

Kan Akışını ve Solunumu Ölçmek

Arkhimedes'ten (MÖ 287-212) günümüze kadar akışkanlar mekaniğinin uzun yolculuğunda, insan vücudu vazgeçilmez bir ölçüm ve deney alanı olmuştur. Beyinden göze parmaklardan böbreklere tüm vücut, damarlara pompalanan kan ve akciğerlere çekilen havadan payına düşeni alır ve işleyişteki en ufak sorunda tüm gözler bu iki şüphelinin üzerine çevrilir. Her gün 8000-9000 litre havanın kalpten pompalanan 8000-10.000 litre kanla buluştuğu vücudumuzda, tıp teknolojileri de bu ikiliyi hareket halinde ölçecek cihazları geliştirmek zorunda kalmıştır.

Anahtar Kavramlar

Debi: Bir akışkanın aktığı izleğin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen akışkan hacmidir.

Ventilasyon: Havanın akciğer içine ve dışına hareketidir.

Biyomedikal: Tıpta teşhis ve tedavi amacıyla kullanılabilen tüm madde, malzeme, aparat ve cihazların üretimiyle ilgilenen disiplinlerarası bir teknoloji dalıdır.

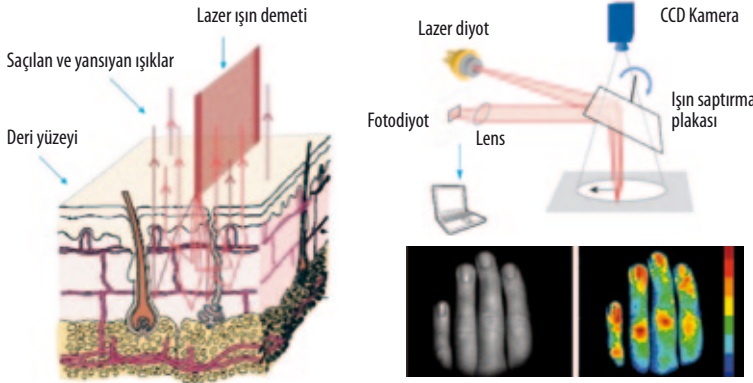
Avusturyalı fizikçi Christian Doppler 1842 yılında, “hareket eden bir nesneye çarpıp geri dönen dalganın frekansı kayar” prensibini ortaya koyarken tıpkı 1873 yılında ışığı bir elektromanyetik dalga modeli olarak sunan Maxwell gibi, teorisinin bir gün damarlarımızdaki akışın hızını lazerle ölçecek cihazların yapımında da kullanılacağını herhalde tahmin etmiyordu.

Yüzey alanı yaklaşık olarak bir tenis kortu büyüklüğünde olan akciğerlerimizle, günde ortalama 25.000 defa, 70 yaşına kadar 600 milyon kere nefes alıp veririz. Tabii ki dış ortama doğrudan maruz kalan tek iç organımız olan akciğerler her türlü tozun, dumanın, virüsün ve bakterinin saldırısına açık durumda olduğundan akciğerlerle ilgili ölçümlerde kullanılacak her cihaz filtreleme işlemleri açısından gerekli tedbirler alındıktan sonra kullanılmalıdır.

Akciğer kapasitesinin hesaplanmasında, mekanik yollarla solunum desteği sağlanmasında, akciğer simülörlerinde ve bilgisayar modellemeleri yardımıyla yeni bilimsel gelişmeler için yapılan ar-ge çalışmalarında “ölçüm” önem kazanır. Eğer bir akciğer simülörü yapıyorsanız, solunan havanın debisi ve hava yolu basınç değerlerinin insan fizyolojisinin sınırlarını aşmadığını ve akciğerde bronşçukların sonlandığı küçük kese şeklindeki boşlukların sonu olan alveollerin belirli bir hava kapasitesinin olduğunu hesaba katmış olmalısınız. Normal bir insan dakikada 14-16 kere soluk alıp verir, eğer solunum mekanik olarak sağlanacaksa cihazın üzerindeki debiölçerlerin uygun ve kalibreli olması siz farkında olmasanız bile doktorlar, cihaz üreticileri ve metrologlar açısından büyük önem taşır.

Solunum ölçümlerinde kullanılacak cihazlar geliştirilirken bütün testleri insan akciğerinde denemek mümkün değildir, bu iş için akciğer simülörleri kullanılır. Bu amaçla akciğerin fiziksel ve mate-





Lazer Doppler yöntemi ve bu yöntemle çıkarılmış bir kan akış haritası

Biyolojik işaretler

Elektrik kökenli olanlar

EKG

EMG

EEG

Elektrik kökenli olmayanlar

Kan basıncı

Kalp sesleri

Vücut sıcaklığı °C

Elektrik kökenli bazı biyolojik işaretlerin açılımı ve elde edilme yerleri:

EKG: Elektrokardiyogram → kalp
 EMG: Elektromiyogram → kas
 EEG: Elektroensefalogram → beyin
 ENG: Elektronörogram → sinir
 EGG: Elektrogastrogram → mide-barsak
 ERG: Elektoretinogram → retina



1974 yılında Ankara'da doğan Hakan Kaykısızlı, 1996 yılında ODTÜ Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 1998 Ekim ayında TÜBİTAK UME'de Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmaya başladı. Gaz ve su sayaçları debi ve hız kalibrasyon sistemlerinin kurulmasında görev aldı ve aynı zamanda kalibrasyon, uluslararası karşılaştırmalar, eğitim, danışmanlık, kalite ve solunum cihazları debi kalibrasyonları ile ilgili proje çalışmaları sürdürmektedir.

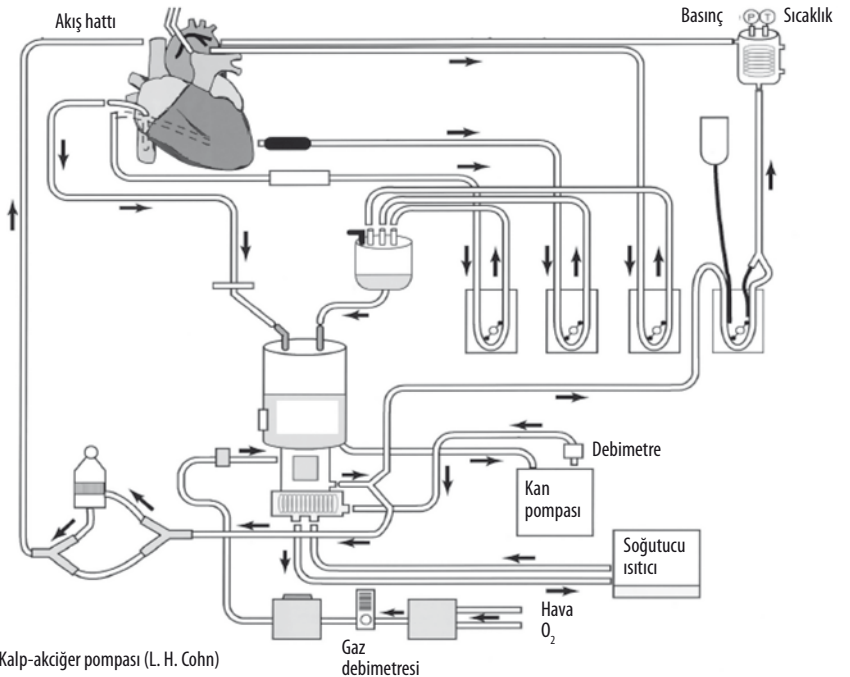
matiksel modellerini net olarak ortaya koyabilmek için araştırmalar devam ediyor.

Geçmiş zamandan günümüze tıp teknolojileri hızlı ilerlemeler kaydetmiş ve çeşitli organların işlevlerini yerine getirecek makineler geliştirilmiştir. Hastanelerde bazı ameliyatlarda kullanılan kalp-akciğer pompasına baktığımızda, kan akışını sağlayan bir pompa kullanıldığında ve yeterli hava sağlandığında (yani kanımız aktığı ve nefes aldığımız sürece) yaşamla bağımızın biyolojik olarak kopmadığını görüyoruz, tabii ki sistem üzerindeki algılayıcılar doğru değerleri gösterdiği sürece...

Tıbbi cihaz üreticileri, bir cihaz yaparken mutlaka vücuttaki veya hücredeki fiziksel bir etkiyi baz alırlar. Bu değişkenleri elektrik kökenli olanlar ve olmayanlar olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Tıbbi cihazların geliştirilme amacı, bu etkileri saptayacak en hassas algılayıcılar ve teknikler yardımıyla en doğru teşhis için doktorlara yardımcı olmaktır.

Tıp alanında kullanılan cihazların kalibrasyonları ve doğruluk testleri insan sağlığını yakından ilgilendirir. Birer teşhis cihazı olan EKG (elektrokardiyogram) ve tıbbi görüntüleme teknikleri olarak bilinen MRI (manyetik rezonans görüntüleme), ultrason, tomografi gibi yöntemler veya ventilatör, spirometre gibi solunum cihazlarından elde edilen bilgilerin doğruluğu güvence altına alınmadığı sürece, sonuçlara şüpheyle yaklaşmak kaçınılmaz olacaktır.

Üniversitelerin ilgili birimlerinin ve biyomedikal cihaz üreticilerinin yanı sıra TÜBİTAK UME de bu konuda üzerine düşeni yapmak üzere çalışmalarına başlamıştır; endüstride, laboratuvarlarda ve hatta evlerimizde kullanılan gaz sayaçlarının kalibrasyonları için ve ayrıca solunum cihazlarının kalibrasyonları ve doğruluk testleri için yöntemler geliştirmek, sistemler kurmak üzere çeşitli planlar yapılmaktadır.



Kaynaklar
 Bronzino, J. D., *Medical Devices and Systems*, CRC Press, 2006.

Bronzino, J. D. (ed), *The Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press, 2000.