

**3B**

GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

3- ORTAM TEHLİKELERİ

KONU:

3B- FİZİKSEL OLAYLAR VE TEHLİKELERİ

İçindekiler

FİZİKSEL OLAYLAR	2
Gürültü kriteri	4
Sesin yayılma hızı	15
SESİN DİĞER TANIMLARI	17
Tını olayı	18
Yankı olayı (çınlama)	18
Sesin fonu	19
Akustik olayı:	19
Doppler olayı	20
Yıldızlarda doppler olayı	21
Ses duvarı aşma da patlama olayı	22
Uçakların ses duvarını aşma olayı	23
Rezonans olayı	24
Vuru (batman) olayı	25
IŞIK NEDİR	26
Işığın hızı	26
Görebildiğimiz ışık dalga boyu	27
Işığın renk armonileri	27
Işığın kırılması	28
LAZER IŞIĞI	30
Cinsine Göre Bazı Lazerlerin Dalga Boyları:	31
Lazer tek frekans	31

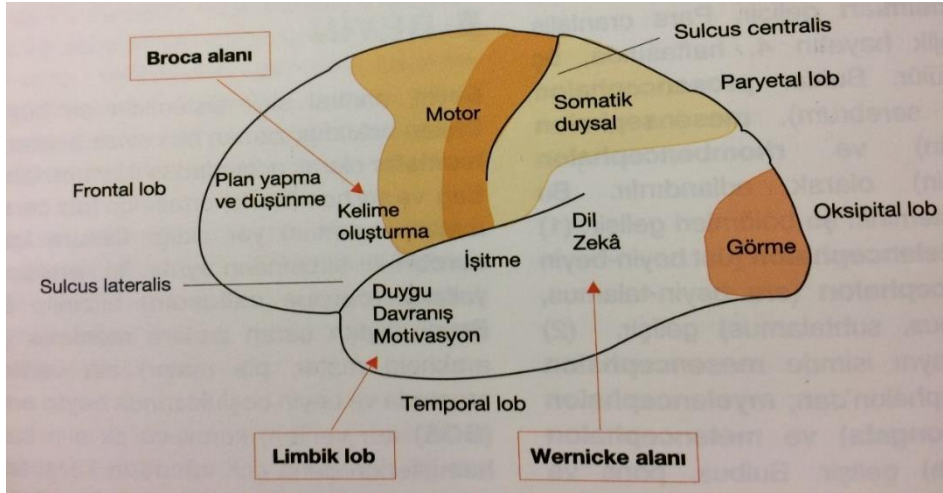
FİZİKSEL OLAYLAR

Fiziksel risk etmenleri

Çalışanların sağlığını fiziksel olarak etkileme ihtimali olan fiziksel faktörlerin bilinmesi dir. Çalışılan ortamda gürültü, yüksek tondaki ses, nem, sıcaklık, titreşim ve basınç gibi faktörler fiziksel özellikleri insanı büyük ölçüde etkileyebilir, Akut veya kronik rahatsızlıklar yaratır.

İGU olarak, rahatsız edici bu gibi benzer olayları belirlemesi, önlemlerinin alınması için olayların nedenleri ve nasıl oluştuklarını bilmesi gerekir.

Bunun için, kalıcı etkileriyle çalışanları etkileyen yüksek ses ve gürültü konusu nedenleri öncelikle ele alınıp irdelenerek, daha sonra da olumsuz fiziksel etkileri önleyecek önlemleri belirleyip yetkili ilgililer bilgilendirmelidir.



Kaynak: Tıbbi fizyoloji Guyton ve Hall

Görsel 3B- 1

Beynimizde algılamaların ve işlemlerin yoğun bulunduğu bölgeler (Görsel 3B- 1) de görülmektedir.

Ortamda oluşan fiziksel tehlikelerin kazaya dönüşmesi sonucu, İnsan beyinde öncelikle etkilediği sistemler,

- Duyu sistemi ve çalışma sistemi,
- Vücudun denge sistemi ve çalışma sistemi,
- Görme sistemi ve çalışma sistemi,
-

Fiziksel olaylar,

- 1) Aşırı gürültü ve frekansın etkileri,
- 2) Yetersiz veya aşırı aydınlatmanın etkileri,
- 3) Yüksek ısı olan ortamda çalışmanın etkileri,
- 4) Çok düşük ısı ortamında çalışmanın etkileri.
- 5) Titreşimin çalışan üzerinde etkileri,
- 6) Ortam hava konfor limitlerinin çalışana etkileri,
- 7) Ergonominin kas iskelet sistemi üzerine etkileri

Bütün bu olası etkilerin proaktif olarak araştırıp bulunup kök nedenlerine inilmesi İş Güvenliği Uzmanlarının ana görevleridir. Fiziksel etkenler sonucu oluşan tehlikelerin önlenmesi veya azaltılması için olaylarının kök nedenlerine inebilmesi, İnsanın beyninin yapısına fizyolojik olarak etki eden olayları daha iyi tanıyabilmeleri için teknik ve yeterince bilimsel yönleri açıklamalar yapılmaya çalışılmıştır. Sırası ile incelenecek olan fiziksel olaylar ve etkileri,

- Ses,
- Işık,
- Sıcaklık,
- Titreşim (frekans)
- Manyetik alan

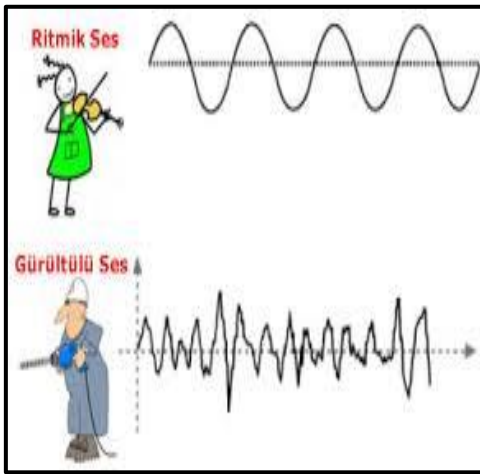
Ses

Esnek bir ortamda (hava, su ve diğer maddeler) mekanik titreşimler hâlinde yayılan titreşim dalgalarıdır. Esnek madde ortamı katı, sıvı veya gaz olabilir. Ses ancak madde ortamında yayılabilir. Sesin her maddede hızı farklıdır. Elektromanyetik dalgalar gibi uzay boşluğu yayılamazlar. *(Uzay boşluğu denilince düşündüğümüz gibi boşluk değildir. Düşük yoğunluklu parçacıklar, ağırlıklı olarak hidrojen, helyum ve plazma, ayrıca elektromanyetik radyasyon, manyetik alanlar, nötrinolar, Kozmik toz ve kozmetik ışınlar içeren sert vakumsu bir alandır. Diğer taraftan uzayın taban sıcaklığı 2,7°K kelvindir. Yani -270,45°C dir. Aslında bu sıcaklık Büyük Patlamadan sonra ortaya çıkan ışıının günümüze gelen dalga boyudur)*

Madde ortamında atom veya moleküllerin boyuna titreşimleri, küresel olarak yayılınca ses dalgaları meydana gelir. Bu ses dalgaları her maddede farklı hızlarda ilerler. Ses dalgalar ritimsiz ve her an değişen şiddette olduğunda kulak onu gürültü olarak algılar.

Gürültü kriteri

Frekans tayfı hakkında hiçbir belirti vermemeleri nedeniyle, tek başına dBA¹ değerlerine göre hareket etmek, ortamda bulunanları tam rahatlatıcı durumda olmalar sağlanamaz,



Görsel 3B- 2

Bir müzik sesinde kulak ses duyargaları rezonansa girer ritmik salınıma girer dB yüksek olmadığı sürece kulağa zarar vermez. Bunların dışında ritmik olmayan sesler ses duyargaları ile rezonansa giremez dB değeri düşük olsa bile gürültü olarak algılarız bizi rahatsız eder ve bu seslerin basıncı yüksek ise ses duyargalarımıza zarar verirler. Duymamızı geçici veya kalıcı olarak bozar. Görsel 3B- 2

Duyu organımızın çalışma sistemi (2D Duyu organımız Kulak) dosyasında görüleceği gibi ritmik olmayan ses dalgaları ile kulak içindeki duyargalar (reseptörler) rezonansa giremez dB değeri düşük olsa bile gürültü olarak algılarız insanda rahatsızlıklar yaratır, hatta ses basıncı yüksek ise kohlea sistemdeki reseptörler (piyezo prensibi ile çalışan) yani reseptörlerinde hasarlar meydana gelebilir. Duymamızı geçici veya kalıcı olarak bozar.

Bir müziğin sesindeki ritimli ses dalgaları reseptörlerle rezonansa girer, yani ritmik salınıma girer. Sesin dB değeri yüksek olmadığı sürece kulağa zarar vermez. Bunların dışında ritmik olmayan sesler ses duyargaları ile rezonansa giremez,

Ses ölçümü ve değerlendirilmesi

Sesin şiddeti Desibel ile ölçülür. Desibel (dB) bir ses basıncı birimi, kuvvet ölçüsü veya daha spesifik olarak **birim alan başına kuvvet ölçüsü** dür. Desibel (dB), belirli bir referans güç

¹ dB(A) İnsanın duyabileceği sesleri içinde barındırır. Uluslararası standart (IEC 61672:2003)

seviyeye olan oranı belirten, genelde ses şiddeti için kullanılan logaritmik ve boyutsuz bir birimdir. (Alexander Graham BELL) Hesaplama örneği aşağıda verilmiştir.

Gürültü değerlendirme ölçüsü, ses basıncı seviyesine dayanan desibel (dB)'dir. Gürültü seviyesinin ölçüsü, kullanılan ağırlık eğrisine göre dB(A) ya da dB(C)' dir. İnsan kulağının frekansa bağlı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil eder.

Desibel daima iki değer arasındaki karşılaştırmadır. dB(A) ise, uluslararası standartlara uygun (IEC 61672:2003) ses basınç seviyesi ölçümünde kullanılan A Ağırlıklı seviyesini (insan kulağını duyacağı ses seviyesi) belirtir.

Sesin kaynağı uzaklaştığında, **yoğunluğunu kaybeder** bu nedenle, akustik basıncın yoğunluğunu ölçerken, ölçüldüğü mesafe ve dB(A)'nın devreye girdiği yer önemlidir.

Ses kaynağına olan uzaklık her iki kat arttığında ses şiddeti 6 dB azalır.

Bir ses kaynağı 1 m uzaklıkta 90 dB şiddetinde ses çıkarıyorsa, ses düzeyi 2 m uzakta 84 dB, 4 m uzakta ise 78 dB olmaktadır.

Bunların dışında değerlendirmeler ise NR ve NC dir.

NR sesin basınç değeri

NR (Noise Rating), **sesin** basınç değerinin tıpkı dB ya da dB(A) gibi bir ölçüsüdür, daha çok Avrupa da kullanılır. **NR** değerlerine Karşılık Gelen **Oktav Bant Basıncı Düzeyleri**. Tıpkı **NC** eğrileri gibi oluşturulur. **NR** ile aynı amaçla dB, dB(A), dB(B), dB(C), değerlerine ulaşılabilir.

NC arka plan gürültüsünün

NC (Noise Criteria) Eğrileri kapalı bir alanın arka plân gürültüsünün değerlendirilmesi için kullanılan kriterdir ve çoğunlukla arka plân gürültüsünün kapalı alandaki faaliyetleri olumsuz olarak etkileyecek kadar yüksek olup olmadığının belirlenmesi için kullanılmaktadır. NC değeri, her bir oktav bandında ölçülen ses basıncının grafiğini çizerek belirlenebilir. Her eğri, belirli bir NC değeri için ulaşılacak maksimum oktav bant basıncı düzeyini belirtmektedir.

NC ve NR Birbiri arasındaki karşılaştırma (**Görsel 3B- 3**) te NC/NR oranı karşılığı dB(A) olarak verilmiştir.

Oktav, müzikte bir ses aralığıdır. Kalın Do dan ince Do ya kadar olan 8 notalık ses dizisi bir oktav sayılmaktadır.

Bir oktavın yüksek notasının ses dalgası frekansı (perdesi), aynı oktavın alçak notasının iki katıdır. Örneğin orta C üzerindeki A notasının uluslararası standart frekansı 440 hertz'dir. Bu A notasının üzerindeki oktav 880 hertz ile titreşirken, altındaki oktav 220 hertz ile titreşir.^[1]

İnsan kulağı, frekansı 20 Hz ile 20000 Hz arasında olan sesleri duyabilir. Bu frekans aralığına işitilebilir bölge denir. Ses dalgaları frekanslarına göre üçe ayrılır:

1. **İşitilebilir Ses Dalgaları:** İnsan kulağının duyarlılık sınırları içinde olan ses dalgalarıdır. Bu sesler müzik aletleri veya ses tellerimiz gibi değişik yollarla oluşturulabilir.
2. **Ses Altı (infrasonik) Dalgalar:** İşitilebilir sınırın altındaki frekanslarda olan ses dalgalarıdır. Örneğin deprem dalgaları ses altı dalgalarıdır.
3. **Ses Üstü (ultrasonik) Dalgalar:** İşitilebilir sınırın üstündeki frekanslarda olan dalgalarıdır. Örneğin, köpekleri çağırmak için kullanılan düdüklerin seslerini biz duyamasak da köpekler duyulabilir.

dB(A)

Ses seviyesi ölçer cihazlarda insan kulağının tepkisini simüle edebilmesi için A ağırlık filtreleri kullanılır, ölçüm birimi dB(A) olarak belirtilir.

A-ağırlık eğrisinin bazı temel özellikleri:

- 1000 Hz'nin altında ses seviyeleri zayıflatılır
- 1000 Hz'de kazanç veya zayıflama yoktur
- 1000 ila 6000 Hz arasında, seviyeler birkaç desibel artar
- Yaklaşık 6000 Hz ve daha yüksek frekanslarda ses seviyeleri azaltılır

dB(B)

Gürültü seviyesi en düşük olandır. dB(B) : dB(A) ve dB(C) arasında kalır ve kullanımı çok yaygın değildir.

dB(C)

Darbe gürültüsü için ise C ağırlıklı filtreler üzerinden ölçüm yapılır, ölçüm birimi dB(C) olarak ifade edilir. dB(C) Bu ölçünün oluşturduğu eğri dB(A) eğrisine göre daha doğrusaldır ve bu yüzden çok yüksek ses frekanslarında kullanılır.

Gürültü azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dBA birimi, ses yüksekliğinin subjektif değerlendirmesi ile de ilişkilidir.

İşitilebilen seslerin basınç düzeyleri; 0dB (işitme eşiği) -120 dB (acı eşiği) arasında değişir. Normal bir insan 0-50 desibellik sesleri kolayca işitebilir ve bundan rahatsız olmaz.

Sesin şiddeti doğrudan kulak zarına ulaşan mekanik basınçla ilişkilidir ve desibel (dB) olarak ölçülür.

Bununla birlikte, kısmen bile olsa ses yüksekliğinin ve ayrıca “NC²” nin ve “NR³” nin yaklaşık göstergeleri ile uygun ortam değerleri (**Görsel 3B- 3**) de gösterilmiştir.

Ortam	NC/NR indisi	Eşdeğer dBA
Hafif sınav atölye	45- 55	55- 56
Ağır sınav atölye	50- 65	60- 75
Açık düzen ofis	35	45
Mimari büro	35- 45	45- 55
Hastane - Ameliyathane	30- 35	40- 45
Hastane çok yataklı koğuş	35	45
Konser salonu	25- 30	35- 40
Derslik Sinema	25- 30	35- 40
Lokanta Mağaza	35- 40	45- 50
Kafe halk evi	40- 45	50- 55
Kütüphane	30- 35	40- 45
Sınıf derslik	25- 35	35- 45

Görsel 3B- 3

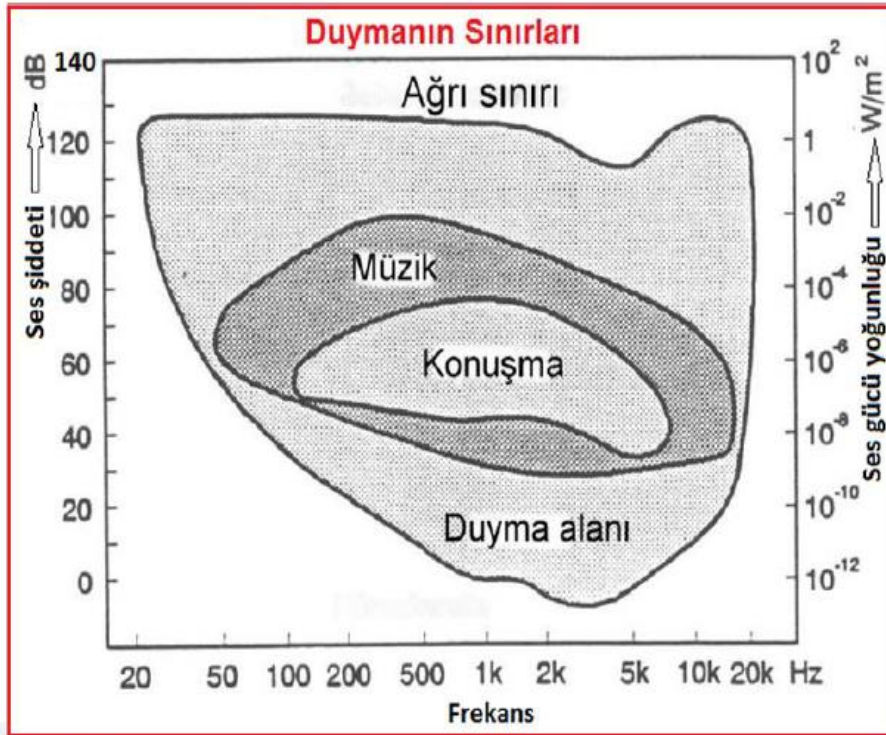
NR sesin basınç değeri,

NC kapalı bir alanda arka plan gürültünün değeri

² **NC** (Noise Criteria) sadece ses basınç seviyesinin anılması için kullanılabilir, ses güç seviyesi için kullanılmaz.

³ **NR** (Noise Rating), sesin basınç değerinin tıpkı dB ya da dB(A) gibi bir ölçüsüdür, daha çok Avrupa da kullanılır.

Sesin frekans değerine göre kulağın normalde duyma alanı, konuşma ve müzik duyma alanları (Görsel 3B- 4) te gösterilmiştir. Ses yoğunluğu bir yüzey boyunca ses gücü iletimidir (W/m^2) vektörel miktardır. Ses yoğunluğu ve basınç seviyesi kaynaktan uzaklaştıkça düşer. Bu sesin yayılma ortamına göre değişir.



Görsel 3B- 4

Ses dalgalarının çeşitleri.

İnsan kulağı, frekansı 20 Hz. ile 20000 Hz. arasında olan sesleri duyabilir. Bu frekans aralığı işitilebilir sınırlardır.

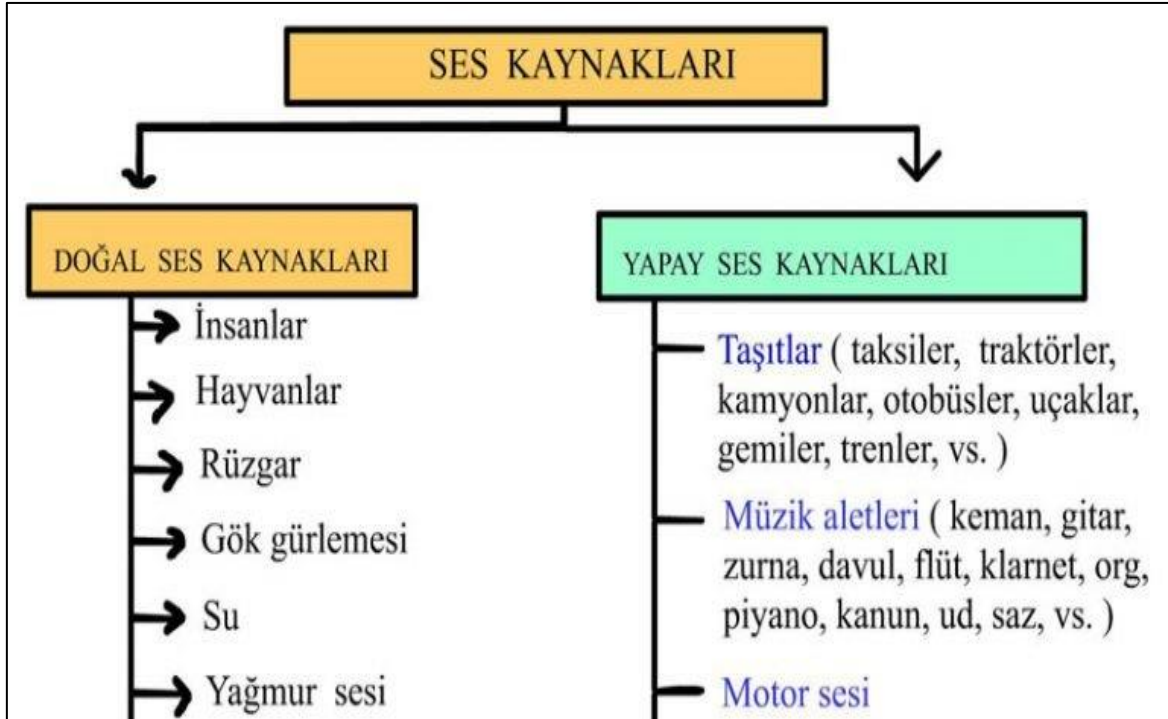
Bu frekans dışındaki frekanslara da,

- Frekans değeri, 20'den küçük olan seslere "İnfrasonik" denir,
- Frekansı 20.000'den büyük olanlara ise "Ultrasonik" denir.

Ses kaynakları

Ses kaynakları başlıca ikiye ayrılır. Doğal ses kaynakları ile Yapay ses kaynaklarından örnekler aşağıda (Görsel 3B- 2) görselinde verilmiştir. Burada sadece ses dB değeri yüksek olduğunda insan kulağını rahatsız eder hatta çok yüksek ve süresi uzun olursa

kulak iç organlarında hasar meydana getirebilir. Ortamda duyulan sesler eşik değerleri ve zarar verme sınırları (Görsel 3B-6) da gösterilmiştir.



Görsel 3B- 5

Muhtelif ortamlarda NC/NR indeksi ile eşdeğer dB(A) (Görsel 3B- 3) görselinde sıralanmıştır.

Ses Kaynağı	Ses Düzeyi Miktarı (dB)	Eşik Değerinin Katları
Eşik Şiddeti	0	10^0
Yaprak hışırtısı	10	10^1
Fısıltılı konuşma	10–20	10^1-10^2
Kuş sesi	30	10^3
Kütüphane ortamı	40	10^4
Sınıf ortamı	50	10^5
Normal konuşma	60	10^6
Yoğun trafik	70	10^7
İşyeri ortamı	70	10^7
Elektrik süpürgesi	80	10^8
Kamyon, tır	90	10^9
Kulaklık dinlenen müzik	100	10^{10}
Asfalt delme aracı	100	10^{10}
Gök Gürültüsü	110	10^{11}
Konser	120	10^{12}
Kalkış yapan uçak	120	10^{12}
Kalkış yapan uzay aracı, jet	140	10^{14}
Kulak zarı hasarı	160	10^{16}

Ortam ses düzeyleri ve eşik değerleri

Görsel 3B- 6

Aşırı gürültü ortamlarda çalışmak.

Endüstride gürültü, işyerlerinde çalışanların üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkiler bırakan ve iş verimini olumsuz yönde etkileyen sesler olarak tanımlanabilir.

Aşırı gürültüler kalıcı ve tedavi edilemez hasarlar bıraktığı için oldukça önemli bir konudur. Bu nedenle üzerinde durulması gerekir.

Gürültünün insan üzerindeki etkileri

- Fiziksel Etkileri: Geçici veya sürekli işitme bozuklukları
- Fizyolojik Etkileri: Kan basıncının artması, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarında yavaşlama, ani refleks.
- Psikolojik Etkileri: Davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik ve stres.
- Performans Etkileri: İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin yavaşlaması.

Gürültüyü Oluşturan Etmenler

- Sesin şiddeti ve sesin frekans dağılımı
- Gürültüden etkilenme süresi, kişisel duyarlılık
- Gürültüye maruz kalanın yaşı ve cinsiyeti
- Maruz kalanın kullandığı ilaçlar ve kimyasallar

Gürültü çeşitleri

Gürültü kısaca “istenmeyen ses” olarak nitelendirilir. Gürültü olarak adlandırılan bu ses dalgaları ise frekans ve güçleri ritmik olmayan şekilde dalgalanmalarla iç kulaktaki salyangoz içindeki piyezoelektrik kılcalları ile Senkronize olamadıklarında ve de yüksek güç ve ritmik olmayan frekansla uzun süre devam ettiğinde bu kılcal duyargaların kırıldığı veya koptuğu görülmektedir. Bu “3D Duyu organımız KULAK” dosyasında bu konu geniş bir şekilde anlatılmıştır.

İşitme sistemimizi koruma

Başarılı bir işitme koruma programı hem işletmeler hem de işçiler için gereklidir. İşitme koruma programının 10 aşaması şöyle sıralayabiliriz;

1. Ortam gürültünün ölçülmesi,
2. Gürültü şiddeti ve frekansının değerlendirilmesi,

3. Gürültü şiddetini düşürücü alınacak önlemlerin belirlenmesi,
4. Çalışanların odyolojik ölçümlerin yapıp kaydedilmesi,
5. Ortamın gürültülü şiddetine göre ortamda çalışanların periyodik kontrolü,
6. Gürültülü yerde çalışmış ve işten ayrılmakta olan çalışanların odyo ölçümü yapıp kişisel dosyasında saklanmalı,
7. Gürültüyü azaltacak yönetsel ve mühendislik programlar yapılması ve kaydı,
8. Gürültü istenen seviyeye düşürülememişse KKD kullanılması sağlanmalı,
9. Çalışanlara eğitim verilip bilinç kazandırılması, uygulama kontrolleri yapılmalı,
10. Periyodik kontrol programları yapılmalı ve kayıtları tutulmalı,

Bir işyerinde, *sekiz saatlik çalışma süresince gürültü düzeyi ölçülmeli* ve iyi bir frekans analizi yapılmalıdır.

Gürültü düzeyi ölçmeleri gürültü ölçme cihazları ile yapılır. Bu cihazlar;

- Anlık gürültü seviyelerini ölçebilen cihazlar
- İşyeri ortam dozimetreleri
- Kişisel dozimetreler

Gürültü Önleme Yöntemleri

1. Gürültüyü kaynakta azaltmak (ekipmanları daha az gürültülü ekipmanlarla değiştirmek, vb.),
2. Gürültüyü kaynakla alıcı arasındaki yolda azaltmak (gürültü kaynağını başka bir mekânda tutmak, vb.)
3. Gürültüyü, gürültüye maruz kalan kişiden engellemek (izolasyon, kişisel koruyucu donanımlar) yöntemleri kullanılmalıdır.

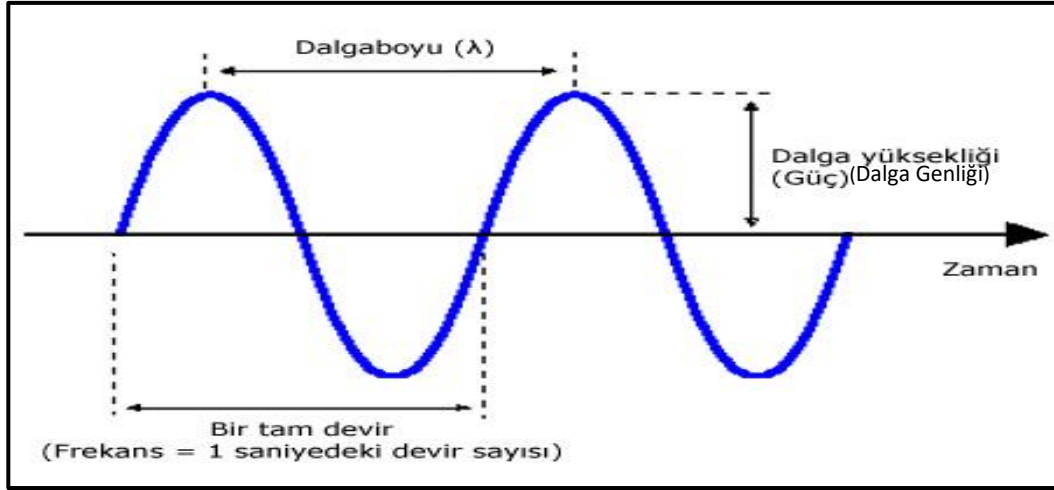
Gürültüye bağlı işitme kaybı, en sık rastlanan meslek hastalıklarındandır. İstatistiklere göre meslek hastalıklarının %10'u gürültüden kaynaklanan işitme kayıplarıdır. Gürültü, geçici ve kalıcı işitme kayıplarına yol açabilir.

Gürültü zararlarının meslek hastalığı sayılabilmesi için gürültülü işte en az iki yıl, gürültü şiddeti sürekli olarak 85 dB'in üstünde olan iş yerlerinde ise en az 30 gün çalışmış olmak gerekir.

Gürültü için yükümlülük süresi de 6 ay olarak belirtilmiştir.

İnsanlar zaman içinde uğradıkları işitme kayıplarını normal bir durum olarak algıladıkları için pek şikâyet etmemektedirler. Ancak özellikle tekstil sektörü gibi işçilerin yoğun çalıştığı ve yüksek gürültü olan işyerlerinden çok sayıda işitme kaybı sorunları arttığı tespit edilmektedir. Bunun için periyodik olarak ortam gürültü seviyeleri ve çalışanların duyma kayıp kontrolleri yaptırıp kayıtları tutulmalıdır.

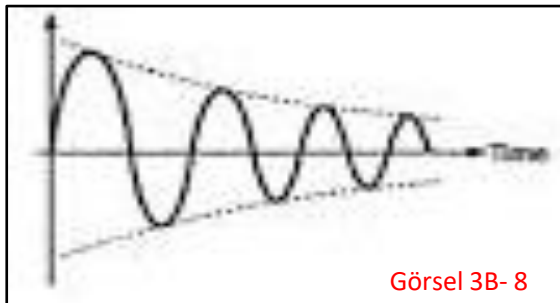
SİNÜZOİDAL DALGA



Kaynak: [Fiziksel Risk Etmenleri- 2021 \(nedenisguvenligi.com\)](https://nedenisguvenligi.com)

Görsel 3B- 7

Düzye, titreşim frekansı ve devam etme süresi, gürültüyü işitme ile ilgili fizyolojik işlevleri açısından nitelendiren faktörlerdir. (Görsel 3B- 7)



Görsel 3B- 8

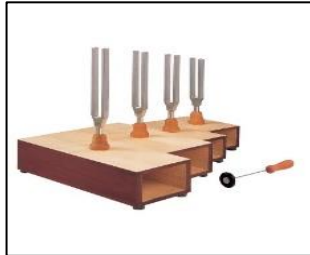
Diyapazon, ses bulmada kullanılan ve U biçiminde olan bir araçtır.
Diyapazonda oluşan ses düzgün bir sinüzoidal titreşim dalgası yayar
Bir diyapazon belirlenmiş saf ses dalgalarını çıkarır

Diyapazonda oluşan ses düzgün bir sinüzoidal dalgadır. Muhtelif boyutlarda belirlenmiş ses dalgaları veren diyapazonlar yapılmıştır. (Görsel 3B- 9 ve 10)

Muhtelif müzik aletlerin ses akordu veya ortam ses mukayeseleri yapmak için kullanılır. Diyapazonların verdiği sesler “**saf ses**” olarak alınır. Diyapazonun hava moleküllerinde meydana getirdiği sıkışma ve genleşmeler farkına ses basıncı denir ve birimi Bar dır.



Diyapozon ses kutusu, tokmağı



Görsel 3B- 9



Sağlıkta kullanılanlar diyapozonlar Görsel 3B- 10

Diyapazon Teknik olarak saf ses elde etmek için kullanılan akustik bir rezonatördür.

Müzikal enstrümanların akort edilmesi amacıyla geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Muhtelif frekanslarda ses verecek tipleri mevcuttur. (Görsel 3B- 9) ve (Görsel 3B- 10)

Sağlık alanında da kullanılan diyapazonlar, kademe ile muhtelif frekansta titreşim (ses) üreten muayene odası şartlarında hastanın işitmesinin değerlendirilmesine yarayan muhtelif sesleri veren diyapazonlar. (Görsel 3B- 10)

Diyapazon saf ses olarak belirtilen bu sese karşılık müzik sesi, konuşma sesi gibi “ritmik seslerdir”. Bu sesler basıncı yüksek olmadığı sürece kulak içi ses duyargaları için rahatsız edici ve zararlı değildir.

Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri, (Kaynak: Penta çevre)

Yukarıda (Görsel 3B- 7) de bir sinüzoidal dalganın değerlendirmeleri verilmiştir. Ses dalgaları da frekans ve gücü değişen dalga şeklindedir.

İnsan kulağı 20- 20.000 Hz. Ve gücü sıfırdan 110 dBA ya kadar işitebilir ancak Kulağa zarar verme eşiği ise 85 dBA olarak belirlenmiştir. Sesin gücü 135 dB üzerindeki değeri kulak zarı ve koklea⁴ daki membranların yırtılmasına neden olabilir.

İşitme sistemine zarar veren gürültü etkileri,

- Gürültünün şiddeti,
- Gürültünün süresi,
- Gürültünün frekansı,
- Gürültüye maruz kalma süresi,
- Kişinin hassasiyeti.

Gürültünün sebep olduğu Fizyolojik etkiler,

- Ani gürültüde kas gerilmeleri,
- Baş dönmesi,
- Yorgunluk,
- İşitme kayıpları,
- Metabolizma değişiklikleri,
- Kronik baş ağrıları,
- Bağırsak sistemi bozuklukları,
- Mide bağırsak rahatsızlıkları,

Gürültünün sebep olduğu Ruhsal etkiler,

- Gerilim,
- Korku,
- Kızgınlık,
- Siniklik ve öfke,
- Dinleme ve anlama güçlüğü,
- Dikkat dağınıklığı,
- Kontrasyon bozukluğu

⁴ Koklea, iç kulağın işitsel kısmıdır. İç kulağın içinde içinde ses dalgalarının elektrik sinyallerine çeviren duyargalar olan salyagöz

Sesin yayılma hızı

Sesin yayılma hızı, ortamın, sabit hacim ve sabit basınçtaki sıcaklığına ve yoğunluğuna bağlıdır. Denize girdiğinizde uzaktan geçen bir geminin pervana sesini çok yakında dönüyormuş gibi hissedersin (çocukken 1955- 60 yıllarında bebekte denize girip suya daldığımızda bazen gemi çok yakınımızdan geçiyor endişesi ile sudan kafamızı çıkarıp endişe ile bakınırdık, bu durumu çok yaşırdık). Eski Amerikan filmlerinde yerlilerin demir yoluna kulağını koyup trenin geldiğini öğrendiğini izlerdik.

20 C⁰ ortamda muhtelif ortamlarda sesin yayılma hızı,

- Kuru havada 344 m/s,
- Hidrojen gazında 1307 m/s,
- Suda 1460 m/s,
- Camda 5200 m/s,
- Çelikte 5100 m/s,
- Demir döküm 3700 m/s,
- Beton 300- 3404 m/s,

Ses frekansı ve şiddeti (dB değerini)

Referans frekans olarak alınan 1000 Hz'de tüm ses şiddetleri için fon ve dB aynı değere sahiptir.

Fonetik

Bir dildeki seslerin doğru söylenişine göre dildeki ses sisteminin kurallarını inceler Ses dalgası basınçlarının kulakta uyandırdıkları etki, (Görsel 3B- 14)

Sesin frekansına bağlı olduğundan tek bir değerle doğru ifade edilmesi mümkün değildir. (Örneğin, 60 dB şiddetinde 64 Hz frekanslı bir ses ile 40 dB şiddetinde 1000 Hz frekanslı ses kulağımızda aynı etkiyi oluşturmakta ve ikisi de 40 fon olarak algılamaktadır

Diksiyon

Fonetik sesleri veya fonemleri inceler, diksiyon ise konuşma sanatı ve tekniği olarak fonetiği tamamlar. Diksiyonun çeşitli bölümleri vardır:

- Heceleri belirtme,
- Telaffuz,
- Noktalama,
- Ses perdesini ayarlama, inşat.

Bazen ton ve tarz bakımından yapaylığa kaçan, bazen günlük konuşma diline, gerçek söyleyişe yaklaşan diksiyon, edebiyat ve tiyatro anlayışıyla bağlantılı olarak gelişmiştir. Türkçenin özellikleri, doğru nefes almak, sesin etkili kullanımı, vurgu, tonlama, ulama, durak, sık yapılan yanlışlar diksiyonun alt başlıklarıdır.

İŞİTME ÜRETME FREKANSI (Hz) ARALIĞI		
CANLI TÜRÜ	İŞİTME ARALIĞI	SES ÜRETME ARALIĞI
İnsan	16– 20.000	85- 1.100
Kedi	60– 65.000	760– 1.520
Köpek	15– 50.000	450– 1.080
Yunus	150– 150.000	7.000– 120.000
Yarasa	1.000– 120.000	10.000– 120.000

Görsel 3B- 11

Canlı türlerin ürettikleri ses frekanslar ile işitebildikleri ses frekans farklılıkları vardır. Bu fark duyma ve ses üretme farklılıklarıdır. (Görsel 3B- 11) de bu farklılıklardan bazıları gösterilmiştir. Bu özelliklerden istifade ederek bazı uygulamalar yapılmaktadır. Örneğin köpek, kedi kovucu aletleri yapılmıştır. İnsanların duyamayacağı yüksek frekansta ve dB değerinde üretilen frekansta ses yayan aletler üretilmektedir. Köpekten korkan insanlar bu aletleri alıp kullanmakta ve köpekleri uzaklaşıp kaçırtmaktadır.

Devamlı bu frekansı yayarsanız insanda da baş ağrısı baş dönmesi gibi durumlarla karşılaşabilirsiniz

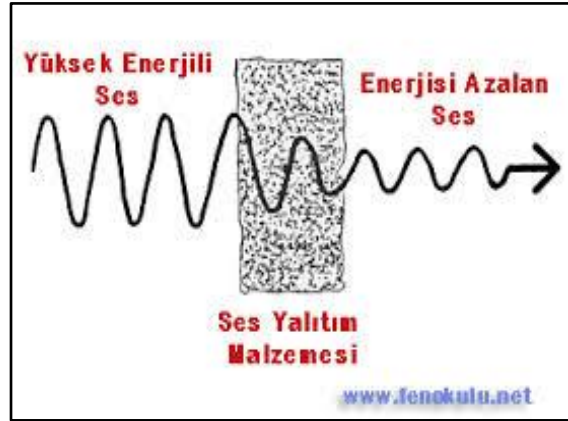
Gürültüyü azaltma

Kulağı korumak için sesin basıncını düşürmek gerekir, bunun için muhtelif uygulamalar yapılmaktadır, (Görsel 3B- 12) da Gürültü seviyesini düşüren malzemeler gösterilmiştir.

GÜRÜLTÜ AZALTMA DERECESESİ

Pamuk	5- 16 dB
Parafinli pamuk	20- 35 dB
Kulak tıkacı	20- 45 dB
Kulaklık	12- 48 dB

Görsel 3B- 12



Görsel 3B- 13

Bura verilen değerler, ortamın ses şiddetinde matematiksel olarak doğrudan çıkarılarak yapılamaz, bu hesaplama örnekte verildiği gibi Logaritma değerleri kullanılarak yapılabilir

Tesislerde ses yalıtımı olarak kullanılan malzemelerin büyük çoğunluğu sesin frekansını değil sesin şiddetini (yoğunluğunu) azaltır (Görsel 3B- 13) yani desibel değerini düşürür.

SESİN DİĞER TANIMLARI**Ses Basıncı,**

Her ses dalgası, bir ses basınç değeriyle nitelendirilmektedir. Bu basınç, atmosferik basınçtan farkı olarak uzayda ses dalgası tarafından oluşturulmaktadır. Ses Basınç değeri değişken olup, saf ses sinüzoidal dalga olarak yayılır. Ses Basıncı birimi (bar) santimetre kare başına 0,001 gramlık basınç kuvvetine eşittir. Ses Basıncı için mikrobar, Newton/m² gibi birimler kullanılmaktadır. Yukarıda bahsedilen dB(A), dB(B), dB(C) değerleri ile anlatacak olursak,

1. **dB(A)**: En çok kullanılan yöntemdir. 1 kHz frekans da 40dB lik eşses eğrisinin tersine karşılık gelir. 1 kHz frekansta belirlenmiş olduğu için çok yüksek ve çok düşük frekanslardaki seslere duyarlı değildir ve bu frekanslardaki sesler için kullanılmaz.

Ancak insan kulağının duyarlı olduğu ses frekansları düşünüldüğünde en uygun ölçüm yönteminin A tipi filtreler ile yapılan ölçümler olduğu görülür.

2. **dB(B)** : dB(A) ve dB(C) arasında kalır ve kullanımı çok yaygın değildir.
3. **dB(C)** : Bu ölçünün oluşturduğu eğri dB(A) eğrisine göre daha doğrusaldır ve bu yüzden çok yüksek ses frekanslarında kullanılır. Orta ve düşük ses frekanslarında sağlıklı ölçüm yapılamaz.

Ses Basıncı Seviyesi,

Ses Basıncı Seviyesi, (dB) desibel ile gösterilmektedir.

Desibel (dB), belirli bir referans güç seviyeye olan oranı belirten, genelde ses şiddeti için kullanılan logaritmik ve boyutsuz bir birimdir. (Alexander Graham BELL)

Desibel daima iki değer arasındaki karşılaştırmadır.

Sıfır desibel mutlak sessizliği değil; işitilemeyecek kadar düşük ses şiddetini (ortalama 1.10^{-12} W/m²) gösterir.

Referans ses basınç seviyesi genelde **20 mPa** olarak seçilir, (1 Atü=101.325 Pa)

1 Bar = 10^6 dyn / cm² = 100 kPa

Örnek 1,

500 Hz frekansta 200 mPa ses basıncı kaç dB dir?

$$dB = 10 \times \log (200 \text{ mPa} / 20 \text{ mPa}) = 10 \times \log 10 = 10 \times 1 = 10 \text{ dB}$$

Örnek 2,

500 Hz frekansta $1,5 \times 10^9$ mPa ses basıncı kaç dB dir?

$$dB = 10 \times \log (1.500.000.000 \text{ mPa} / 20 \text{ mPa}) = 10 \times \log 10 = 10 \times 7,9 = 79 \text{ dB}$$

Tını olayı

Sesin tınısına sesin rengi de denir. Diksiyonda insan sesindeki tını (boğumlanma, duraklama, sesleri genizden çıkarma) farkları oluşturulur. Ayrıca Enstrümanlarda ise bir müzikte aynı nota gitardan duyulan ses tınısı ile bağlamadan duyulan ses tınısı veya klarnet ile saksafon, keman ile viyola dan duyulan ses tınıları farklıdır.

Yankı olayı (çınlama)

Ses dalgaları bir engele çarpıp dalgalar tekrar geriye dönerse ikinci bir ses meydana gelir. Bu sese yankı denir. Yankı ilk sestten yaklaşık 0,1 sn' den daha az bir zamanda gelirse kulak bu sesi, **ikinci sesin devamı** gibi işitir, buna **çınlama** denir. İlk ses ile yankı arasındaki zaman farkından yansıtıcı engelin uzaklığı hesap edilebilir. Gemicilikte deniz derinlikleri (sonar denilen alet ile) bu yolla ölçülmektedir. Yarasalar da etraflarındaki engelleri ses dalgaları ile fark ederler. Yansıyan nokta ile sesin gönderildiği mesafe, 17 metreden az ise gelen ses dalgası bir saniyenin altında bir zamanda (0,82 saniye) geleceği için kulağımız bu

ikinci sesi fark edemez.

[(2

$x.17 m.) / 340 m/s = 0,82 \text{ saniye}]$ (sesin havadaki ortalama hızı 340 m/s)

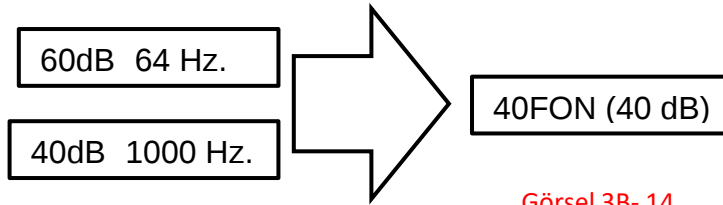
Şimşegin 4 saniye sonra sesi duyuldu ise bu mesafe, $L = t \times 340 = 4 \times 340 = 1.360m$.

Yansıtıcı yüzeylerde aynı zamanda ses dalgalarını yutulma da olur. Yutulma veya yansıma maksada göre yüzeyin yapısındaki değişikliklerle ayarlanabilir. Konferans salonlarında büyük hacimli toplantı ortamlarında bu işle ilgili hesaplamalar yapılarak duvar ve tavanlara mantar, kumaş gibi gözenekli yüzeyler döşenerek yankılar önlenabilir. Buna da Akustik düzenleme denir. **Akustikte** yansıyan ses dalgaları güç kaybetmeden geri dönerse bu durum Harmonikler yaratarak gürültü oluşmasına neden olur.

Not: 04.06.2020 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak “Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve Yönetmeliği” kapsamında ortam veya çevre gürültülerini mevzuata uygun değerlendirebilirsiniz.

Sesin fonu

Ses şiddetinin öznel hissedilişidir; ölçü birimi yoktur, yani boyutsuzdur. Hiçbir fon değerine benzemez. Frekanstan bağımsız, kulakta aynı etkiyi bırakan sesler aynı fon değeri ile ifade edilir



Görsel 3B- 14

Akustik olayı:

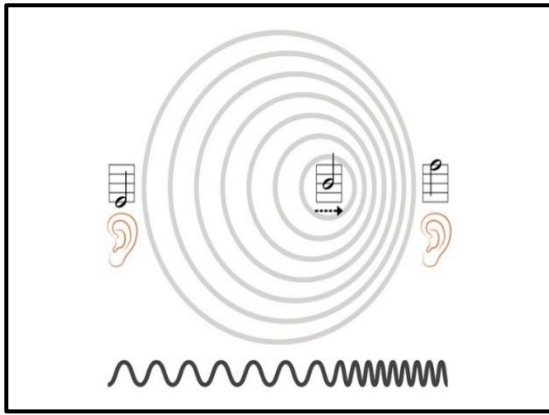
Akustik olayı nedir? **Dalga fiziğinin özel bir bölümüdür.** Ayrıca kapalı bir yerde sesin duyulma ve dağılma tarzına ve bunu incelemeye de «akustik» denir.

Akustik; ses dalgalarının farklı ortamlarda yayılımını, özelliklerini, bulundukları ortamla olan etkileşimlerini ve canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen bir bilim dalıdır. Akustik düzenlemeler için maddelerin sesi soğurma ve yansıtma özelliklerinden yararlanılır. Binaların için sesi soğuran maddeler ile kaplanırken çevreden gelen sesleri engellemek için yalıtım yapılır. Ayrıca tiyatro konser salonu gibi yerlerde salon biçimi, sahne yüksekliği ve biçimi, ses kaynağının yüksekliği ile dinleyicilerin oturduğu yerin eğimi ve konumlanışı da akustik düzenlemelerde önem taşır. Ses dalgaları bir engelle karşılaştığında dalgaların bir kısmı çarptığı yüzeye çarpma açısına göre geri döner. Bu olaya sesin yansıması adı verilir.

Hacim akustiği, hacim içindeki ses kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilere en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan akustik dalıdır. Ses yankılarına karşı Absorpsiyon için ya yüzey şekilleri veya ses dalgalarını absorbe eden esnek (süngerimsi) malzemeler ya da gelen ses dalgalarını yankı yönlerini değiştiren muhtelif geometrik ve dekoratif yüzeyler kullanılır.

Doppler olayı

Sesin frekansı kaynağın hareketine bağlı olarak değişiklik göstermesidir. Bir tren düdüğünün yaklaşırken sesi tiz/ince, uzaklaşırken sesi bas/kalın olarak duyulmasıdır.



Doppler

Görsel 3B-

Doppler olayından faydalanılarak polisler radar sistemi ile motorlu araçların hızlarını ölçebilmektedir.

Aynı şekilde astronomlar, yıldızların, galaksilerin ve diğer gök cisimlerinin yere göre bağlı hızlarını belirlemek için Doppler olayını kullanırlar.

Bir sesin frekansı kaynak ve alıcının hareketli oluşuna göre değişir. Klasik fizikte bilinen bu etkiye Doppler Olayı denir. Hız ve frekans bağlantısını formül ile belirtirsek

Gözlemci veya kaynağın hızı, ses hızını geçmediği sürece aşağıdaki formülü kullanabiliriz.

Eğer (f_0) frekansında dalga yayan hareketli bir kaynak bu yayılımı sadece kendinin ve bir gözlemcinin bulunduğu sabit bir dalga ortamında yapıyorsa, o zaman bu dalga ortamına göre hareketsiz olan bir gözlemcinin göreceği frekansı (f) bulmak için

$$f = f_0 \left(\frac{v}{v + v_s} \right)$$

f = Gözlemcini göreceği frekans

f_0 = frekansında dalga yayan hareketli bir kaynak

v = dalga ortamındaki ses dalga hızı (bu hız havada 340m/s", denizde 1460m/s)

v_s = Kaynağın hızı (sabitse 0, gözlemciye yaklaşıyorsa (-) uzaklaşıyorsa (+) alınır.

Sabit bir gözlem sabit olan yerinden gönderilen frekans ile

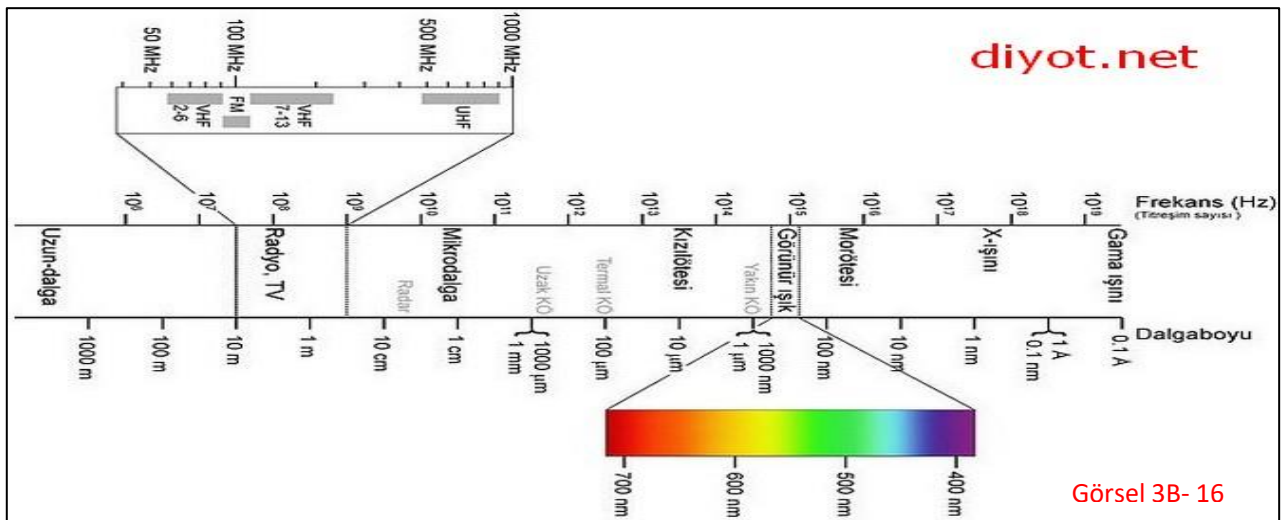
$(f = f_d)$ hareketsiz, $(f > f_d)$ kaynak yaklaşıyor, $(f < f_d)$ kaynak uzaklaşıyor

f = gönderilen frekans değeri

f_d = dönen frekans değeri

Yıldızlarda doppler olayı

Boşluktaki bu Doppler olayı hava dalgası şeklinde değil, yayılan ışık fotonlarının yarattığı dalga boyları ile ölçeriz. Her dalga boyu farklı renkte görünür, (Görsel 3B- 16) uzayda 380 nm ile 760 nm dalga boyları arasında gözle görülebilen fotonlardan oluşan elektromanyetik dalgadır.



Dalga frekanslarının ses, ışık, frekans ve dalga boyu

Yıldızların yaydığı doğrusal ışık, yıldızın yapısında bulunan elementlere özgü frekansta yayılan bu ışık spektrometre ile incelenerek hangi elementlerin bulundukları belirlenir. Bulunan bu elementin verebileceği frekansa ve görülen rengin frekansı ile mukayese ile yıldızın uzaklaşma hızı hesaplanmaktadır.

$$f_L = \sqrt{\frac{(c-v)(c+v)}{c^2}} \cdot f_s$$

Gözlemcinin f_s frekansına sahip frekansın f_L olarak ölçer. $f_L = \sqrt{\frac{(c-v)(c+v)}{c^2}} \cdot f_s$ bağıntısı ile hesaplanır.

Gözle görülemeyen dalga boylarındaki fotonlar da ışık olarak nitelendirilir. Uzayda bize göre hareket halindeki bir ışık kaynağının uzaklaşmasını kaynağın kırmızıya doğru, yaklaşmasını ise kaynağın mor renge doğru değişmesi ile anlayabiliriz. Işığın hızı 300.000 km/s” olduğuna göre hesaplamalar buna göre yapılır.

Örneğin, **470 nm**’lik bir dalga boyundaki ışık **mavi**, **540 nm**’lik bir dalga boyundaki ışık **yeşil** ve **650 nm**’lik dalga boylu ışık **kırmızıdır**.

Işık yılı, bir zaman değil, mesafe ölçüsüdür. Işığın “bir yılda” aldığı yolu; yani yaklaşık **9,5 trilyon kilometrelik mesafeyi** ifade eder.

Ses duvarı aşma da patlama olayı

Uçakların ses hızını geçerken patlama sesinin oluş nedeni,

Deniz seviyesinde 1 atm basınçta ve ortalama 15°C sıcaklıkta sesin yayılma hızı 340m/s”, yani 1.224.000 m/h ve bu da 1.224 km/h yapar. Fakat ses hızı deniz seviyesinden yüksekte ve hava sıcaklığına göre değişir,

Uçaklar yaklaşık uçuş yüksekliği olan stratosfer sınırı yani 11000m’de ortalama olarak 35.000 fit (10.668km) yükseklikten uçuyor ve bu yükseklikte hava sıcaklığı ortalama -50°C civarında olmakta ve ses hızı da ortalama 290m/s” yani 1.044.000m/h ve bu da 1.044 km/h yapar,

Ses hızı birimi mach ile ölçülür.

1 Mach deniz seviyesinde 1.224 km/h,

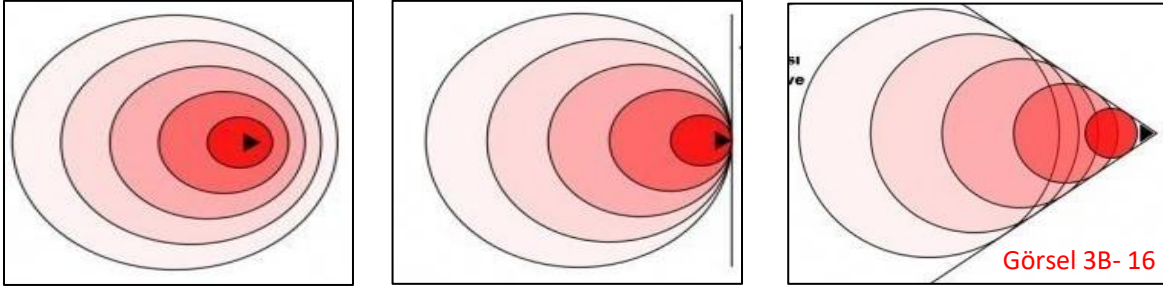
1 Mach Stratosferde 1.044 km/h olur

Çoğunlukla savaş uçaklarında hız 0,7 Mach civarındadır, eğer uçak Mach değerini geçecek bir hıza ulaştığında Doppler olayı ile uçak önünde ses dalgaları o kadar sıkışır ki uçağa büyük bir direnç gösterir, bu ses duvarı olarak adlandırılır. Uçak bu ses duvarını aştığında önündeki bu basınç uçağın arkasında serbest kalması ile birden genişlediği için büyük bir ses patlaması yaratır. Buna da ses duvarını aşma patlaması denir.

Bu durumu farklı açıdan bakarak açıklamak istersek, örneğin tabanca ile ateş edildiğinde tabanca kovanında mermi arkasında sıkışan basınçlı hava mermi çıktığında birden serbest havaya çıkması ile aniden genişleyerek patlama sesi meydana getirir. Tabancalara takılan susturucular ise bu sesi önlemek için ön tarafta takılan susturucu tabanca kovanı çapından

daha büyük bir hacimde oldukları için kovandaki basınç azalır ve basınçlı hava merminin çıktığı delikten daha az hızla çıkarak sesin ani basınç değişikliği yapmadığı ve ani ses genişlemesini önlediği için silahın patlama sesi duyulmaz. Bir başka örnekte kamçının çıkardığı sestir.

Uçakların ses duvarını aşma olayı



Bir uçağın ses duvarını aşmasında ses dalgalarının önde sıkışma durumları



Bir uçağın ses duvarını aşmasında ses patlaması **Görsel 3B- 17**

Uçak normal hızda giderken doppler olayı olan uçağın gittiği yönde ses dalgalarının daha sıkışık arkada kalan kısımda ise daha seyrek. Bu durumda sürtünme direnci yükselir.

Uçak hızını arttırınca önündeki ses dalgaları çok daha sıkışık durumdadır. Uçağın sürtünme direnci çok daha da artar, uçak hızı Mach değerine yaklaştıkça önünde bir engel gibi bu değer daha da artar. (Bir **Mach** ses hızının bulundu sıcaklık ve basınçta gidebileceği son hız değeridir.) (**Görsel 3B- 16**)

Uçağın verdiği biraz daha fazla bir itme gücü ile uçak hızı Mach değerini aşar ve bu sıkışmış ses basıncı uçağın arkasına geçtiğinde arkasındaki basınç çok düşük olduğu için

önden arkaya giden yüksek basınç birdenbire genişleyerek büyük bir ses basıncı ve gürültü meydana getirir. Uçağın ses duvarını aşma anının fotoğrafı, görüldüğü gibi uçağın arkasında birdenbire hava genişlemesi olmuş. İşte bu oluşum patlama sesini oluşturan genişlemedir. (Görsel 3B- 16)

Kırbacın şaklama olayı



Görsel 3B- 18

Kamçı (kırbaç), hızlı bir şekilde havada hareket ettirildiğinde kamçı ucunun hızı ses hızından hızlı hareket ettiğinde ses duvarını aşarak şaklama sesi duyulur, burada da Olay uçaktaki olay aynıdır.

Yukarıda anlatılan şaklama olayını yaratan bir kamçı örneği görülmektedir. Bazen kamçı havada çok hızlı savrulursa bazen çift şaklama sesi duyulur. Kırbaç ucunun ses hızının iki sefer geçmesi durumunda bu iki kez şaklama sesi duyulur.

Rezonans olayı.

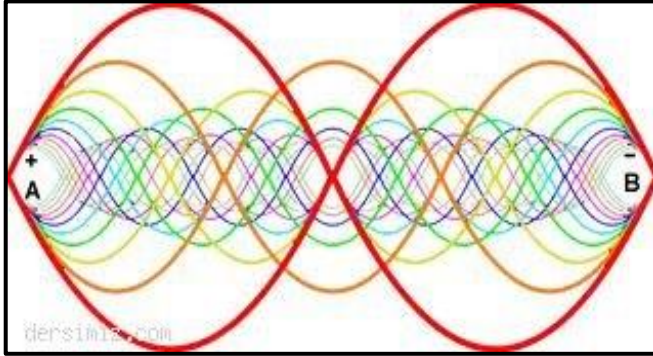
Rezonans, [fizikte](#) bir sistemin (genellikle doğrusal bir sistemin) bazı frekanslarda diğerlerine nazaran daha büyük genliklerde salınması eğilimidir. Bunlar, o sistemin rezonans frekansları olarak adlandırılır. Bu frekanslarda küçük periyodik kuvvetler bile çok büyük genlikler üretebilir.

Bu salınımlar eğer sistemin doğal frekansına eşit olursa, sistemin genliği sonsuza dek artma eğilimi gösterir; bu olaya rezonans denir. Genliğin sonsuza gitmesiyle yıkıcı sonuçlar oluşabilir. Örneğin; 1940 yılında ABD'nin Washington eyaletinde yapılmış olan Tacoma Asma Köprüsü'nün ulaşımına açıldıktan birkaç ay sonra rüzgarın etkisiyle yıkılması rezonansın varlığını işaret eder. Birinci dünya savaşı sırasında bir bölük Alman askerlerin uygun adım yürürken rezonansa gelen köprünün yıkılması, birinci boğaz köprüsünde Avrasya koşusu sırasında köprünün salınma geçip elektrik direklerinin sallanması olayı bir rezonans olayıdır.

Ses olaylarında da çevredeki yansıtıcı engellerin rezonans a gelmesi halinde büyük gürültüler meydana gelir. İki mikrofona karşılıklı durması durumunda bir müddet sonra

çınlaması bu rezorans olayının bir göstergesidir. Salıncakta salladığınız ve devamında çocuğu az bir kuvvetle çok yükseklerle itilebilme olayı az kuvvetle büyük enerjiler oluşabileceği rezorans olayıdır.

Bir ses kaynağından yayılan ses dalgaları çevredeki bazı ses kaynaklarını etkileyerek titreştirir (Görsel 3B- 19)



Frekansları aynı olan kaynaklardan biri titreştirildiğinde, yakınındaki diğer ses kaynağı da rezorans' a girer ve aynı frekansta titreşmeye başlar, bu gerçekleşen olaya rezonans olayı denir

Görsel 3B- 19

(Kaynak: [Rezonans nedir? konulu ders ve çalışma notu, konu özeti \(dersimiz.com\)](http://dersimiz.com))

Vuru (batman) olayı

Genlikleri hemen hemen eşit ve frekansları biraz farklı olan iki kaynağın aynı anda verdiği ses dalgalarının üst üste binmesi neticesinde, frekansı iki frekansın farkına eşit olan ses yükselmeleri meydana gelmesidir. Vuru olayında ses periyodik olarak azalır, çoğalır.

İki kaynaktan çıkan ses dalgaları yapıcı şekilde girişim yaptıkları ve böylece birbirlerinin etkilerini arttırdıkları zaman, yüksek şiddette ses meydana gelir. Dalgalar bozucu bir şekilde üst üste geldiklerinde ve böylece kısmen veya bütünüyle birbirlerinin etkilerini yok ettiklerinde zayıf şiddette ses meydana gelir. Bu olaya vuru olayı ve bu düzgün atışlara da vurular adı verilir. Ses iki kaynağın frekanslarının ortalaması olan frekansa sahiptir. Bir saniye içindeki vuruların sayısına vuru frekansı adı verilir ve iki kaynağın frekansına eşittir

Işık nedir

Işık veya **görebildiğimiz**, elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanabilen kısmı 400-700 nanometre (nm) aralığında olan Çevremizdeki cisimleri ışığın yansıması ile görmemize ve renkleri ayırt etmemize yarayan enerji şeklidir.

Işığın özellikleri arasında, ışığın yayılma hızı, ışığın yayılma yönü, ışığın şiddeti, ışığın sapması, ışığın yansıması ve frekansı önemli yer tutar.

Işığın hızı

Işık vakumda hızı 299,792,458 m/s dir. Işık farklı ortamlarda farklı hız ile ilerler, bu farklı hızlarından dolayı ışık kırılmaları meydana gelir.

Boşluk: 300.000 km/s

Hava: 299.913,02 km/s

Buz: 229.007,63 km/s

Su: 225.563,9 km/s

Cam: 200.000 – 157.94,7 km/s

Elmas: 123.966,94 km/s

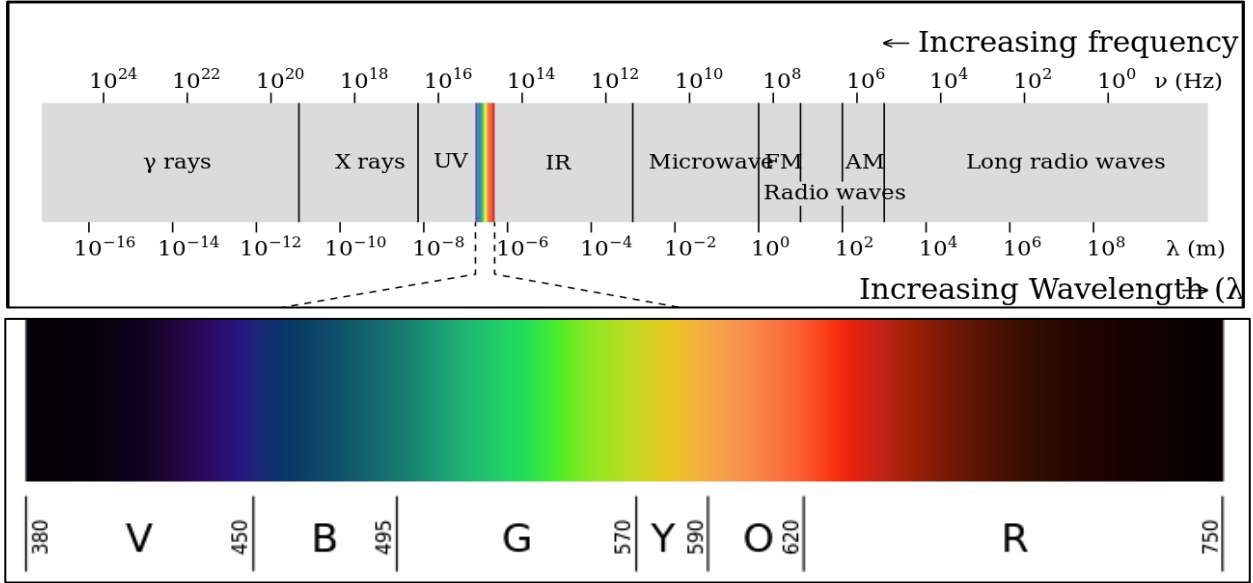
Işığın renkleri

Işığın algılanan renkleri, dalga boyları ile frekans aralığı

Renk	Dalga boyu aralığı	Frekans aralığı
<u>kırmızı</u>	~ 750–635 nm	~ 430–480 THz
<u>turuncu</u>	~ 635–590 nm	~ 480–510 THz
<u>sarı</u>	~ 590–560 nm	~ 510–540 THz
<u>yeşil</u>	~ 560–490 nm	~ 540–610 THz
<u>mavi</u>	~ 490–450 nm	~ 610–670 THz
<u>mor</u>	~ 450–380 nm	~ 670–750 THz

Görsel 3B- 20

Görebildiğimiz ışık dalga boyu



Görsel 3B- 21

İşığın renk armonileri

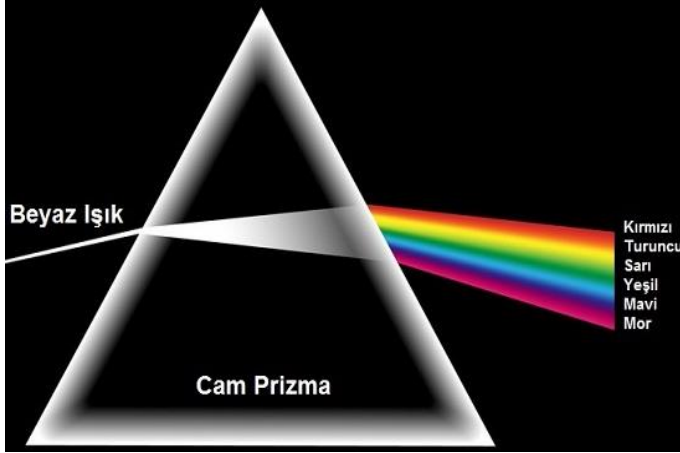
Artan frekans ve dalga boyu içinde ışık olarak görebildiğimiz dalga boyları ve renkleri (Görsel 3B- 21) de görülmektedir. Bu dalgalar üst üste bindiğinde gördüğümüz beyaz ışık meydana gelmektedir. Eğer her renk frekansı ayrı ayrı üst üste geldiğinde meydana gelen armonide farklı renk görüntüleri meydana gelmektedir. (Görsel 3B- 22)



Görsel 3B- 22

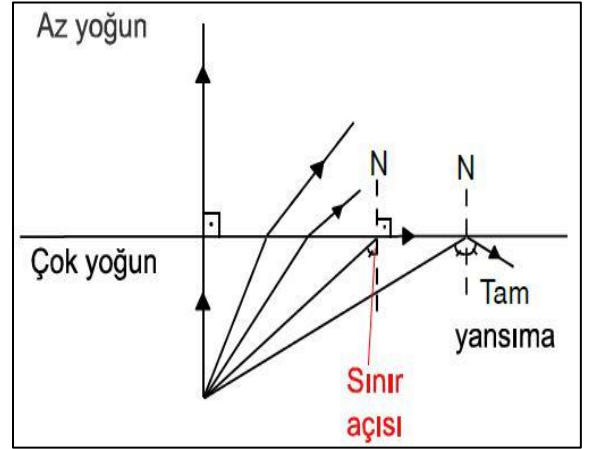
Kaynak: <https://www.bing.com>

İşığın kırılması

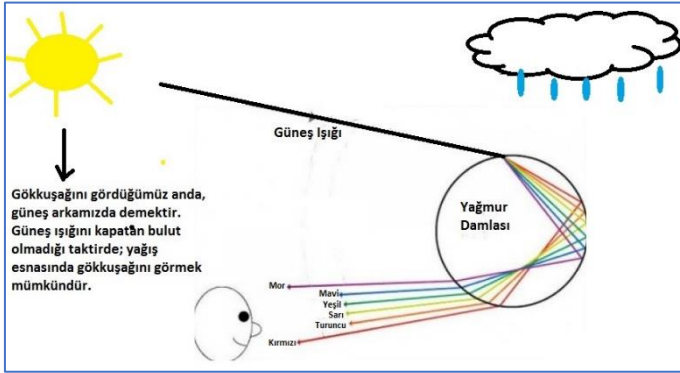


Kaynak: fenbilim.sahin.name.tr

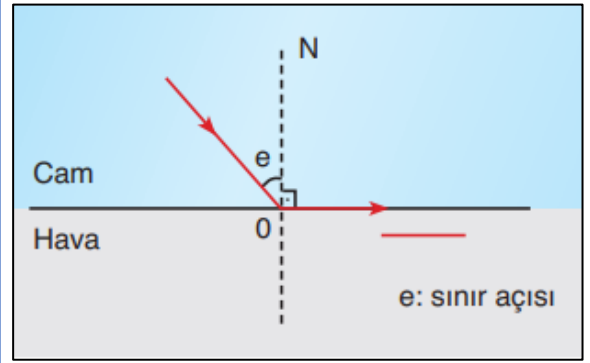
Görsel 3B- 23 a



Görsel 3B- 23b



Görsel 3B- 23c



Görsel 3B- 23d

PRİZMALAR

Birbirine paralel olmayan (kesişen) iki düzlem arasındaki saydam ortamlara prizma denir. Prizmalar, tepe açısına veya sapma açısı prizma diyoptrisine göre sınıflandırılır. Bir metre uzaklıktaki bir cismin görüntüsünü 1 cm yer değiştiren prizmanın kırıcılığı 1 prizmatik diyoptridir ve 10D şeklinde gösterilir. (Görsel 3B- 23a) da güneş ışığının prizmadan geçerken farklı dalga boyu ve frekansta olan ışınlar prizmaya girerken ilk kırılmayı, çıkarken de farklı açılarda kırılmayı yaptığı için renkler ayrılarak görülür.

İşığın ortam yoğunluğu farklı ortamlarda geçişlerinde farklı geliş açılarına göre farklı kırılma açıları gösterir. (Görsel 3B-23b) de açılara göre farklı kırılmalar görülmektedir.

Yağmur yağdıktan sonra (Görsel 3B- 23c) de görüldüğü gibi havada asılı kalan yağmur zerreciklerine güneş ışığı geldiğinde ışık kırılması olur, bu kırılma sonucu gök kuşağı denilen renk ayırımları görülür.

Işığın kırılmalarında kritik açı (Görsel 3B- 23d) de gösterilmiştir. Bu kritik açılardan faydalanılarak prizmalarla ışığa yön verilmektedir. Örneğin dürbün, teleskop, fotoğraf makineleri gibi

Işığın prizmada kırılma teorisi

Olayı basitçe şöyle bir örnekle anlatmaya çalışalım,

Düz bir aks üzerinde yan yan dizilmiş her şeyi eşit, bağımsız dönen tekerlekler olsun, normal düz bir zeminde eşit güçle eşit hızda ilerliyor olsun, hızı yavaşlatan bir zeminle karşılaştıklarında bu zemine geçişleri aynı anda olduğunda bu aks aynı doğrultuda yavaşlamış olarak devam eder. Eğer bu hızı yavaşlatan zemin açılı bir şekilde sağdan sola geriye doğru başlıyorsa, o zaman sağdaki tekerleklerden önce alana girenin hızı yavaşlayacak diğerleri halen aynı hızda devam edecek ve milin eksenini sağa doğru açı yapacaktır. Devamında diğer tekerlekler de hızı yavaşlatan zemine gelinceye kadar aynı hızda devamla hızı yavaşlatan zemine girildiğinde aks eksenini sağa doğru açı yaparak devam edecektir.

Birbirine paralel olmayan (kesişen) iki düzlem arasındaki saydam ortamlara **prizma** denir.

Işığın bazı değerleri

Havada hızı: 299.913,02 km/s

Camda hızı: 200.000 – 157.94,7 km/s

Kırmızı frekansı 430 THz (430×10^{12} Hz)

Mor frekansı 750 THz (750×10^{12} Hz)

Algılanabilen ışığın frekansı 400-750 nanometredir her frekans ve genlik farkına göre sapmalar değişerek renkler farklı açılarda sapacaktır. Her frekansta dalgası farklı ortama girdiklerinde farklı hız kazanacak önce giren daha ileriye gitmiş olacağı için kırılma olacaktır. Çıkılan farklı ortamda duruma göre ışığın renkleri biraz daha kırılacaktır. Bu durum (Görsel 3B- 23a) da görülmektedir.

LAZER IŞIĞI

Lazer, İngilizce “light amplification by stimulated emission of radiation” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır.

Lazer uyarılmış ışınım salınması ile ışığın yükseltilmesi ile yapay olarak elde edilir.

Lazerin oluşum mekanizması ise foton- madde etkileşimine dayanır. Foton- madde etkileşimi üç temel şekilde oluşur;

Soğurma olayı; düşük seviyeli bir atomun foton soğurarak enerji seviyesini yükseltmesidir.

Kendiliğinden ışıma; yüksek enerji seviyeli bir atomun, kendiliğinden foton yayıp enerjisini düşürmesidir.

Uyarılarak ışıma; yüksek enerji seviyeli bir atomun foton etkisi ile düşük seviyeye geçmesidir.

Etki eden foton, alt enerji seviyesi ile üst seviye arasındaki enerji farkına eşit enerjili fotondur. Böylece elektron aynı dalga boyunda bir foton yayar ve iki foton da atomdan uzaklaşır. Bu şekilde ışık güçlenir, lazer demeti oluşur.

Katı-hal lazeri, kimyasal lazer, optik lazer gibi türleri vardır. Lazer teknolojisi, tıptan askeriye kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.

Kristallerin veya gazların atomlarındaki **elektronlar**, bir elektrik akımından veya başka bir lazerden enerji emdiğinde ve hareketlendiğinde lazer oluşur.



Görsel 3B- 23

Lazer ışığı, tek bir doğrultuda yayılır. Normal ışık ışınları ise farklı dalga ve frekanslarda oldukları için armonikler meydana getirirler ve dağınık bir şekilde yayılırlar. Lazer ışığı tek dalga ve frekansta olduğu için tutarlı ve **tek doğrultuda** çok uzak mesafelere kadar ulaşabilir. (Görsel 3B- 23)

Lazerler eskiden 10.000 Watt gücünde olabilirken, Bilim insanları, NİF'in **500 trilyon watt'tan** fazla güç üretme yeteneği olduğunu gösterdiler. Kristal lazer

gibi bazı lazerler, kısa ışık darbeleri yayarlar. **Helyum neon gazı** lazerleri gibi lazerler ise sürekli ışık yayabilirler.

Lazer ışığı NİF'te üretilen ışınlar, görünmez kızılötesi ışık olarak başlar ve daha sonra yeşil ışığa dönüştürülmek üzere özel optiklerden geçirilir. **Güneş ışığı, floresan ampuller ve akkor ampuller** sıradan ışık kaynaklarıdır.

Teorilere göre, mutlak sıfırdan (0 Kelvin) daha yüksek bir sıcaklığa sahip herhangi bir nesne **elektromanyetik radyasyon** yayar. Akkor ampullerde kullanılan temel kavram budur.

Cinsine Göre Bazı Lazerlerin Dalga Boyları:

- Helium-Neon (HeNe) Lazer: 632,8 nm (kırmızı)
- Argon-iyon (Ar+) Lazer: 488 nm (mavi-yeşil)
- Krypton-iyon (Kr+) Lazer: 647 nm (kırmızı)
- Karbondioksit (CO₂) Lazer: 10,6 µm (kızılötesi)
- Nd:YAG Lazer: 1064 nm (kızılötesi)
- Ti:Sapphire Lazer: 700-1000 nm (kırmızı-kızılötesi)
- Fiber Lazer: 1030-1080 nm (kızılötesi)
- Diode Lazer: 635-850 nm (kırmızı-kızılötesi)

Lazer tek frekans

- Lazer ışını tek dalga boyuna sahiptir.
- Lazer ışını, tek renkli ve aynı fazlı paralel dalgalar halinde genliği yüksek bir ışık demetidir.
- NİF'te üretilen ışınlar, görünmez kızılötesi ışık olarak başlar ve daha sonra yeşil ışığa dönüştürülmek üzere özel optiklerden geçirilir.
- Sıradan ışık da lazer ışığı da elektromanyetik dalgadır. Sıradan ışık, farklı dalga boylarına sahip elektromanyetik dalgaların bir karışımıdır. Lazer ışığı ise tek renklidir.
- Güneş ışığı, floresan ampuller ve akkor ampuller sıradan ışık kaynaklarıdır.
- Teorilere göre, mutlak sıfırdan (0 Kelvin) daha yüksek bir sıcaklığa sahip herhangi bir nesne **elektromanyetik radyasyon** yayar. Akkor ampullerde kullanılan temel kavram budur.

- Sıradan ışığın yoğunluğu, mesafeyle birlikte hızla azalır.
- Buna karşın **lazer ışığı** dar bir ışın şeklinde yayılır. Lazer ışığına çıplak gözle bakmak tehlikelidir ve gözün sarı noktasına zarar verebilir.
- Lazer ışığı ile metal kesme işlemleri, lazer yazıcılar, göz ameliyatlarında, barkod okuyucularda ve fiber optik teknolojisinde kullanılmaktadır.
- Lazer ışını ile yüksek enerjilerde çok hassas işlemler yapılabilir.

Kaynaklar, SES MÜHENDİSLİĞİ EL KİTABI m. TALBOTTsmith
TEKNİK FİZİK Schmiedel Süss
INTERNET muhtelif kaynaklarından alınan bilgiler
BİYOMEDİKAL FİZİK Prof. Dr. Gürbüz ÇELEBİ
SES MÜHENDİSLİĞİ EL KİTABI M. Talbott SMITH B: 8 S: 36- 39
INTERNET muhtelif kaynaklarından alınan bilgiler
Bahriye SİRAV Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK), Ankara