

GELİŞEN SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ VE BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

Tansel Uyar

tuyar@baskent.edu.tr

Başkent Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

Modern Sağlık Sisteminin Evrimi

1900'ler öncesinde tıp dünyasının, insanlığa sunabildikleri, hekim, hekimin eğitimi ve hekime ait "siyah küçük çanta" ile sınırlıydı. Genel olarak, hekimler sınırlı kaynaklara sahipti. Buna karşılık, tıp eğitimi edinebilmenin maliyeti oldukça düşük olmakla birlikte sağlık hizmetlerine gösterilen talep de bir o kadar azdı. Hekimlerin verdiği sağlık hizmetleri, toplum içindeki tecrübe edinmiş amatörler tarafından da sağlanabilmekteydi. Çoğu sağlık hizmeti evlerde gerçekleştirilmekte, zorunlu olmadıkça hastaneler tercih edilmemekteydi. Ayrıca çoğu hasta da evlerde kaderlerine terk edilmekteydi.

Tıp bilimindeki olağanüstü değişikliklerin temeli, bu yüzyılın başında uygulamalı bilimlerdeki (kimya, fizik, mühendislik, mikrobiyoloji, fizyoloji, farmakoloji vb.) muhteşem buluşlara dayanmaktadır. Bu gelişim süreci, yoğun bir disiplinler arası iletişimle karakterize edilirken, hastalıkların teşhisi ve tedavisi için geliştirilen tekniklerde tıbbi araştırmalar açısından dev adımların atıldığı bir ortam sağlandı. Örneğin, 1903'te, Hollandalı bir fizyolog olan Willem Einthoven, kalbin elektriksel aktivitesinin izlenebilmesine olanak sağlayan ilk elektrokardiyografi cihazını tasarladı. Biyolojik işlemlerin analizinde, fizik alanındaki buluşların uygulanmasıyla, kardiyovasküler tıp ve elektrofizyolojik ölçüm tekniklerinde yeni bir dönem başlatılmış oldu. Tıp bilimindeki yeni keşifler, zincirleme bir reaksiyondaki ara maddeler gibi birbirini izledi. Bununla birlikte, klinik tıbbın en önemli yeniliği, x-ışınlarının geliştirilmesiydi. 1985'te W. K. Roentgen tarafından tanıtılan bu "yeni ışınlar", "insanoğlunun içini" tıp bilimi için ince-enebilir hale getirdi. Başlangıçta kemik kırıklarını ve çatlaklarını teşhis etmekte x-ışınları kullanılırken, x-ışını üreten makinelerin kullanımı çoğu şehir hastanesinde yaygın hale geldi. Radyoloji bilimine ait farklı bölümler oluşturuldu ve bu branşlaşma, hastaneler içinde yer alan diğer bölümleri de etkiledi. 1930'larda vücuttaki hemen hemen tüm organ sistemlerinin x-ışını ile görüntülenmesi, baryum tuzları ve çok çeşitli radyo-opak materyalin kullanımı ile mümkün hale getirildi.

Ekonomik nedenlerden ötürü sağlık hizmetlerinin merkezleşmesi, medikal alandaki önemli teknolojik yenilikler nedeniyle gerekli hale gelmişti. Bununla birlikte, hastaneler korku veren kurumlar olarak görülmekte ve 1930'ların ortalarında sülfanilamid ile 1940'ların başında penisilin ortaya çıkmasına kadar, hastanede yatış tehlikesi, yani hastalar arasında enfeksiyon geçişi önemli bir problemdi. Cerrahlar cephaneliklerindeki bu yeni ilaçlarla ameliyatlarını, enfeksiyona bağlı hastalığa yakalanma ve ölüm olmadan gerçekleştirebildiler. Ayrıca, 1900 yılında farklı kan grupları ile uyumsuzlukları keşfedilmiş ve pıhtılaşmayı önlemek için 1913 yılında sodyum-sitrat kullanılmış olmasına rağmen, teknolojinin yeterli soğutma sağladığı 1930'lara kadar kan bankalarının kurulması ve gelişimi pek mümkün değildi. O zamana kadar, "taze" bağışçılar kullanılarak kan hala sıcakken transfüzyon işlemleri gerçekleştirildi.

Ameliyathaneler kurulduktan sonra, özel olarak tasarlanmış tıbbi teknoloji araçlarının kullanılması, karmaşık cerrahi prosedürlerinin geliştirilmesinde yardımcı oldu. Örneğin, 1927'de "Drinker" solunum cihazı, 1939'da ise ilk kalp-akciğer by-pass'ı tanıtıldı. 1940'larda kardiyak kateterizasyon ve doğuştan ya da sonradan edinilmiş kalp rahatsızlıklarının x-ışını görüntülenmesi için anjiyografi gibi büyük ölçüde medikal teknolojilere bağlı prosedürler mümkün hale geldi. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, üstün silah sistemlerinin geliştirilmesi ile uzayda ve okyanus tabanında habitatların kurulması çalışmalarındaki uğraşlar, teknolojik gelişmeleri teşvik etmiştir.

Sağlık Teknolojilerindeki Devrimler

İkinci Dünya Savaşı sonrasında hızla gelişen teknolojik buluşlar sayesinde medikal cihazlar ve medikal cihazların tıptaki kullanım alanları çeşitlenmiştir. Bu teknolojilerin gelişimiyle tıpta ve medikal cihazlarda çığır açan bazı devrimsel buluşlardan örnekler şu şekildedir:

- Katı hal elektronikindeki ilerlemeler, merkezi sinir sisteminin temel birimi nöron davranışlarının haritalanmasının yanı sıra, yoğun bakım ünitelerindeki hastaların elektrokardiyogramı gibi çeşitli fizyolojik parametreleri de gözlemlemeyi mümkün kıldı.
- Yeni protez aygıtlar, engelli hastaların yaşam kalitelelerini araçlarla iyileştirmeye çalışan mühendislerin yeni hedefleri haline geldi.
- Çeşitli fizyolojik anomalilerin tespiti ve tedavisinde güçlü ve etkili bir yaklaşım olarak ortaya çıkan nükleer tıp hızla yaygınlaştı.
- Çoğu ultrasonik çalışmada kabul görmüş sonar teknolojisine dayanan tanısal ultrason, tıpta birçok uzmanlık alanında rutin bir tanılama yöntemi haline aldı.
- Organ nakil ameliyatları yaygın hale geldi. Yapay kalp kapakçıkları ve yapay kan damarları gibi kalp destek cihazlarının kullanımı teşvik edilirken, hasarlı ya da hastalıklı insan kalbinin yerini alabilmesi için yapay kalp çalışmaları başlatıldı.
- Materyallerdeki ilerlemeler sayesinde iğneler ve termometreler gibi tek kullanımlık tıbbi cihazların yanı sıra nakledilebilir ilaç dağıtım sistemleri geliştirildi.
- İlk bilgisayar tabanlı medikal cihaz, bilgisayarlı aksiyal tomografi tarayıcının geliştirilmesi, manyetik rezonans görüntüleme ve pozitron emisyon tomografisini de içeren girişimsel olmayan tanısal görüntüleme yöntemlerine yönelik klinik yaklaşımları değiştirdi.
- Epileptik nöbetlerin saptanması ve önlenmesi için nöral uyurucu sistemler kullanıldı.
- Yapay organlar ve dokular üretildi.

Biyomühendis ve Biyomedikal Mühendisi Karmaşası

Biyomühendislik genellikle biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ile yakından ilişkili ve araştırma odaklı bir faaliyet olarak tanımlanmaktadır. Temelde, faydalı amaç-

larla bitki ve veya hayvan hücrelerinin (ya da hücre içi yapıların) iyileştirilmesi ya da yeni mikroorganizmaların geliştirilmesini hedefler. Gıda endüstrisinde mayalamada kullanılan maya suşlarında gerçekleştirilen iyileştirmeler akla gelebilecek ilk örneklerdendir. Bilinen bir başka örnek ise tarımda, don zararının azaltılması için bitkilerin mikroorganizmalar ile işlenip mahsul verimi artırılmaktadır. Örnek uygulamalar düşünüldüğünde geleceğin biyomühendislerinin insan hayatı kalitesi üzerinde muazzam bir etkisi olacağı açıktır. Biyomühendislik uygulamalarından bazıları şu şekilde özetlenebilir:

- Gıda üretimi için iyileştirilmiş bitki ve hayvan türlerinin geliştirilmesi
- Hastalıklar için yeni tıbbi tanı testlerinin icadı
- Klon hücrelerinden sentetik aşı üretimi
- İnsan, hayvan ve bitki yaşamını, toksik maddeler ve kirlenmelerden korumak için biyoçevre mühendisliği uygulamaları
- Protein-yüzey etkileşimi çalışmaları
- Maya ve hibridoma hücrelerinin büyüme kinetiğinin modellenmesi
- Tutuklanmış enzim teknolojisi araştırmaları
- Terapötik proteinlerin ve monoklonal antikorların gelişi

Öte yandan, biyomühendislerle sıklıkla karıştırılan *biyomedikal mühendisleri* ise, biyolojik sistemleri anlamak veya kontrol etmek için elektrik, mekanik, kimyasal, optik ve diğer mühendislik ilkelerini uygular. Ayrıca fizyolojik fonksiyonları izleyebilen ve hastalarda tanı ile tedaviye yardımcı olabilecek ürünleri tasarlayıp üretebilirler. Biyomedikal mühendisleri bir hastane veya klinikte çalıştıklarında ise klinik mühendisleri olarak da adlandırılırlar.

Biyomedikal mühendislerinin etkinliği ve medikal alandaki katkıları yıllar içerisinde hızla artmıştır. Bu alan, 1950'li ve 1960'lı yıllarda daha geniş kapsamlı bir dizi faaliyette bulunabilmek amacıyla öncelikle tıbbi araçların geliştirilmesi ile ilgilenmiştir. Yıllar içerisinde her biri ayrı kariyer alanı olarak nitelendirilebilecek biyomedikal mühendisliğin alt dalları aşağıda özetlenmiştir:

- Mühendislik sistemi analizinin (fizyolojik modelleme, simülasyon ve kontrol) biyolojik problemlere uygulanması.

- Fizyolojik sinyallerin saptanması, ölçülmesi ve izlenmesi (diğer bir deyişle biyosensörler ve biyomedikal enstrümantasyon).

- Fizyolojik verilerin (EKG, EMG, EEG, Solunum, Puls oksimetre) sinyal işleme teknikleri ile tanısal yorumlanması.

- Terapötik ve rehabilitasyon prosedürleriyle cihazların geliştirilmesi (rehabilitasyon mühendisliği).

- Fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremeyen organların yerini alabilecek cihazların geliştirilmesi (yapay organlar).

- Hastaya ilişkin verilerin bilgisayar ortamında analizi ve klinik karar verme uygulamaları (tıbbi bilişim ve yapay zeka).

- Tıbbi görüntüleme, yani anatomik detay veya fizyolojik fonksiyonun grafik görüntüsü.

- Yeni biyolojik ürünlerin (biyoteknoloji ve doku mühendisliği teknikleri kullanılarak) üretilmesi.

- Vücutta kullanılacak yeni malzemelerin geliştirilmesi (biyomalzemeler).

Tüm bu alt uygulama alanları göz önünde bulundurulduğunda, biyomedikal mühendisliği için, teorik, deneysel olmayan girişimlerden tutun da modern uygulamalara uzanan disiplinler arası bir mühendislik dahi denebilir. Günümüzde biyomedikal mühendisliği alanı, makul bir maliyetle yüksek kaliteli medikal bakım sağlamak için devam eden savaşta umut sunabilecek gözde bir mühendislik dahi haline gelmiştir.

Kaynaklar

Bronzino, J. D. (Ed.). (1999). *Biomedical engineering handbook* (Cilt: 2). USA: CRC Press.

Kline, J. (Ed.). (2012). *Handbook of biomedical engineering*. USA: Academic Press, Inc.

Kutz, M. (2003). *Standard handbook of biomedical engineering and design*. New York: McGraw-Hill.

Kutz, M. (2009). *Biomedical engineering and design handbook (Cilt: 2): Biomedical engineering applications*. New York: McGraw-Hill Professional.