde, seslerin frekansları, dikey eksen üzerinde ise, her frekansa ait ses tonları (ses yükseklikleri) bulunmaktadır. Her frekans daima aynı yükseklikte bir ses çıkartmaktadır. Buradaki seslerin frekansları bir aritmetik dizi meydana getirmektedir. Bu özellikteki dalgalara 'Periyodik Dalgalar' veya 'Coherenç' denilmektedir.

rılmektedir. Her frekans dalma aynı yükseklikde bir ses çıkartmaktadır. Şekilden, 6 değişik boyda dalganın birleşerek bir demet oluşturduğu anlaşılmaktadır. Buradaki seslerin frekansları bir aritmetik dizil meydana getirdiklerinden, bunlara «Periyodik Dalgalar» denilmektedir.

9 nolu şekilde, bir gürültü kaynağından, örneğin bir uçaktan, yayılan seslere ait grafik görülmektedir. Burada da yatay eksen üzerinde frekanslar, dikey eksen üzerinde de ses tonları alınmıştır. 8 nolu şekil 6 tane dikey çizgiden oluştuğu halde, bu şekil taranmış bir alanı göstermektedir.



Şekil No : 9

Bir gürültü kaynağından yükselen seslere ait grafik. Burada dalga boyu çok çeşitli olan sesler birbirine karışmaktadır. 8 nolu grafik 6 tane dikey çizgiden oluşmasına karşılık, bu grafik bir alanı çevrelemektedir. Burada milyonlarca dalga birbirine karışmaktadır. Bunlara «uyumsuz dalgalar» veya «incoherence», denilmektedir.

8 nolu şekilde frekansı, örneğin 200 ile 400 arasında bulunan herhangi bir dalga bulunmamaktadır. Burada ise her çeşit dalga bulunmaktadır ve birbirlerine girmiş durumdadırlar. 9 nolu şekildeki dalgaların oluşturduğu demete «Periyodik Olmayan Dalgalar» denilmektedir. 8 nolu şekil 6 tane dalganın birleşmesiyle meydana gelen bir demeti göstermektedir. 9 nolu şekilde ise binlerce, hatta milyonlarca dalga birleşerek bir demet oluşturmuşlardır.

8 nolu şekildeki sesler; dalga boyları aynı kalmak şartı ile, daha yüksek ses çıkarabilirler. Bu durumda, şekildeki çizgilerin boyları artar. Aralarındaki oran aynı kalmak şartı ile, sesler istenildiği kadar yükseltilebilir. Bunlara gene «Dalgaları Birbirine Uygun Sesler» veyahut müzik sesleri denir. Bu durum, mikrofونun sesi açıldıkça, orkestradan daha yüksek seslerin çıkmasına benzemektedir.

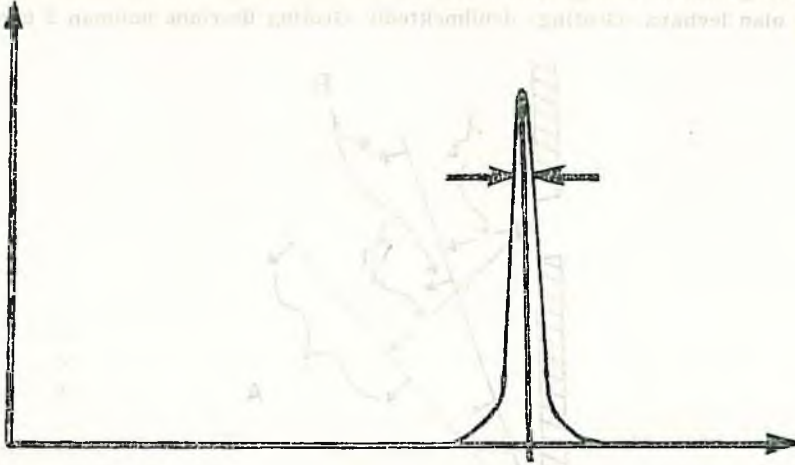
8 nolu şekildeki dalga adedi azaltılabilir, bire kadar indirilebilir. Bu durumda, demet içerisindeki dalga adedi bire inmiş olur. Böylelikle de demet içerisindeki dalgalar, birbirleriyle daha uyumlu hale kelmış olur.

8 nolu şekil, doğaya uymadığı gibi, müzik aletlerinin çıkardığı seslere de tam anlamı ile uymamaktadır. Şöyleki : 8 nolu şekle göre, orkestradan yükselen ses demetinin içerisinde, frekansı 200 Hertz olan dalga bulunmaktadır, fakat, frekansı 199 ve

201 Hertz olan sesler bulunmaktadır. Gerçekde ise durum böyle değildir. 8 nolu şekildeki düzey çizgilerin hepsinin alt ucundan küçük bir genişlik (küçük bir taban) bulunmaktadır.

10 nolu şekilde frekansı 1000 Hertz olan dalgaya ait düzey çizginin gerçek durumu görülmektedir. Tabanda bir genişlik bulunmaktadır. Yükseldikçe bu genişlik azalmaktadır. Ok ile gösterilen yerde, genişlik 10 Hertz'e inmektedir. Diğer bir deyimle, frekansın % 1 ine inmektedir. Doğada 8 ve 10 nolu şekillerdeki grafiklere uyandemetler bulunmamaktadır. Ses dalgalarının oluşturduğu demetler bu grafiklere uymadığı gibi, ışık dalgalarının ve diğer dalgaların oluşturduğu demetlere de uymamaktadır. Doğadaki demetler daima 9 nolu şekilde görülen grafiğe uymaktadır. Diğer bir deyimle, doğadaki dalga demetlerinin hepsi, «Uyumsuz Dalgalar» dan oluşmaktadır. Uyumsuz dalgalardan oluşan demetlere, bilim dilinde «in cohorence» denilmektedir. Yalnız laser ışınları, uyumlu «cohorence» dalgalardan oluşmaktadır.

Laser ışınları, 3 nolu şekilde görülen yarıktan geçirildiği takdirde 4 nolu şekildeki gibi yanlara doğru açılmamakta ve çapını büyütmeden ilerlemektedir. Bunun sonucu olarak, laser ışınlarından oluşan bir demet, çok uzaktaki bir perdenin veya bir maddenin üzerine düşürülecek olursa, yoğunluğu her noktasında aynı olan bir görüntü elde edilir. 1961 yılında Amerikanın New Jersey eyaletinde, küçük bir projektörden çıkan laser ışınlarının, 40 Km. uzaktaki bir şehirde çıplak gözle rahatlıkla



Şekil No : 10

8 nolu şekildeki frekansı 1000 Hertz olan dalgaya ait düzey çizginin gerçek durumu. Tabanda küçük bir genişlik bulunmaktadır. Ok ile gösterilen yerde genişlik 10 Hertz'e inmektedir. Doğada bu özellikte dalga bulunmamaktadır. Ancak yapay olarak elde edilebilmektedir.

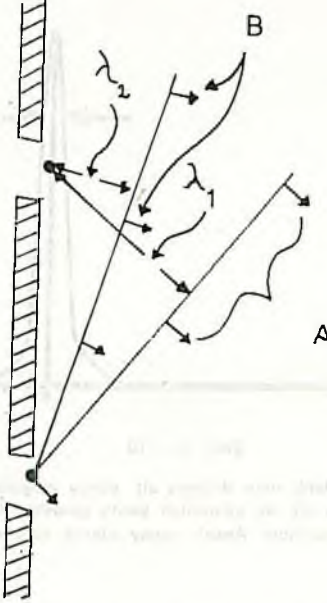
görülebildiği saptanmıştır. Işık ince bir çubuk halinde Km, lerce uzayıp gitmiştir. 1962 mayısında, laser ışınları Ay yüzeyine gönderilmiş ve yansarak geri geldiği görülmüştür. Normal ışık, açılarak ve zayıflayarak gittiğinden, ay yüzeyine çarptıktan sonra, dönerek dünyaya gelmemektedir. Laser ışını ise, Ay yüzeyine çarpıp geri geldikten sonra, parlaklığından hemen hemen hiç bir şey kaybetmemektedir. Ay yüzeyine parlak bir levha (Yansıtıcı) konulması ve laser ışınlarının bu levhaya çarpmasının

sağlanması halinde, ışınlar parlaklıklarından hiç bir şey kaybetmeden geri gelmektedirler. Ay yüzeyine böyle bir yansıtıcı konulmuştur ve Afrika ile Güney Amerika kıtaları arasındaki uzaklığın zamanla değişip değişmediği kontrol edilmektedir. Afrıkada belirli bir yerde bulunan bir kaynaktan çıkan laser ışınları, Ay'daki yansıtıcıya çarptıktan sonra, Güney Amerikada belirli bir noktaya ulaşmaktadır. İki kıta arasındaki uzaklık değişirse, Aydan yansıyarak gelen laser ışınlarının ulaştığı nokta değişecektir. Eşit zaman aralıklarıyla laser ışınları gönderilmekte ve iki kıta arasındaki uzaklığın değişip değişmediği kontrol edilmektedir.

### GRATING (KAFES TELİ ŞEKLİNDE LEVHA)

11 nolu şekilde, ışık geçirmeyen bir levha üzerine, birbirine paralel olarak açılmış 2 yarıktan geçen ışınların, birbirleriyle nasıl birleştikleri görülmektedir. Burada bir yarıktan geçen demet içerisindeki ışınların dalga boylarının, birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Diğer bir deyimle ışınlar uyumsuzdur veya «Incoherence» dirler. Dalga boyları farklı olduğundan ışınların yanlara doğru açılmaları da farklıdır. Şekilde dalga boylarının  $\lambda_1$  ile  $\lambda_2$  arasında değiştiği, gidiş yönlerinin de A ve B şeklinde birbirinden ayrıldığı görülmektedir.

11 nolu şekildeki yarık sayısını çoğaltmak ve ışık geçirmeyen levhayı bir kafes teli haline getirmek olanağı vardır. Açılan çok sayıdaki yarıkla kafes teli haline getirilmiş olan levhaya «Grating» denilmektedir. Grating üzerinde bulunan 2 komşu ya-

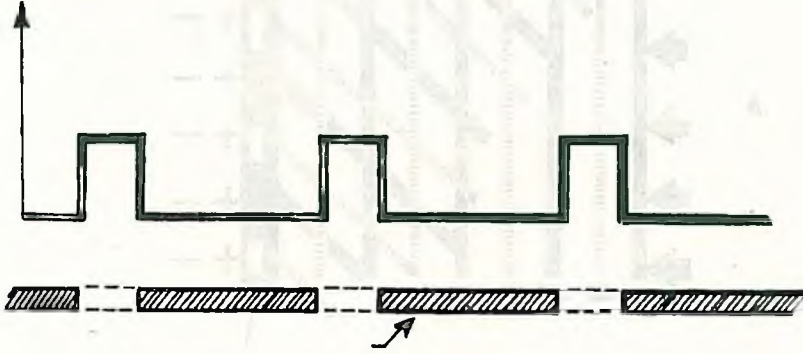


Şekil No : 11

ışık geçirmeyen bir levha üzerine açılan, birbirine paralel 2 yarıktan geçen ışınların birbirleriyle birleşmelerini gösteren şekil. Yarıkların herbirinden, dalga boyları farklı ışınlar birlikte geçmektedirler. Buradaki demetler 'uyumsuz = Incoherence' olduklarından yanlara doğru çok açılmaktadırlar. Şekilde gidiş yönleri A ve B harflerle gösterilmiştir.

rıktan geçen ışınlar, bazen I nolu şekildeki gibi birbirile birleşir ve çok parlak bir bölge oluşturur. Bazende 2 nolu şekildeki gibi birbirlerini yok ederek karanlık bir bölge oluşturulur. Bir cam levha üzerine, bir elmasla birbirine paralel ve sık çizgiler çizilecek olursa, bir «Grating» elde edilir. Çizgiler arasındaki açıklık yarıkların yerine geçer. Çizilen camın üzerine tebeşir tozu serpilir ve bir bez parçasıyla silinirse, tozlar çizilen kısımlara toplanır ve buralarını daha az geçirgen hale getirir. Çizilmeyen kısımlar daha parlak ve daha geçirgen olur.

12 nolu şekilde, cam üzerine çizgi çizilerek yapılan «Grating» in bir parçası ve çizilmeyen kısımlardan geçen enerji dalgalarının yayıldığı alanlar veya güçleri görülmektedir. Enerji dalgasının gücü arttıkça yayıldığı alan büyümektedir. Bu sebeple grafikteki düşey eksene yayılma alanı veya güç denilebilir.

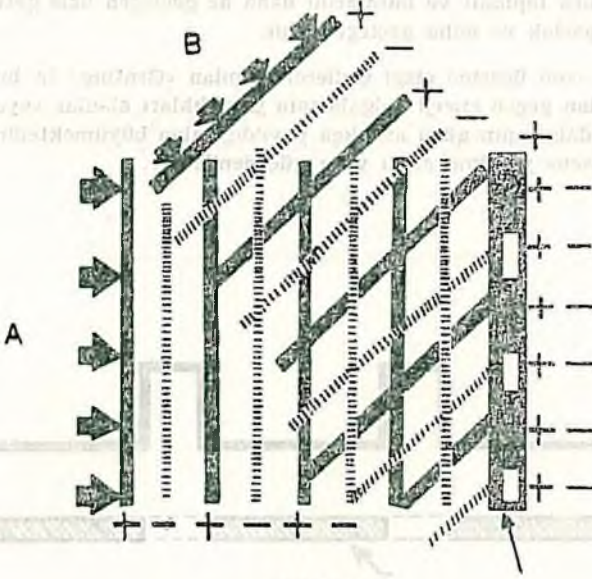


Şekil No : 12

Cam üzerine çizgi çizilerek yapılan 'Grating' in bir parçasını ve bu Gratingden geçen enerji dalgalarının yayıldığı alanları gösteren şekil. Enerji dalgasının gücü arttıkça, yayıldığı alan büyümektedir. Şeklin alt kısmındaki ok enerji dalgalarının geçemediği kısımları göstermektedir. Düşey eksen yayılma alanını veya enerjinin gücünü göstermektedir.

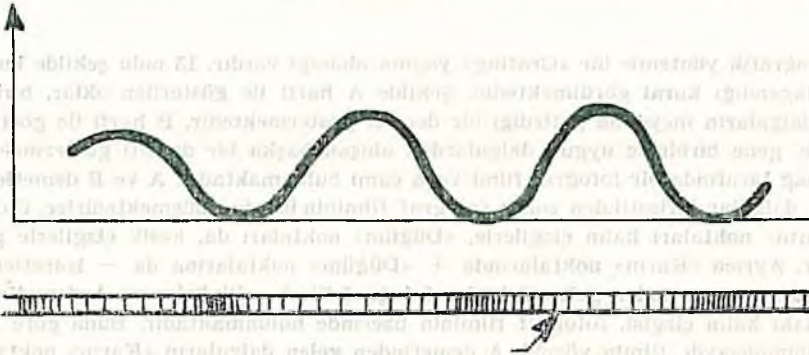
Fotoğrafik yöntemle bir «Grating» yapma olanağı vardır. 13 nolu şekilde bu yöntemin dayandığı kural görülmektedir. Şekilde A harfi ile gösterilen oklar, birbirine uygun dalgaların meydana getirdiği bir demeti göstermektedir. B harfi ile gösterilen oklar da, gene birbirine uygun dalgalardan oluşan başka bir demeti göstermektedir. Şeklin sağ tarafında bir fotoğraf filmi veya camı bulunmaktadır. A ve B demetlerinde bulunan dalgalar birleştikten sonra fotoğraf filminin üzerine düşmektedirler. Dalgaların «Karı» noktaları kalın çizgilerle, «Düğüm» noktaları da, kesik çizgilerle gösterilmiştir. Ayrıca «Karı» noktalarında + «Düğüm» noktalarına da - işaretleri konulmuştur. A demetinden gelen dalgalar fotoğraf filmine diktirler ve A demetinin en sağdaki kalın çizgisi, fotoğraf filminin üzerinde bulunmaktadır. Buna göre B demeti bulunmasaydı, filmin yüzeyi, A demetinden gelen dalgaların «Karı» noktalarıyla kaplanacaktı. B demeti film yüzeyine eğik gelmektedir. B demetindeki dalgaların bazen «Karı» noktaları, bazen de «Düğüm» noktaları filmin üzerine düşmektedir. Şeklin sağ kenarında, 2 dizi halinde + ve - işaretleri görülmektedir. Birinci sıradakilerin hepsi + işaretleridir ve A demetindeki dalgalara aittirler. İkinci sıradakileri + ve - şeklinde sıralanmışlardır. Bunlar B demetindeki dalgalara aittirler. İki + işaretinin yan yana bulunduğu yerler, film üzerine ışığın en fazla düştüğü yerlerdir.

Bu noktalarda filim çok etkilenir. Diğer bir deyimle, buralarda filim çok «Ağarır» + ve - işaretinin yanyana bulunduğu yerler bir «Düğüm» ve bir «Karın» noktasının bir araya geldiği yerlerdir. Buralarda filim az etkilenir, diğer bir deyimle az «Ağarır». Sonuç olarak filim üzerinde paralel çizgiler meydana gelir. Böylelikle, filim bir «Grating» haline dönüşür.



Şekil No 13

Fotoğrafik yöntemle bir 'Grating' in nasıl yapıldığını gösteren şekil. A harfi ile gösterilen oklar, birbirine uygun dalgaların oluşturduğu bir demettir. B harfi ile gösterilen oklarda, gene birbirine uygun dalgalardan oluşan başka bir demettir. Şeklin sağ tarafında bir fotoğraf filmi veya camı bulunmaktadır. A ve B demetleri birleştikten sonra filmin üzerine düşmekte ve filmi Grating haline getirmektedir. İnce ok filmi göstermektedir.

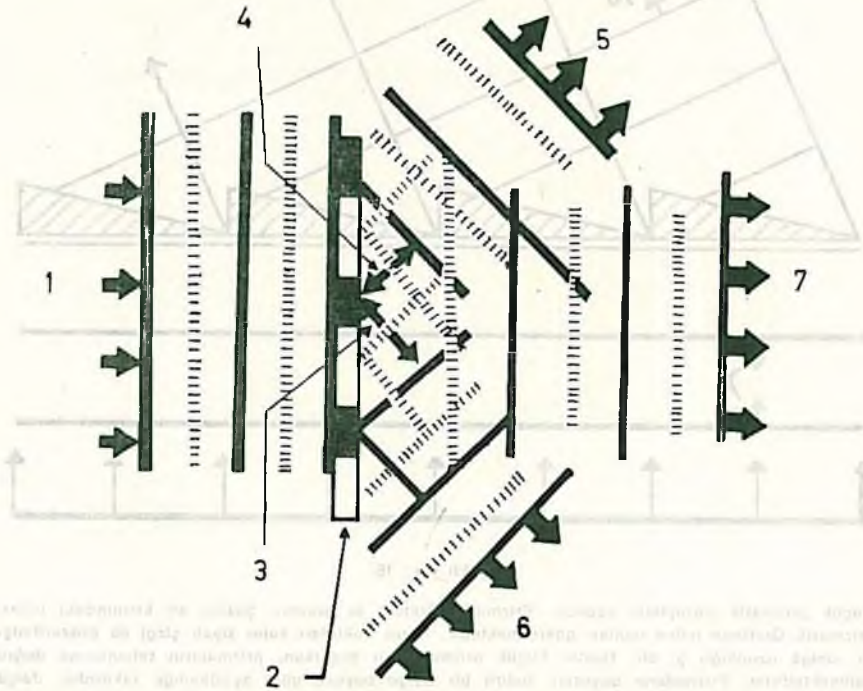


Şekil No : 14

Fotoğrafik yöntemle yapılan bir Gratingden geçen ışınların özelliklerini gösteren şekil. Altta, Grating çizgilerine dik olarak alınmış bir kesit bulunmaktadır. Altteki ok bu kesiti göstermektedir. Kesit üzerindeki taramaların sık olduğu yerler, Gratingin koyu çizgilerine, taramaların seyrek olduğu yerlerde, filmin açık çizgilerine aittir. Yukardaki grafik, gratingden geçen ışınların güçlerini veya yayıldıkları alanları göstermektedir: 12 nolu şekildedeki grafiğin keskin köşeleri bulunmasına karşılık buradaki grafik sinüsoidal bir eğri çizmektedir.

14 nolu şekilde, filimden veya fotoğraf camından geçen ışınların özellikleri görülmektedir. Şeklin alt kısmında, filim üzerindeki çizgilere dik olarak, filimden alınmış bir kesit bulunmaktadır. Kesit üzerindeki taramaların sık olduğu yerler, filmin koyu çizgilerine, taramaların seyrek olduğu yerlerde, filmin açık renkdeki çizgilerine aittir. Şeklin yukarısındaki grafik, filimden geçen ışınların güçlerini veya yayıldıkları alanların büyüklüklerini göstermektedir. Koyu çizgilerin tam ortalarında ışık hiç geçmediğinden, grafik en alçak noktalara inmektedir. Açık renk çizgilerin tam ortalarında ışık çok fazla geçtiğinden, grafik en yüksek noktalara çıkmaktadır.

15 nolu şekilde, bir «Fotoğrafik Grating» den geçen ışınların, birleşmeleri ve çevreye yayılmaları şematik olarak görülmektedir. Şeklin solundaki oklar bir demete ait



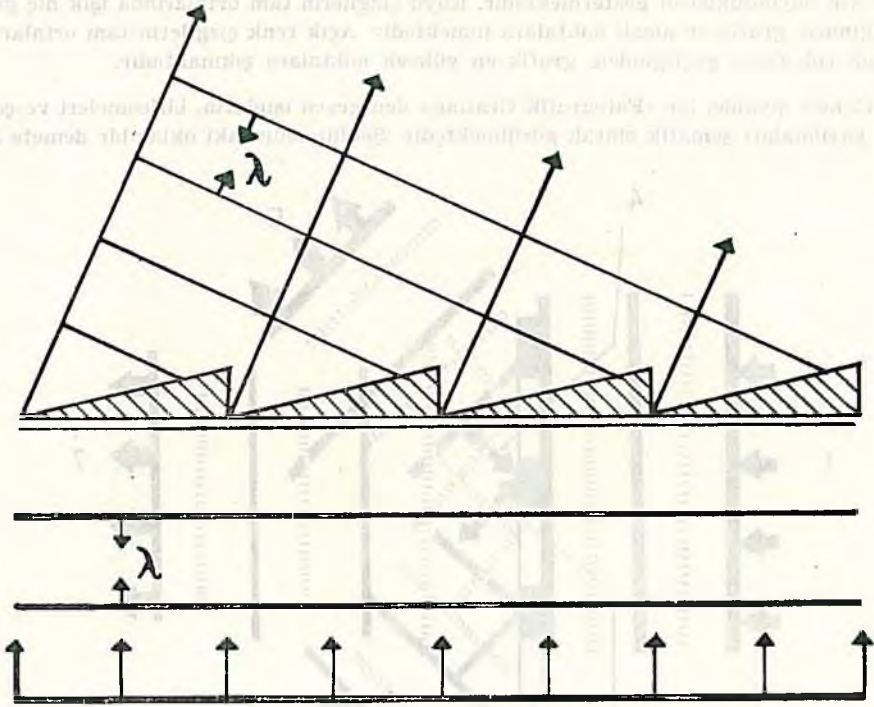
Şekil No : 15

Bir fotoğrafik Gratingden geçen ışınların birleşmelerini ve çevreye yayılmalarını gösteren şekil. Solda 1 no ile gösterilen oklar bir demete ait paralel ışınlardır. Işınların karın noktaları kalın siyah çizgilerle, düğüm noktalarında noktalı çizgilerle gösterilmiştir. Fotoğrafik Grating 2 no ile, yarıklardan geçen ışınların dalga boyları 3 ve 4 nolarla gösterilmiştir. Gratingden geçen ışınlar birbirleriyle birleştikten sonra 3 ayrı yöne doğru gitmektedirler. 5 no ile gösterilenler sağ yukarıya, 6 no ile gösterilenler sağ aşağıya 7 no ile gösterilenlerde sağa doğru gidlyorlar.

ışınları göstermektedir. Bu ışınların karın noktaları kalın siyah çizgilerle, düğüm noktalarında noktalı çizgilerle gösterilmiştir. Üçüncü karın noktaları filim düzleminin üzerine düşmüştür. 2 komşu açıklıktan geçen ışınlar birleşerek 3 yöne doğru ilerlemektedir. Bir grup sağ yukarıya, ikincisi sağ aşağıya, üçüncüsüde sağ tarafa doğru gitmektedir.



Fotoğraf fillmelerinde daima bir büzülme ve gerilme meydana gelmektedir. Bu sebeple de fotoğrafik Gratingler bozulmaktadır. Bazı kısımlarda çizgiler sıklaşmaktadır. Daha iyi bir Grating yapmak gayesiyle, yarık yerine küçük prizmatik yüzeylerden faydalanma yoluna gidilmiştir. 16 nolu şekilde, küçük prizmatik yüzeylerle yapılan

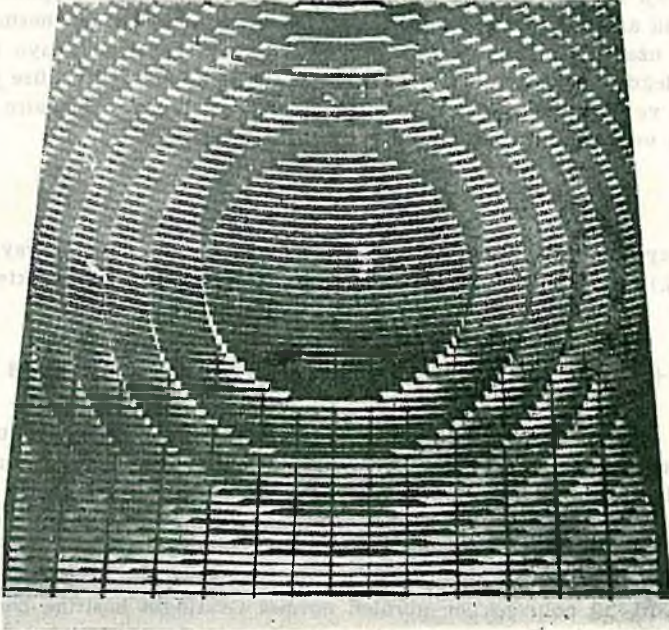


Şekil No : 16

Küçük prizmatik yüzeylerle yapılan 'Prizmatik Grating' in şeması. Şeklin alt kısmındaki oklar, prizmatik Gratinge gelen ışınları göstermektedir. Karın noktaları kalın siyah çizgi ile gösterilmiştir, dalga uzunluğu  $\lambda$  dir. Işınlar küçük prizmalardan geçerken, prizmaların tabanlarına doğru eğilmektedirler. Prizmaların boyutları belirli bir dalga boyuna göre ayarlandığı takdirde, dalga boyu istenilen büyüklükte ışınlar elde edilebilmektedir.

«Prizmatik Grating» görülmektedir. Şeklin alt kısmındaki oklar, gelen ışınları göstermektedir, karın noktaları kalın siyah çizgi ile gösterilmiştir. İki komşu karın noktası arasındaki uzaklık, diğer bir deyimle şekildeki siyah çizgiler arasındaki uzaklık, gelen ışınlar için dalga boyu  $\lambda$  yi göstermektedir. Işınlar prizmalardan geçerken, prizmaların tabanlarına doğru eğilmektedirler. Şekilde ışınların prizmalardan geçtikten sonra sağ yukarıya doğru gittikleri görülmektedir. Buradaki prizmaların boyutları belirli bir dalga boyuna göre ayarlandığı takdirde, dalga boyu istenilen büyüklükte ışınlar elde edilebilir. Küçük prizmalar paralel doğrular üzerine dizilebileceği gibi, aynı merkezli dairelerin çemberleri üzerine de dizilebilir. Çalışan bazı radyo istasyonlarının antenleri bu şekilde yapılmıştır. Bu antenlere içerden paralel olarak gelen ışınlar, prizmalardan geçerken kırılmakta ve gene paralel olarak gitmektedirler.

Çünkü prizmalar daire merkezine dönmüş değildirler. 17 nolu şekilde görüldüğü gibi birbirlerine paralel dizilmişlerdir.



Şekil No : 17

16 nolu şekildeki küçük prizmalar doğrular üzerine dizilebileceği gibi, aynı merkezli daire çemberleri üzerine de dizilebilir. Yukarıda bu şekilde yapılmış bir Grating görülmektedir. Bir çok radyo istasyonunun verici anteni bu şekilde yapılmıştır. Bu antenlere içerdikleri paralel olarak gelen ışınlar, prizmalardan geçerken kırılmakta ve yine paralel olarak gitmektedirler. Prizmalar daire merkezine dönmüş değildirler, birbirlerine paralel durmaktadır.

Yukarıda belirtildiği üzere, bir prizmalı Grating belirli bir dalga boyundaki ışınlar göre yapılmaktadır. Buradaki belirli bir dalga boyu deyimi ile, elektro manyetik dalgaların küçük bir parçası, dar bir bölgesi veya bir Zon'u belirtmektedir. Örneğin dalga boyu  $\lambda_1$  ile  $\lambda_2$  arasında olan ışınlar anlatılmaktadır ve  $\lambda_1$  ile  $\lambda_2$  birbirine çok yakın değerlerdir. Prizmalı Gratinglerin üzerine, şu zona göre yapılmıştır diye yazılır.

18 nolu şekilde görülen prizmalı Gratingde prizmaların yarısı ters konulmuştur. Görülen 8 prizmadan 4 tanesinin ucu sivri sol tarafta, diğer 4 tanesinin sivri ucu ise sağ tarafta bulunmatadır. Şeklin alt kısmından gelen ışınlardan a ile gösterilen prizmalara çarpanlar, kırıldıktan sonra sol yukarıya gitmektedirler. Böylelikle ışınlar 2 gruba ayrılmaktadırlar. Prizmaları bu şekilde yerleştirilen Gratinge «Çift Prizmalı Grating» denilmektedir.

### ZON PLAKASI

19 nolu şekilde F noktasından enerji dalgaları üretilmektedir. Çevreye yayılan dalgaların karın noktalarının geometrik yerleri birer çizgi ile gösterilmiştir.

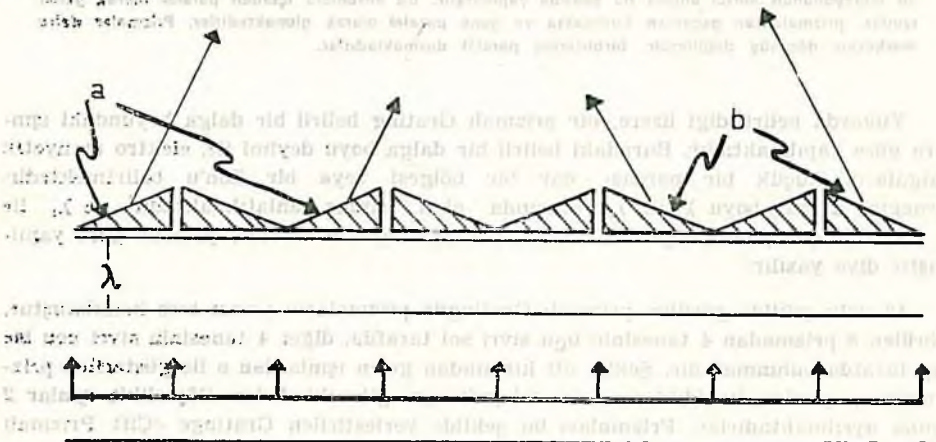
Yayılan dalgaların düğüm noktaları da birer küre yüzeyi meydana getirmektedir. Bu yüzeylerde, kesik çizgilerden oluşan daire yayı şeklinde gösterilmişlerdir. F noktasından çıkan enerji dalgaları şeklin sol tarafında görülen plakaya çarpmaktadırlar. F noktası ile plaka arasındaki  $f$  uzaklığı, tam olarak, dalga boyu  $\lambda$  nin herhangi bir katına eşittir.  $f$  uzaklığı buna göre ayarlanmıştır. F noktasından plakaya indirilen dakin, plakaya değdiği nokta bir karın noktasıdır. Bu noktadan geçen küre yüzeyi, şekle F merkezli ve  $f$  yarıçaplı bir daire yayı şeklinde çizilmiştir. Bu daire yayının dışında bulunan ve kesik çizgilerden oluşan yay, F merkezli ve

$$\left(f + \frac{\lambda}{2}\right)$$

yarıçaplı daireye ait yaydır, düğüm noktalarını göstermektedir. Bu yayın dışındaki yay ise  $(f + \lambda)$  yarıçaplı daireye aittir ve karın noktalarını göstermektedir. Şekilde sırasıyla

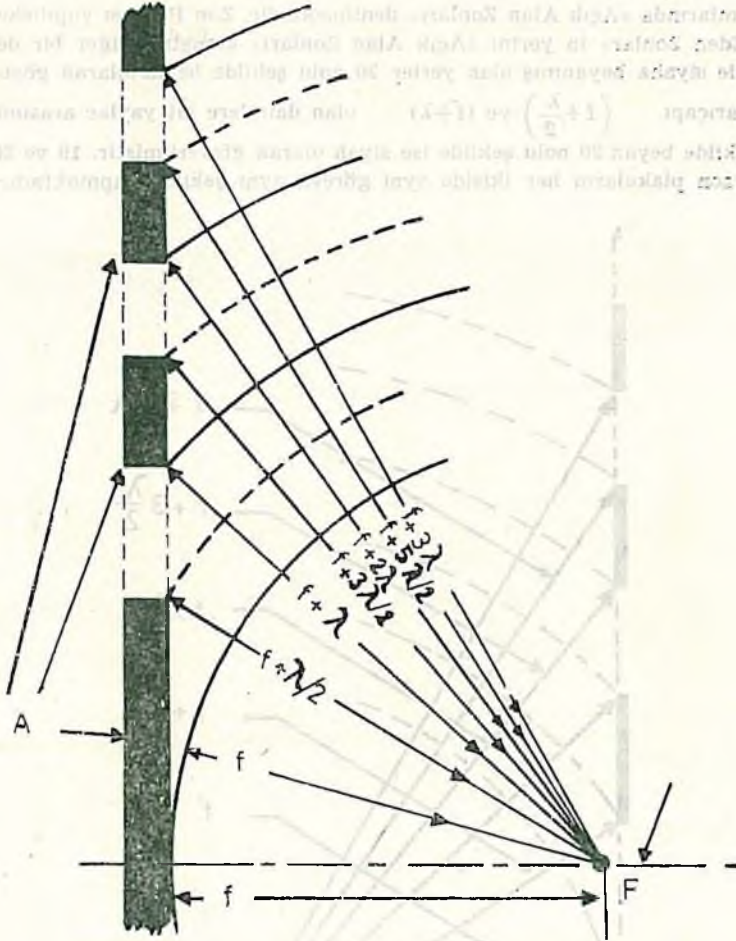
$$f, \left(f + \frac{\lambda}{2}\right), (f + \lambda), \left(f + \frac{3\lambda}{2}\right), (f + 2\lambda), \left(f + \frac{5\lambda}{2}\right), (f + 3\lambda)$$

yarıçaplı dairelere alt yayların çizilmiş olduğu görülmektedir. Şekildeki plaka küre yüzeylerini kesmektedir. Plakaya F noktasının bulunduğu taraftan bakılacak olursa, aynı merkezli bir çok daire görülür. Plaka bu daire yaylarına göre birer atlanarak oyulacak olursa, veyahut geçirgen hale getirilecek olursa, aynı merkezli dairelerden oluşan bir grating elde edilir. Şekilde, plakanın geçirgen olmayan kısımları siyaha boyanmış, diğer kısımlar beyaz olarak gösterilmiştir. Zon Plakasının kesiti, 13 nolu şekilde görülen normal Gratingin kesitine benzemektedir. Zon plakasında yarıklar daire yayı şeklindedir, normal Gratingde ise doğru parçaları şeklindedir. Zon plakasındaki 2 komşu yarık, aynen normal Gratingdeki 2 komşu yarık, gibi iş görmekte ve F merkezinden gelen enerji dalgalarını daha güçlü hale getirerek ileriye göndermektedir.



Şekil No : 18

«Çift Prizmalı Grating». 16 nolu şekildeki prizmaların yarısı ters konularak bu Grating elde edilmiştir. Şekilde 8 tane prizma bulunmaktadır. 4 tanesinin sivri ucu sola, diğer 4 tanesininiki de sağa gelecek şekilde konulmuştur. Aşağıdan gelen ışınlardan, a harfi ile gösterilenlere girenler çıktıktan sonra sağ yukarıya gitmektedirler. b ile gösterilen prizmalara girenler ise çıktıktan sonra yukarıya gitmektedirler.

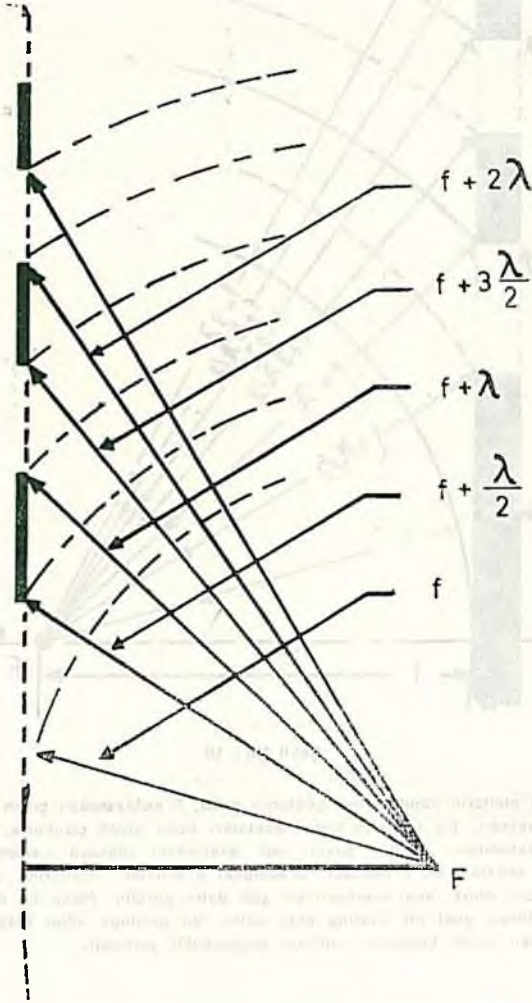


Şekil No : 19

«Zon Plakası» isimli aletlerin yapılmasını gösteren şekil, F noktasından çıkan ışınlar, birbirinden uzaklaşarak yayılmaktadır. Bu ışınların karın noktaları kalın siyah çizgilerle, düğüm noktalarında kesik çizgilerle gösterilmiştir. Işınlar şeklin sol tarafındaki plakaya çarpmaktadırlar. Işınların plakaya çarptıkları noktalar ile F noktası arasındaki uzaklıkları üzerlerine yazılmıştır. Plakaya sağ taraftan bakılacak olurs, aynı merkezli bir çok daire görülür. Plaka bu daire yaylarına göre geçirgen hale getirilirse, yeni bir Grating elde edilir. Bu gratinge «Zon Plakası» denilmektedir. A harfi ile gösterilen siyah bölgeler, ışınların geçemediği yerlerdir.

Zon Plakaları, ışık dalgalarının ve mikro dalgaların daha güçlü hale getirilmesinde yararlı olmaktadır. II inci dünya savaşında, mikro dalgalarla çalışan radarları daha güçlü hale getirmek için zon plakalarından yararlanılmıştır. Zon Plakalarının üzerine 17 nolu şekilde görüldüğü gibi, prizmalar dizildiği takdirde iyi bir zon plakası elde edilmektedir. 19 nolu şekildedeki Zon plakası enerjinin bir kısmını yutmaktadır. Zon Plakası prizmalarla yapıldığı takdirde, enerji hiç eksilmemektedir.

19 nolu şekildeki Zon Plakasının siyah kısımlarına «Enerji Bloke Eden Zonlar» beyaz kısımlarında «Açık Alan Zonları» denilmektedir. Zon Plakası yapılırken, «Enerji Bloke Eden Zonlar» ın yerini «Açık Alan Zonları» almıştır. Diğer bir deyimle, 19 nolu şekilde siyaha boyanmış olan yerler 20 nolu şekilde beyaz olarak gösterilmiştir. Örneğin yarıçapı  $(f + \frac{\lambda}{2})$  ve  $(f + \lambda)$  olan dairelere ait yaylar arasındaki bölge 19 nolu şekilde beyaz 20 nolu şekilde ise siyah olarak gösterilmiştir. 19 ve 20 nolu şekillerdeki zon plakaların her ikisinde aynı görevi, aynı şekilde yapmaktadır.



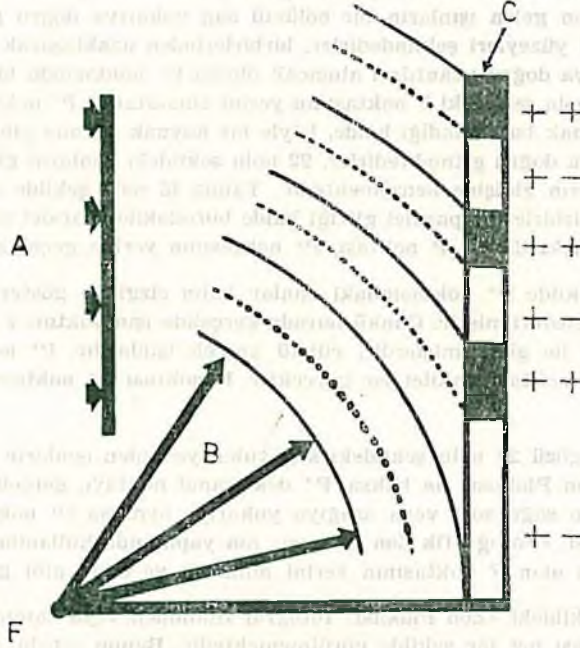
Şekil No : 20

Yarıkları yer değiştirilebilen zon plakası. Buradaki şekil 19 nolu şeklin aynısıdır, yalnız, plaka üzerindeki geçirgen çemberlerin yerini geçirgen olmayan çemberler almıştır. Diğer bir deyimle 19 nolu şekildeki plakanın siyah parçaları burada beyaz, beyaz parçalarında siyah olarak görülmektedir. Zon plakasındaki yarıklara yer değiştirilerek bu durum elde edilmiştir. Bu özellikteki Zon plakaları, yani zonları yer değiştirebilen zon plakaları ışık dalgalarının ve mikro dalgaların daha güçlü hale getirilmesini sağlamaktadır. 19 nolu şekildedekinden daha verimli çalışmaktadır.

Bir Zon Plakası üzerinde bulunan «Enerji Bloke Eden Zonlar» ile «Açık Alan Zonları»nın yer değiştirebilmesi önemli bir özelliktir. Bu özellikteki Zon plakalarına «Zonları Yer Değiştirebilen Plaka» denilmektedir. «Zonları Yer Değiştirebilen Plaka» lar enerji dalgalarının daha uzaklara gitmesini sağlamaktadırlar. Hologramlarda, «Zonları Yer Değiştirebilen Plaka» lar kullanılmaktadır.

### FOTOGRAFİK YÖNTEMLE YAPILAN ZON PLAKALARI

21 nolu şekilde, 2 ışın demetinin bir fotoğraf filmi üzerine düştüğü görülmektedir. A ile gösterilen ışınlar, birbirlerine paraleldirler ve film düzlemine diktirler. Bu ışınların karın noktaları 13 ve 15 nolu şekilde olduğu gibi, fotoğraf filmi üzerine düşürülmüştür. Filmin sağ tarafındaki I inci sırada bulunan + işaretleri bu karın noktalarını göstermektedir.



Şekil No : 21

Biri paralel, diğeri radyal olan 2 ışın demetinin birleşmesini ve bir fotoğraf filmi üzerine düşmesini gösteren şekil. A ile gösterilen ışınlar birbirlerine paraleldirler. B ile gösterilen ışınlar ise F noktasından çıkmakta ve birbirinden uzaklaşarak yayılmaktadır. Bu ışınların karın ve düğüm noktaları daire çemberleri şeklinde gösterilmiştir. Buradaki film 19 ve 20 nolu şekillerdeki plakanın yerini almakta ve «Zon Plakası» na dönüşmektedir. Bu filme de «Fotoğrafik Zon Plakası» denilmektedir. Şekilde C ile gösterilmiştir.

Şeklin sol alt noktasında bulunan F noktasından B ile gösterilen ışın demetleri çıkmaktadır. Bu ışınlar ait karın noktalarının oluşturduğu küre yüzeyi, kalın çizgili yaylar ile, düğüm noktalarının oluşturduğu küre yüzeyinde noktalardan meydana ge-

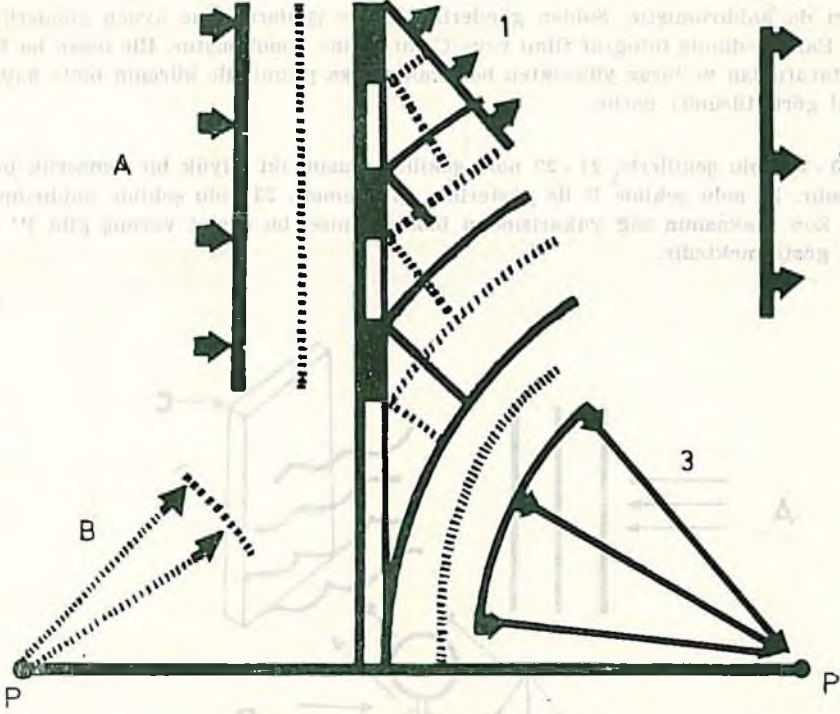
len yaylar ile gösterilmiştir. Fotoğraf filminin sağ tarafındaki 2 inci sırada bulunan + ve - işaretleri, B ile gösterilen ışın demetine aittir. Karın noktaları + ile düğüm noktaları da — ile gösterilmiştir. A ve B demetlerindeki ışınlar «Coherence» ışınlarıdır. Buradaki Filmin durumu 13 nolu şekildeki filmin durumuna çok benzemektedir. 2 tane + işaretinin bulunduğu yerler ağarmakta, bir + ve bir - işaretinin bulunduğu yerler ise ağarmamaktadır. 13 nolu şekildeki filim, paralel çizgilerden oluşan bir «Grating» e dönüşmektedir. 21 nolu şekildeki filim üzerinde aynı merkezli daireler meydana gelmektedir. Bu filme «Fotoğrafik Yöntemle Yapılan Zon Plakası» veya kısaca «Fotoğrafik Zon Plakası» denilmektedir.

Yapılmış, yani banyosu tamamlanmış bir «Fotoğrafik Zon Plakası» na yapılışındaki duruma benzer şekilde sadece A ışınları gönderilecek olursa 22 nolu şekilde görülen durum meydana gelir. 22 nolu şeklin sol tarafında, 21 nolu şekildeki A ışın demeti bulunmakta, fakat B ışın demeti bulunmamaktadır. Filimden geçen ışınların bir kısmı yönlerini değiştirmez ve dümdüz giderler. Bunlar «Fotoğrafik Zon Plakası»ndaki kavislere uygun olarak birbiri içersine girmiş silindirler şeklindedirler. «Fotoğrafik Zon Plakasından gelen ışınların bir bölümü sağ yukarıya doğru giderler. Bunlar iç içe girmiş koni yüzeyleri şeklindedirler, birbirlerinden uzaklaşarak ilerlerler. Bu ışınların sol aşağıya doğru uzantıları alınacak olursa P' noktasında birleştikleri görülür. P' noktası 21 nolu şekildeki F noktasının yerini almaktadır. P' noktasında B ışınlarını üreten bir kaynak bulunmadığı halde, böyle bir kaynak varmış gibi, ışınlar çıkmakta ve sağ yukarıya doğru gitmektedirler. 22 nolu şekildeki ışınların gidiş yönleri 15 nolu şekildeki ışınların gidişine benzemektedir. Yalnız 15 nolu şekilde sağ aşağıya doğru giden ışınlar, birbirlerine paralel gittiği halde buradakiler paralel gitmemekte, P noktasında birleşmektedirler. P noktası, P' noktasının yerine geçmektedir.

22 nolu şekilde P' noktasındaki ışınlar kalın çizgi ile gösterilmemiştir, noktalı çizgi şeklinde gösterilmiştir. Çünkü burada gerçekte ışın yoktur. P noktasındaki ışınlar kalın çizgi ile göstermişlerdir, çünkü gerçek ışınlardır. P' noktasındaki ışınlar «Sanal» dir. P noktasındakiler ise gerçektir. P noktası P' noktasının görüntüsü durumundadır.

Bir insan gözü 22 nolu şekildeki sağ yukarıya giden ışınların arasında dursa ve «Fotoğrafik Zon Plakası» na baksa, P' deki sanal noktayı, gerçek nokta gibi görür. Bu insan başını sağa sola veya aşağıya yukarıya oynatsa P' noktasının yeri değişmez. P' noktası, «Fotoğrafik Zon Plakası» nın yapımında kullanılan B ışık demetinin ürettiği merkez olan F noktasının yerini almakta ve onun gibi görev yapmaktadır.

22 nolu şekildeki «Zon Plakası» fotoğraf filminden veya camından yapıldığı takdirde, P' noktası net bir şekilde görülmemektedir. Bunun sebebi «Zon Plakası» üzerindeki «Enerji Bloke Eden Zonlar» la «Açık Alan Zonları» arasındaki geçitlerin, 14 nolu şekilde görüldüğü gibi yavaş olmasıdır. 14 nolu şekildeki grafik sinisoidal bir eğridir. Zonlar arasındaki geçidin, 12 nolu şekildeki gibi ani geçiş şeklinde olması P' noktasının daha net bir şekilde görünmesini sağlamaktadır. Bu sebepten 22 nolu şekildeki zon plakasının «Fotoğrafik Zon Plakası» olmaması, zonları arasında ani geçiş bulunan başka bir Zon Plakası olması, daha uygun bulunmaktadır. «Zonları Yer Değiştirebilen Plaka» olması çok daha yararlı olmaktadır. Bu gaye ile «Optik Zon Plakaları» yapılmıştır. Bu plakalar üzerindeki zonlar yer değiştirirken P' noktasının netliği de, yeride değişmektedir. Netliğin en fazla olduğu anda, belirli bir yerde bulunmaktadır. Bu yer ile Zon Plakası arasındaki uzaklık değişirken netlik de değişmektedir ve bozulmaktadır.



Şekil No : 22

Yapılışı 21 nolu şekilde gösterilen «Fotoğrafik Zon Plakası» na sadece paralel ışın gönderilecek olursa, yukarıdaki şekilde görülen durum meydana gelir. Paralel ışınlar «Fotoğrafik Zon Plakası»ndan geçtikten sonra 3 gruba ayrılır. 1 no ile gösterilen grup sağ yukarıya, 2 no ile gösterilen sağa, 3 no ile gösterilen sağ aşağıya doğru gider. Sağ yukarıya giden 1 nolu ışınların uzantıları şeklin sol alt köşesindeki P' noktasında birleşir. P' noktası sanal bir noktadır. 4 nolu ışınlar p noktasında birleşirler. P noktası gerçek bir noktadır. Fotoğrafik Zon Plakasına sağ yukarıdan bakan bir kimse, filmin arka yüzündeki P' noktasını görür. Bu şekil Holografın dayandığı temel kuralı açıklamaktadır.

Zonların arasındaki geçiş, yavaş olmayan, sert olan «Fotoğrafik Zon Plakaları» da yapılmıştır ve kullanılmaktadır.

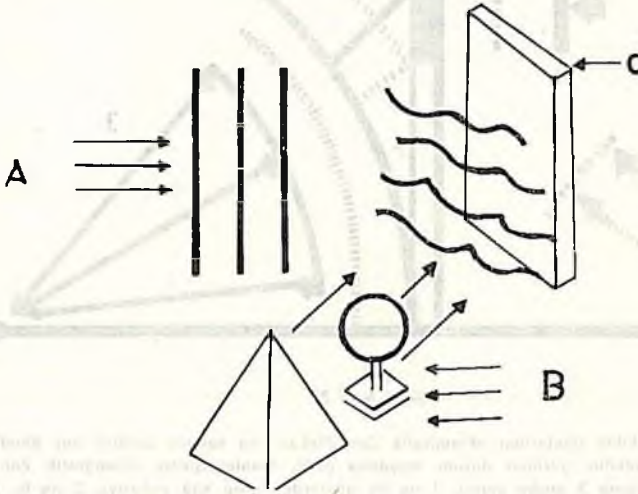
## HOLOGRAM

23 nolu şeklin alt kısmında bir pramit ile bir küre bulunmaktadır. Sağ taraftan gelen Laser ışınları bu 2 objeye çarparak yansımakta ve Fotoğraf filmine doğru gitmektedirler. Şeklin solunda ikinci bir Laser ışını demeti gelmektedir. Bu ışınlar birbirlerine paraleldirler, karın noktaları birer düzlem meydana getirirler. 23 nolu şekilde soldan gelen Laser ışınları, küre ve pramitten yansıyan Laser ışınları birleştikten sonra fotoğraf filmi üzerine düşmektedirler. Birleşmiş ışıklardan etkilenen fotoğraf filmi, banyo yapıldıktan sonra, «Hologram» olmaktadır.



24 nolu şekilde pramit ve küre kaldırılmıştır, bunların üzerine gönderilen Laser ışınları da kaldırılmıştır. Soldan gönderilen Laser ışınları, gene aynen gönderilmektedir. Banyo edilmiş fotoğraf filmi veya Camı yerine konulmuştur. Bir insan bu filme, arka tarafından ve biraz yüksekte bakacak olursa pramit ile kürenin birer hayalini, (Sanal görüntüsünü) görür.

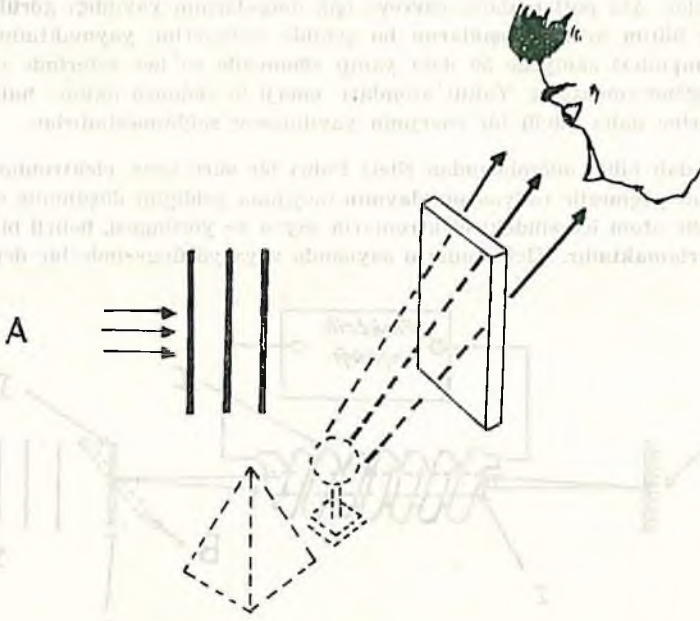
23 - 24 nolu şekillerle, 21 - 22 nolu şekiller arasındaki büyük bir benzerlik bulunmaktadır. 21 nolu şekilde B ile gösterilen ışın demeti, 23 nolu şekilde kaldırılmıştır, fakat Zon Plakasının sağ yukarısından bakan kimse, bu demet varmış gibi P' noktasını göstermektedir.



Şekil No : 23

Hologramın yapısını gösteren şekil. Şeklin sağ yukarısında bulunan ve c ile gösterilen fotoğraf filmine 2 ışın demeti gelmektedir. Birinci demet sol taraftan gelen ve A ile gösterilen demettir. A demetindeki ışınlar bir birbirlerine paraleldirler, karın noktalarının meydana getirdiği düzlemler 3 tane kalın siyah çizgi ile gösterilmişlerdir. İkinci demet sağ taraftan gelmektedir ve B ile gösterilmiştir. Bu ışınlar şekildeki pramit ve küreye çarptıktan sonra yansımakta ve fotoğraf filmine gitmektedirler. B demetinin ışınları başlangıçta birbirlerine paraleldirler yansıldıktan sonra paralellikleri bozulmaktadır. A ve B demetlerinin ışınları C filminin önünde birleştikten sonra filmi etkilemektedirler. Filmin üzerinde çeşitli öğriler meydana gelmektedir. Bu film banyo edildikten sonra Hologram olmaktadır.

23 nolu şekildeki pramit ve küre ile bunlar üzerinde yansıyan ışınlar 24 nolu şekilde kaldırılmıştır. Fakat Zon Plakasının (Hologramın) sağ yukarısından bakan kimse, pramit ile küreyi varmış gibi görmektedir. 24 nolu şekildeki insan, başını sağa sola veya aşağıya - yukarıya oynatınca, kürenin pramit üzerindeki izdüşümünün yer değiştirdiğini görür. Bunun anlamı şudur : hologramın verdiği görüntüler, doğadaki gerçek duruma çok uymaktadır.



Şekil No : 24

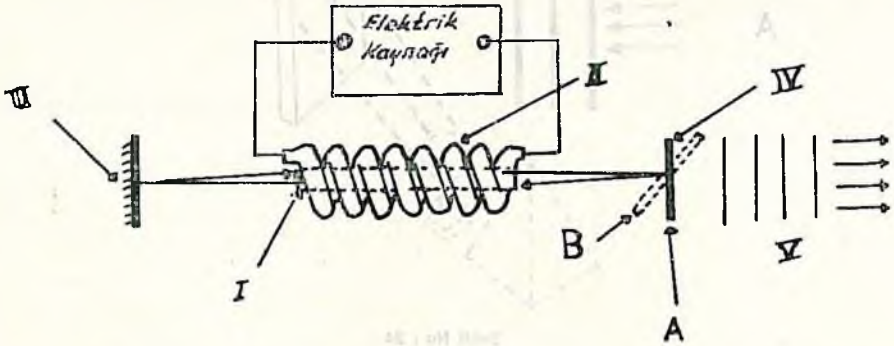
23 nolu şekilde nasıl yapıldığı açıklanan Hologramın, kullanımını gösteren şekli. 23 nolu şekildedeki pramit ve küre kaldırılmıştır. B ışın demeti de kaldırılmıştır, yalnız A ışın demetinden yararlanılmaktadır. A ışınları hologramdan geçince 22 nolu şekildedeki gibi 3 kısma ayrılır. Sağ yukarı giden ışınlar arasında duran bir göz, pramit ve kürenin sanal görüntüsünü görür.

## LASER

Laser ışınları ilk defa 1954 yılında, mikro dalgaları üreten bir sistemin geliştirilmesiyle elde edilmiştir. Amerikalı bilim adamı Charles H. Townes bu sistemi daha fazla geliştirmiş ve 1964 yılında, fizik alanındaki Nobel ödülünü almıştır. Daha sonra Sovyet bilim adamlarından A. M. Prokotov ve N. Basov Yaptıkları çalışmalarla ve bulgularla, gelişmeyi büyük çapta hızlandırmışlardır. 1960 yılında Amerikalı T. H. Maimen, Kaliforniyada, Hughes uçak yapım şirketinin araştırma laboratuvarında ürettiği Laser ışınlarını halka göstermiştir. Hugensin yaptığı ilk Laser üreticinin plâni 25 nolu şekilde görülmektedir. Bu üreticide kıymetli bir yüzük taşı olan yakut veya çok sertleştirilmiş cam çeşitleri kullanılmaktadır. Yakuttan veya çok sertleştirilmiş camdan bir silindir yapılmakta ve bu silindirin etrafında bir cam boru helozon şeklinde sarılmaktadır. Cam borunun bir ucu, depo edilmiş bir elektrik enerjisine bağlanır. Elektrik enerjisi süratli bir şekilde cam borunun içersine dolar, bir çok sarsıntılara ve patlamalara sebep olur. Cam borudan çevreye bir çok ışınlar yayılır. Bunların dalgaları boyları çok çeşitlidir. Diğer bir deyimle, yayılan ışınlar «Incoherent» özelliindedir. Cam boru içersine Kısa zamanda dolan enerji dalgalarının bir kısmını, yakut silindirin atomları emerek alırlar. Böylelikle, yakutun atomlardaki enerji miktarı artar belirli bir düzeye ulaşınca, ışık haline dönüşerek ve bir parlama şeklinde çevreye yayılır. Yakutun atomları yeniden enerji toplama başlarlar. Bu olaylar süratli bir şekilde bir-

birlerini izler. Ani patlamalarla çevreye ışık dalgalarının yayıldığı görüldü. Pratikde, ışık saçan bütün araçlar, ışıklarını bu şekilde çevrelerine yaymaktadırlar. Örneğin elektrik ampulleri saniyede 50 defa yanıp sönmekte ve her seferinde çevresine ışık demetleri göndermektedir. Yakut atomları enerji ile dolunca akkor haline gelmekte ve çevrelerine daha güçlü bir enerjinin yayılmasını sağlamaktadırlar.

Hollandalı bilim adamlarından Niels Pohr bir süre önce, elektronların bir atomdan diğerine geçmesiyle radyasyon olayının meydana geldiğini düşünmüş ve bunu açıklamıştır. Bir atom içerisindeki elektronların sayısı ve yörüngesi, belirli bir enerji miktarını sınırlamaktadır. Elektronların sayısında veya yörüngesinde bir değişim olduğu



Şekil No : 25

Laser ışını üreten aygıtın planı. Ortada yakuttan veya sertleştirilmiş camdan yapılmış bir silindir (No: I) bulunmaktadır. Silindirin etrafına bir cam boru helazon şeklinde sarılmıştır (No: II). Cam borunun uçları, depo edilmiş elektrik enerjisi geçirilince, ortadaki silindirin Laser ışınları üretir. III no ile gösterilen levha, ışınları yansıtmaya yaramaktadır. Şeklin sağ tarafında IV ile gösterilen bir levha daha bulunmaktadır. Bu levha A ve B durumlarına getirilebilmektedir. A durumuna getirildiği zaman levhadan Laser ışınları çıkmakta ve yatay olarak ilerlemektedir. Sağdaki kalın siyah çizgiler (No: V) Laser ışınlarının karın noktalarını göstermektedir.

takdirde, atomun kapsadığı enerji miktarı da değişmektedir. Bu konularla ilgili olarak bir çok teori kurulmuştur. Hepsinde elektronların birer yörünge içersine yerleşmiş olduğu kabul edilmektedir. Einstein de, cisimlerin içlerine ışık aldıkça enerjilerinin arttığını ve elektronlarının üzerinde dolacağı yörüngelerinin de değiştiğini kanıtlamıştır.

25 nolu şeklin sol tarafında, bir ışın yansıtıcı levha görülmektedir. Buraya gelen ışınlar kırılarak içeriye girmekte ve Yakut silindire ulaşmaktadır. Şeklin sağ tarafında ikinci bir madeni levha bulunmaktadır. Bu levha A ve B durumlarına getirilebilmektedir. A Durumuna getirildiği zaman, levhadan Laser ışınları çıkmakta ve yatay olarak ilerlemektedir. Levhanın sağındaki kalın siyah çizgiler, Laser ışınlarının Karın noktalarının oluşturduğu düzlemleri göstermektedir. Buraya bir mercekle yerleştirilecek olursa, paralel giden ışınlar bir noktaya toplanır ve yoğun bir hale getirilir. Yoğunlaştırılan Laser ışınları ile, sert cisimler delinebilmekte veya eritilebilmektedir. Örneğin Laser ışını ile, bir jilet delinebilmektedir. Laser ışınları bir noktaya toplanmaz ve paralel olarak gitmeleri sağlanırsa, çok uzaklara kadar gidebilmektedirler.

25 nolu şekilde görülen Laser ışınları üreten sistem, zamanla geliştirilmiştir. Yakut silindirin yerine, içinde çeşitli gazlar bulunan tüpler kullanılmaktadır. Temel ku-

ral daima aynı kalmıştır. Gazın bileşimi değiştirilerek, çıkan ışınların dalga boyları işteğe uygun hale getirilebilmektedir. Aşağıdaki cetvel çeşitli gazların kullanılması halinde, elde edilen Laser ışınlarının dalga boylarını göstermektedir.

Gazın Cinsi	Elde edilen Laser ışınının dalga boyu (Angstrom)	Işının Rengi
Argon	4880	Mavi - Yeşil
Argon	5145	Yeşil
Azot	3371	Menekşe
Karbondioksit	106 000	Enfraruj

Yakut ile üretilen Laser ışınlarının dalga boyları 6328 Angstrom olmaktadır.

### LASER IŞINLARI İLE UZAKLIK ÖLÇME

İnce Laser ışını demetlerinden yararlanılarak, uzaklıklar çok sıhhatli ve süratli bir şekilde ölçülebilmektedir. Aynı ışın demetinden yararlanılarak, cisimlerin boyutları, eğiklikleri, süratleri ölçülebilmektedir. Ayrıca havadaki veya diğer gazların içindeki çok küçük parçaların hacimleri ölçülebilmektedir. Havanın kirlilik derecesi ve çeşitli kuruluşların çıkardıkları kirli maddeler, gene Laser ışınlarıyla ölçülmektedir.

İnşaat işlerinde de, Laser ışınlarından çok çeşitli şekillerde faydalanılmaktadır. Tünel yapılmasında, maden kuyularının açılmasında, deniz diplerinin taranmasında, köprü ve binaların yapılmasında, kanalizasyon ve su borularının döşenmesinde Laser ışınları büyük faydalar sağlamaktadır.

Ölçülecek uzunluğun bir ucuna Laser ışını üreten aygıt kurulur, diğer ucunada bir yansıtıcı yerleştirilir. Işınlar yansıtıcıya çarparak geri gelirler. Gidiş geliş zamanı büyük bir sıhhatle ölçülür ve buradan uzaklık hesaplanır. Zamanı ölçme ve uzaklığı hesaplama işleri otomatik bir şekilde yapılmaktadır. Rüzgârdan sallanan eski bir binanın ön yüzünün çeşitli noktalarına yansıtıcılar konulur ve Laser ışınları gönderilerek bu noktaların Laser üreten kaynaktan ne kadar uzakda buldukları saptanır. Saptanan bu uzaklıkların zamanla değişmesi, binanın rüzgârla ne kadar sallandığını gösterir. Laser ışınları sayesinde uzaklıklar 0,03 mm. sıhhatle ölçülebilmektedir. Çok zaman bu sıhhat daha da artmaktadır. Büyük köprüler, özellikle asma köprüler, Örneğin İstanbul Boğaz Köprüsü rüzgârdan sallanır. Bu sallanmanın derecesi, eski binada olduğu gibi gene Laser ışınlarıyla ölçülmektedir.

Laser ışınlarından faydalanarak uzaklıkları ölçmek gayesile çeşitli aygıtlar geliştirilmiştir. Bunlar genellikle karbondioksit gazı ile çalışmaktadırlar. Klasik geodezide, uzaklıklar sıhhatli bir şekilde ölçülemediğinden, kurulan nirengi ağlarında açılar ölçülmekte ve uzaklıklar daha sonra hesapla bulunmaktaydı. Laser ışınlarıyla uzaklıkların sıhhatli bir şekilde ölçülmesi sayesinde, nirengi ağlarında hesap sistemi de değişmiştir. Araziye üçgenlerin kenarları ölçülmekte, açıları bu kenarlara göre hesaplan-

maktadır. Bu şekilde hesaplanan nirengi ağlarına «Trelasyon» denilmektedir. Laser ışınları havadaki sis ve buluttan etkilenmemektedir. Bu sebeple, sisli ve bulutlu havalarda da, uzaklık ölçülmesi yapılabilmektedir.

Poligon kenarlarının uzun alınması ve sıhhatli ölçülmesi sayesinde, nirengi ağlarının tamamile kaldırılabilceği düşünülmekte ve bir çok yerde bu yöntem uygulanmaktadır. Örneğin tepeleri ağaçlarla kaplı olan ormanlık arazilerde nirengi ağının kurulması çok güç olmaktadır. Tepelere kule inşa ederek orman tabakasının yukarısına çıkma zorunluğu vardır. Bu ise pahalı ve zor olmaktadır. Orman içerisinde uzun kenarlı poligon kurmak için elverişli görülen istikamet poligon kenarı olarak alınır. Uzunluklar sıhhatli bir şekilde ölçülünce poligon noktaları nirengi noktası kadar sıhhatli olur. Daha sonra kurulacak küçük poligonlar, uzun kenarlı poligon noktalarına bağlanır.

Özet olarak denilebilirki, Laser ışınlarından yararlanılarak uzaklıkların sıhhatli bir şekilde ölçülmesi sayesinde, nirengi ağı kurma güçlüğünden kurtulma olanağı sağlanmış ve arazi çalışmaları büyük çapta kolaylaşmıştır. Sisli ve bulutlu havalarda ölçme yapılabilmesi de arazi işlerini çok kolaylaştırmıştır.

Laser ınları insanlığın önünde yeni ufuklar açmıştır. Yakın bir gelecekte bu konuda büyük gelişmelerin olacağı, barışta ve savaşta büyük faydaların sağlanacağı kesinlikle söylenmekte ve büyük ümitler beslenmektedir.

Hologram da Fotogrametri bilimine yeni boyutlar kazandırmıştır.

#### K A Y N A K L A R

- AKALIN H. *Laser ışın ile Mesafe Ölçülmesi. Bilim ve Teknik Sayı 108 Kasım 1976.*
- C.F. Augustine and W.E. Kock 1969. *Microwave Holograms using Liquid crystal displays*
- PROCHE Charles 1976. *Sahne olan perde. Bilim ve Teknik Sayı: 104 Temmuz 1976.*
- F.A. Jenkins and H.E. White 1957. *Fundamentals of Optics, Mc Grow - Hill New York 1957 P. 360.*
- G.W. Stroke 1966. *An Introduction to coherent optics and Holography. Academic Press New York 1966.*
- LOMANOV Herman 1977. *Hologram, Konuşan Fıçı ve Laser Roketleri. Bilim ve Teknik Sayı 119, Ekim 1977.*
- EDISON Lee 1979. *Enerjiye giden yeni yol, Laser Işığı. Bilim ve Teknik dergisi Sayı 134 Ocak 1979*
- RAYLEIGH Lord 1945. *Theory of Sound. Dover, New York.*
- BELGİL Vehbi 1977. *Laser ışığı nedir. Bilim ve Teknik dergisi Sayı 117 Ağustos 1977.*
- W.E. Kock 1969. *Lasers and Holography. Doubleday, Garden city N.Y.*
- W.L. Barrow 1936. *Transmission of electromagnetic waves in hollow tubes of metal. Proc IRE 24 Oct. 1298*
- Winstn E. Kock : *Engineering Applications of Lasers an Holography. Plenum publishing Corporation. 227 West 17 th street New York.*