

FİZİKTE POPÜLER KONULAR

Prof.Dr. Erol AYGÜN

ULTRASON VE TIPTA KULLANIMI

Ultrason (ultrases), yüksek frekanslı ses demektir. Sağlıklı bir insan kulağı, frekansı (20-20.000) Hz'lik sesleri duyabilir. 20.000 Hz'in üzerindeki sesler ultrases ya da ultrason olarak adlandırılır. Ultrasonun ne olduğunu anlayabilmek için ses frekansları, logaritmanın 10-tabanına göre bir eşele yerleştirilirse Şekil-1'de gösterilen ses bölgeleri elde edilir.

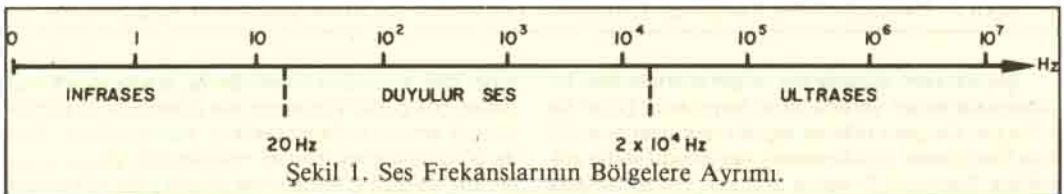
İnsan kulağının duyma sınırları kişiden kişiye değişmekle birlikte, günümüzde *gürültü kirlenmesi* denen olayın sonucu olarak gürültülü kentlerde oturanların duyma sınırlarının daraldığı gözlenmiştir. Bu konu ile ilgili olarak yapılan bilimsel bir gözlemden burada söz etmek yerinde olacaktır. Şikago ABD'nin en gürültülü kentlerinden biri olarak kabul edilir. Çünkü şehrin içinde banliyö tren hattı bir halka yapar ve bu tren hattı, kent halkı tarafından "LOOP" (halka) olarak adlandırılır. Bilim adamları, Şikago'da büyüyen 10-15 yaş grubundaki sağlıklı bir grup genç ile, Afrika'nın sessiz sakin bir orman köyünde büyüyen aynı yaş grubundaki gençlerin duyma bandının Afrikalı çocukların duyma bandından daha dar olduğunu tespit etmişlerdir. Genetik ve ırk farklılıkları ötesinde Şikagolu çocukların *gürültü kirlenmesi* sonucu duyma bantlarının daraldığı açıklanmıştır. Gürültü kirlenmesinin henüz genelde çok büyük bir tehlike oluşturmadığının, fakat istenmeyen bir durum olduğunun da bilinmesinde yarar vardır. Öte yandan insanoğlu fizikte nükleer enerjide, radyasyonda, güneş enerjisinden olduğu gibi ses enerjisinden de insanlığın yararına yararlanmasını bilebilmiş, özellikle *ultrases* bölgesinde son 50 yılda yapılan keşif ve uygulamalar konuyu bu denli ilginç hale getirmiştir.



Ültresesin Tarihiçesi

Yüksek frekanslı ses dalgaları (ultrases), 1885'lerde Pierre ve Madam Curie'ler tarafından keşfedilen *piezoelektrik olayla* üretilir. Bilindiği gibi bu bay-bayan Curi'lerin radyasyon konusunda da bilim tarihinde önemli buluşları vardır. Keşfettikleri 84 numaralı element kendi ülkelerinin adı ile, Polonyum şeklinde elementler tablosuna geçmiştir. *Piezoelektrik*, kelime anlamı olarak *basınçla elektrik üretmek* demektir. Ses dalgaları ise basınç dalgaları olduğundan, o halde ses dalgaları ile elektrik dalgaları birbirine dönüştürülebilir. Kuartz kristaller bu iş için en uygun yapıyı oluştururlar. Olay kristal saatlerde, kristale alternatif voltaj uygulayarak titreşim elde etme şeklinde yaygın ve çok güncel bir uygulama alanı bulmuştur. Bunun da ötesinde piezoelektrik olay, ilk defa I. ve II. Dünya Savaşları'nda düşman denizaltılarını izleme, yakalama ve vurma konusunda geliştirilen *sonar* cihazlarında da yaygın bir uygulama bulmuştur. Sıvıların basıncı kolayca iletmeleri esasına bağlı olarak, denizaltının hareketlerinden kaynaklanan sualtı basınç değişimleri sonar cihazları tarafından elektrikli kayıtlarına dönüştürülerek denizaltının yeri belirlenebilmekte ve elli seneyi aşan bir süredir kullanılmaktadır.

Ultrasesin tıpta kullanımına gelince: Hawary ve Wild isimli iki bilim adamı 1940'ların son yıllarında sonar sistemini tıpta uygulamaya koymuşlardır. Ultrasonografi (yüksek frekanslı sese dalgaları ile gra-



fik, görüntü elde etme) son 20 yıl içinde süratle gelişmiş ve yaygın bir uygulama alanı bulmuştur. Ultrasonun tıptaki ilk uygulamalarından biri, 1942 yılında Viyanalı nörolog Dussik tarafından beyin tümörlerinin büyüklüğünün tespiti olmuştur. Dr.Hawary, Wild, French ve Neal 1950 yılında beyin tümörlerini ultrason yardımı ile net bir şekilde belirleyebilmişlerdir. Yine Dr.Wild ve Ried 1952 yılında ultrasonu meme tümörlerini belirlemede kullanmışlardır. 1950'lerde konu göz tümöründe, 1960'larda beviye ve obstetrik tümörlerinin tanısında önemli bir araç haline gelmiştir. Ultrason tıpta hamile annelerdeki bebek cinsiyetini belirlemeden fizyoterapiye kadar çok yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Bu sebeple günümüzde ultrason, tüm hastane ve özel muayenehanelere girmiş, doktorların vazgeçilmez bir tanı ve tedavi aracı haline gelmiştir.

Ultrasonla Böbrek Taşı Nasıl Kırılır?

Ultrasonun tıpta kullanımı tanı aracı olarak sınırlı değildir. Tedaviye yönelik uygulamaları da vardır. Bu konuda ilk akla gelen böbrek taşlarının ultrason dalgaları ile böbrek içinde olduğu yerde kırılarak (adeta öğütülerek) tozlarının idrar yolu ile dışarı atılması ve hastayı bu yolla sağlığına kavuşturma yöntemidir. Fizikte tüm dalgalar, ortamlar arasındaki sınırlardan geçerken bir miktar yansımaya uğurlarlar. Ses dalgaları da insan bünyesinde ilerlerken, değişik dokuların sınırlarında ve böbrek taşında yansımalarla uğurlarlar. Olayın fiziğini, biraz da olsa anlamak bakımından aşağıda verilen ve insan bünyesindeki değişik dokuların ultrases dalgalarını yansıtma katsayılarını gösteren tabloyu incelemekte yarar vardır. Farklı iki doku sınırının *yansıtma katsayısı* yansıyan ses şiddetinin gelen ses şiddetine oranı olarak tanımlanır. Sınırı geçen ses şiddetinin gelen ses şiddetine oranına da *geçirgenlik katsayısı* denir. Bu tanımlara göre yansıtma ve geçirme katsayılarının toplamı "1" olur.

böbrek taşı büyük bir olasılık olduğu yerde ufalanır ve idrar yolu ile atılabilecek küçük parçalara ayrılır. Doğal olarak, hasta bu operasyonun ısrabını duyar. Ancak bu yöntem hastaya neşter vurularak yapılan ameliyata göre, hastanın özel durumuna da bağlı olarak tercih edilebilmektedir.

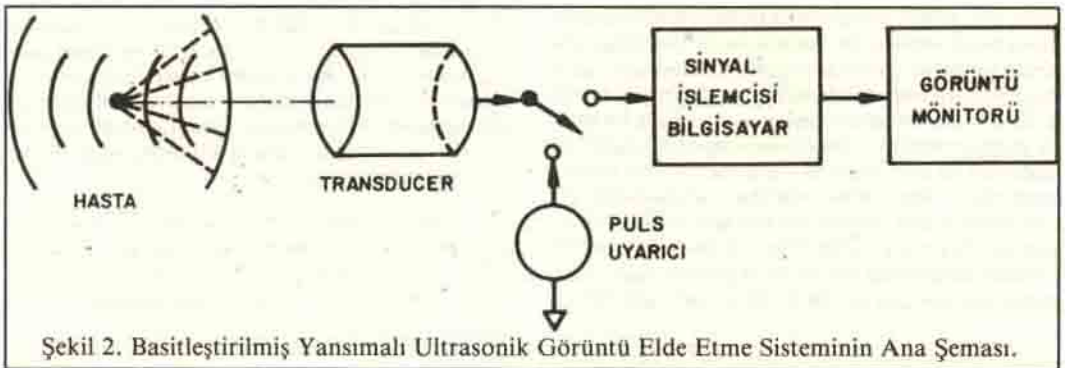
Doku Geçişleri	Yansıtma katsayısı
Beyin-Kafa taşı	0,66
Yağ-Kemik doku	0,69
Yağ-Kan	0,08
Yağ-Böbrek	0,08
Yağ-Karaciğer	0,10
Kas-Kan	0,03
Kas-Karaciğer	0,01
Yumuşak doku-Su	0,05
Yumuşak doku-Hava	0,9995

Tablo 1: Doku arakesitlerinde yansıtma katsayıları

Ultrasonik Görüntüleme

Ultrasonik görüntülemelerde değişik yöntemler olmakla birlikte burada yansıyan dalgalarla yararlanarak görüntü elde etme yöntemi kısaca tanımlanacaktır. İnsan, gözü ile çevresini görebiliyorsa, cisimlerden yansıyan ışın, göz ve beyinde fizyolojik olarak o cismin optik görüntüsünü oluşturur. TV görüntülerinin de elektromanyetik dalgalarla elde edildiği bilinir. Acaba ses dalgaları ile görüntü nasıl elde edilir? Ses dalgalarının insan büyümesi içinde değişik doku sınırlarından yansıdığı belirtilmiştir. Ses dalgalarından görüntü elde etmek için insan vücudunda bir noktadan yansıyan gelen ses dalgasını algılayacak bir cihaz (transducer) ve sesin şiddeti ile orantılı bir elektrik akımına dönüştürme gerekecektir. Transducer denen *piezoelektrik kristal prob* ultrasonik görüntüleme sistemlerinin ana bileşenidir.

Ultrasonik görüntülemenin tüm teorisini bu tür popüler yazılarda açıklamak olanaksızdır. Ancak ko-



Şekil 2. Basitleştirilmiş Yansıtma Ultrasonik Görüntü Elde Etme Sisteminin Ana Şeması.

İşte ultrason dalgalarının ortam sınırlarındaki bu yansımalarından yararlanarak kaynaktan çıkan ve yansıyan dalgalar böbrek taşının tam üzerinde üst üste bindirilerek (giriştirilerek), taş olduğu yerde çok yüksek frekansla titreşime zorlanır. Bu zorlamada

nuya fizik açısından bakıldığında, ses-doku etkileşimleri çok çeşitli yönlerden ele alınmakta ve görüntüleme amaçlı kullanılmaktadır. İnsan vücudu içinde görüntülenmek istenen noktalardan yansıyan gelen ses dalgaları, transducer denen prob ile elektrik

GÖZ BOZUKLUKLARINA ETKİN ÇÖZÜM



Yeni geliştirilen deneysel bir laser tekniği, göz- lük ve lensleri tarihe karıştırmaya hazırlanıyor. Bu teknikle göze zarar vermeden bozukluk giderile- biliyor.

Yeni laser tekniği ısı olmaksızın iş gördüğün- den hassas göz dokusunda hasar yapmaz. Sani- yede 10 kere parlayarak her parlayışta yaklaşık 0,3 mikronluk dokuyu "traş" eder. Sistem bilgi- sayar tarafından kontrol edildiğinden ne kadarlık bir dokunun nasıl traş edileceği hastanın durumuna göre hassas olarak ayarlanabilmektedir.

Oklohoma Üniversitesi Oftalmoloji Profesörle- rinden J. James Rowsey, bu tekniğin şimdiye ka- dar, miyop, hipermetrop ve kornea bozuklukları bulunan 25 hasta üzerinde denendiği ve başarılı sonuçlar alındığını söylüyor. Profesör Rowsey, ge- lecekte bifokal gözlüklere de gerek kalmayacağı- na inanıyor. Ancak pratik kullanıma geçmeden ön- ce en az bir dört yıl daha gözlemlerde bulunmak gerektiğini de vurguluyor.

OMNI'den çev.: Mustafa ÖZTÜRK

akımına dönüştürülerek, bilgisayarın hafızasına de- polanır. Sonra depolanan bu bilgiler monitörde gö- rüntüye dönüştürülür. Ancak bu oluşumda ses-doku etkileşmesinin pek çok özelliği kullanılır. Örneğin ult- rasesin doku içerisindeki hızı dokudan dokuya de- ğişir ve bu farklılıktan görüntüleme yararlanır.

Doku	Ortalama Hız (m/s)
Hava	330
Yağdoku	1450
Beyin	1541
Karaciğer	1549
Böbrek	1561
Kan	1570
Kas	1585
Göz merceği	1620
Kafatası Kemiği	4080

Tablo 2: Çeşitli dokularda ultrasesin yayılma hızı

Ultrases dalgaları doku içerisinde ilerlerken şid- det olarak soğurulurlar. Yani her santimetrede bir miktar zayıflarlar. Bu istenmeyen bir durumdur. Ses şiddeti, desibel (db) denen bir birimle ölçülür. Ultra- sesin dokularda soğurulması görüntüyü olumsuz yönde etkiler. Fakat bunun için de gerekli düzeltme- ler yapılarak görüntü netleştirilir. Soğurma sesin fre- kansı ile de doğrudan doğruya ilgilidir.

Doku	Soğurma Katsayısı (db/cm)
Hava	10
Kan	0,18
Kemik	3-10
Akciğer	40
Kas	1,7
Su	0,002

Tablo 3: 1 MHz'lik bir ultrasesin çeşitli dokular- da soğurulma katsayıları

Ultrasonik görüntüleme ses-doku etkileşme- si ile ilgili yukarıda Tablo 1,2 ve 3'te verilen fiziksel özellikler yanında daha pek çok kavram kullanılır. Bu kullanımlar sonunda bilgisayar ve TV teknolojisinin olanaklarından da yararlanılarak firmalarca üretilen ve bu yazının başında fotoğrafı verilen ultrasonik gö- rüntüleme aletleri piyasada ve hastanelerde yerini almıştır.

Sonuç olarak, klâsik fizikte ses pek önemsenme- yen, kitaplarda çok az yer verilen bir konu iken, son 20 yılda, çağ atlatan bir gelişme göstermiştir. Bu per- spektif içerisinde, gelişmelere ayak uydurmak ba- kımından orta öğretim eğitim programlarında fen ve fizik derslerinde tomografi (görüntüleme) konularına yer vermek, gençlerimizi klâsik bilgiler yerine çağ- daş bilgilerle donatmak daha uygun olacaktır. Ultra- sonik, Nükleer Manyetik ya da X-Işınları Tomog- rafi konuları üniversite eğitim programlarına ise za- ten girmiş durumdadır. □