

BİYOMEDİKAL ve KLİNİK MÜHENDİSLİĞİNDEKİ GELİŞMELER

Ahmet TURKMEN*

1.Biyomedikal Mühendisliği

Biyomedikal mühendisliği sağlık problemlerini çözmek için elektrik, makine, kimya, bilgisayar mühendisliği gibi bir çok mühendislik dalına ait kavram, bilgi ve yaklaşımların uygulanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, bu dalda kariyer yapmak isteyenler için sağlık personeli ve mühendislerin karşılıklı etkileşimini gerektiren, disiplinlerarası çok farklı özellikte fırsatlar mevcuttur.

Biyomedikal mühendislerinin çalışma konuları 7 ana bölüme ayrılabilir:

1. Mühendislik sistem analiz ve modelleme tekniklerini (bilgisayar simülasyonu) biyoloji ve tıp problemlere uygulamak,
 2. Fizyolojik sinyallerin ölçülmesi ve gözlemlenmesi,
 3. Biyoelektrik verilerin sinyal işleme teknikleri kullanılarak tanı amacıyla yorumlanması,
 4. Tedavi ve rehabilitasyon işlemleri ve cihazları geliştirmek,
 5. Vücut fonksiyonlarını yerine getirmede yardımcı olacak protez vb. ilave parçalar tasarlamak,
 6. Hastayla ilgili bilgilerin bilgisayarla analizi,
 7. Tıbbi görüntüleme- anatomik detayların ve fizyolojik fonksiyonların görüntülenmesi
- Biyomedikal mühendislerinden katkıda bulunmaları beklenen tipik işlerden bazıları şunlardır :

- İnsan fizyolojisi ile ilgili araştırmalar için cihaz tasarımı
- Astronotların gözlenmesi ve uzayda hayatın sürdürülmesi,
- Vücuda takılacak yapay organ veya cihazlar üzerine inceleme,
- Kan analizinde kullanılacak yeni tanı cihazlarının geliştirilmesi,
- İnsan kalbinin çalışmasının bilgisayarla modellenmesi,
- Tıbbi araştırma verilerinin analizi için yazılım hazırlanması,
- Tıbbi cihazlardan kaynaklanan zararların hükümet veya müşteri için araştırılması,
- Hayvanların fizyolojik fonksiyonlarının gözlenmesi,
- Tanı amaçlı yeni görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Hastaları gözlemlenmede kullanılacak telemetre sistemlerinin tasarlanması,
- İnsan fizyolojisine ait bir kaç değişkenin ölçülmesini sağlayacak tıbbi sensörlerin tasarımı
- Yapay zeka üzerine araştırmalar yaparak hastalık tanısı için uzman sistemlerin geliştirilmesi
- İlaçların verimli bir şekilde kullanılması için geri beslemeli kontrol sistemleri tasarlamak,
- İnsan vücudundaki fizyolojik sistemlerin modellenmesi,
- Spor tıbbi için cihazlar tasarlamak,
- Dişçiler için yeni malzemeler geliştirmek,
- Sakatlar için bilgisayarlar ve iletişim destekleri geliştirmek,
- Akışkan dinamiği prensiplerini kullanarak, akciğerler ve dolaşımla ilgili hesaplamalar, simülasyonlar yapmak
- İnsan vücudunun mekanizmasını incelemek

2.Klinik Mühendisliği

* Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Yrd. Doç. Dr.

Biyomedikal Mühendisliğin alt dallarından biri olan Klinik Mühendisliğin işlevi ise kısaca mühendislik ve işletmecilik becerilerini kullanarak sağlık bakım teknolojisinin verimli olarak kullanılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda klinik mühendislerinin hedefleri şöyle özetlenebilir.

1. Hastanelerde doktorlarla beraber çalışarak hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılan cihaz ve metotların en etkin olarak kullanılmasını sağlamak,
2. Hastanelerde tıbbi cihazların normal ölçüde ve sürede kullanılmasını temin etmek,
3. Sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılmasına ve hasta başına düşen maliyetin düşürülmesine katkıda bulunmak,
4. Yüksek teknolojinin sağladığı imkanları kullanarak, yeni cihaz ve tıbbi uygulamalara ait araştırmalarda doktorlara ve tıbbi cihaz endüstrisine katkıda bulunmak.

Günümüzde ileri teknoloji ürünü cihazların hastanedeki bütün bölümlerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmış olması, klinik mühendislik birimlerinin kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Klinik Mühendislerinin yapmaları beklenen tipik işler şunlardır:

- Klinik mühendisleri ve biyomedikal teknikerlerinden oluşan hastane klinik mühendisliği bölümünü yönetmek,
- Tıbbi teknolojilerdeki yenilikleri takip ederek cihaz alımlarının planlanması ve cihaz seçimine katkıda bulunmak,
- Tıbbi cihaz ve sistemlerin tasarım ve onarımı ile cihaz ve sistemlerde değişikliklerinin yapılması,
- Tıbbi cihazların kalibrasyon ve onarım hizmetlerinin makul maliyetle yapılmasını sağlamak,
- Tıbbi cihazların emniyet ve performans testlerinin biyomedikal teknikerleri tarafından yapılmasını organize ve kontrol etmek,
- Yeni veya bakım/onarımdan dönen bütün parçaların, cihazların ve sistemlerin kontrolünü yapmak,
- Bütün cihaz ve ekipman için performans kontrol kriterleri tespit etmek,
- Tıbbi cihazların envanterini kontrol etmek,
- İlgili dış alımlar ve hizmetlerin koordinasyonunu sağlamak,
- Tıbbi cihaz ve sistemlerin verimli kullanılması konusunda tıp personeli eğitmek,
- Mühendislik becerilerinin klinik ortama uygulanması; örneğin tıbbi cihazların yapı ve işlevlerinin klinik araştırmaların gerektirdiği şekilde değiştirilmesi, noninvasive ölçüm/kayıt sistemlerinin değerlendirilmesi,
- Tıbbi bilgisayar uygulamalarına destek,
- Tıbbi teknolojinin kullanıldığı ameliyat, yoğun bakım gibi ortamların planlanmasına destek,
- Hastane dışı kuruluşlara akreditasyon/lisans kuruluşlarına verilmesi gereken dokümanların hazırlanıp verilmesini sağlamak

Hastanelerde klinik mühendisliği bölümlerinin kurulması mühendislik ve tıp meslekleri arasında karşılıklı önemli etkileşim imkanları sağlamıştır. Mühendisler için bu meslek becerilerini kullanabilecekleri yeni alanlar sağlamıştır. Hastaneler ve tıpçılar için ise teknolojik imkanları daha etkin ve verimli olarak kullanılması imkanını sağlamaktadırlar.

Ülkemizde, biyomedikal ve klinik mühendisliği görevi elektrik, elektronik, kimya, makine gibi mühendislik dallarından mezun olup bu dalda tecrübe kazanmış ve/veya yüksek lisans yapmış kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde, ODTÜ, Hacettepe, Boğaziçi ve diğer bazı üniversitelerde Biyomedikal mühendisliği dalında yüksek lisans eğitimi yapma imkanı vardır. Şu anda Başkent Üniversitesi'nde Biyomedikal Mühendisliği lisans programı vardır. Ayrıca yaklaşık on üniversitemizde Biyomedikal Cihaz Teknolojisi ön lisans programı vardır. Bu programlardan mezun olanlar hastane ve tıbbi cihaz şirketlerinde

bakım, onarım gibi işlerde çalışmaktadırlar. Son zamanlarda gelişmekte olan tıbbi cihaz üretimi dalında da çalışanlar vardır.

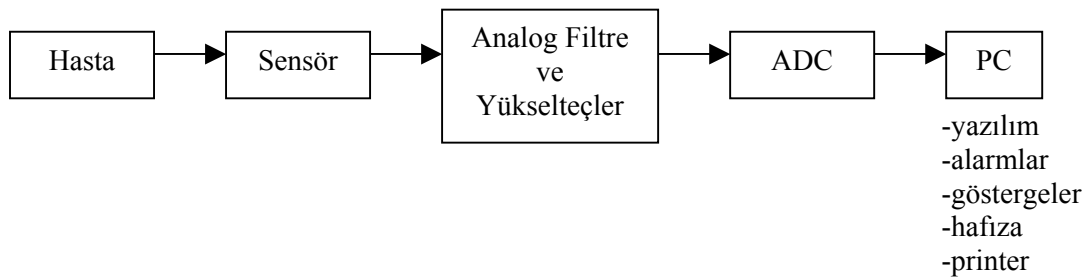
ABD ve diğer gelişmiş ülkelerdeki bu konuyla ilgili gelişmeleri incelemek için www.bmenet.org sitesinden yararlanılabilir. ABD’de çok sayıda üniversitede Biyomedikal Mühendisliği ve Klinik Mühendisliği dallarında lisans, yüksek lisans ve doktora programları ayrıca Biyomedikal Cihaz Teknolojisi ön lisans programı vardır. ABD’de tıp dalında öğrenim yapmak için önce 4 yıllık bir lisans programından mezun olmak gerektiği için biyomedikal mühendisliği lisans programına devam edenlerin bir kısmı daha sonra tıp okumak üzere bu programa devam etmektedir. Bazı üniversitelerde tıp öğrenimi ile beraber biyomedikal mühendisliğinde doktora programını da yürütme imkanı vardır.

3. Biyomedikal/Klinik Mühendisliğindeki Gelişmeler:

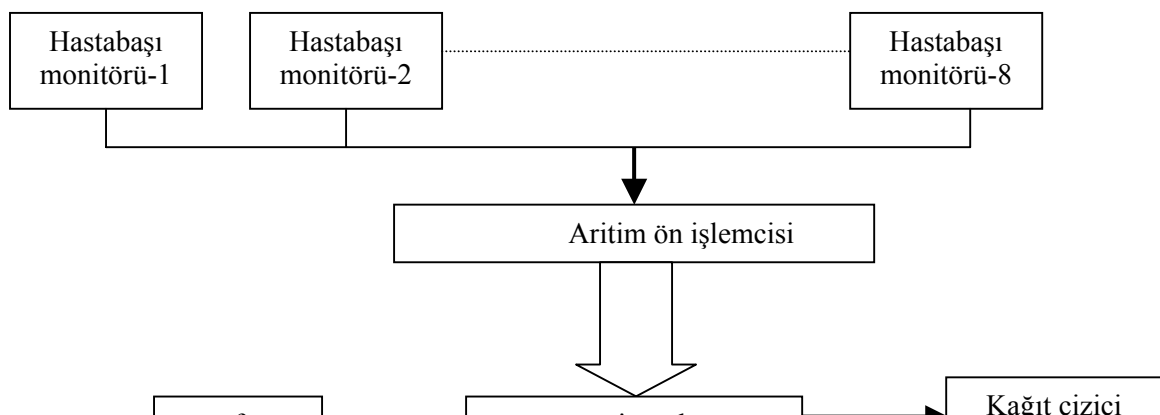
Tıp teknolojisinin bugünkü hale gelmesinde başlangıç sayılabilecek tarihteki en önemli iki gelişme 1895 yılında W.K.Roentgen tarafından X-ışınlarının keşfi ve 1903 yılında Willem Eindhoven’un tarafından ilk elektrokardiografin bulunmasıdır. 1940’lı yıllardan itibaren tıbbi yöntemler teknolojiye bağımlı hale gelmiştir. Geçen yıllar içerisinde elektronik, biyomalzeme, bilgisayar, nükleer enerji, görüntüleme gibi bilim ve teknoloji dallarındaki gelişmeler tıp teknolojisini de önemli ölçüde şekillendirmiştir. Bugün hemen hemen her türlü sağlık hizmeti son derece teknolojiye bağımlı hale gelmiştir.

Son 20 yıldaki gelişmelerin en önemlisi ise cihazların çoğunun bilgisayar tabanlı cihazlar haline dönüşmüş olmasıdır. Örneğin, ECG, EMG, EEG gibi hasta ölçüm ve kayıt cihazları Şekil 1’de görülen bloklardan oluşmuştur. Sensör elektrotlar, sıcaklığa hassas bir eleman, oksijen sensörü vb. olabilir. Analog filtreler, elektrik şebekesinden, etraftaki elektrik ve manyetik alanlardan veya hasta vücudunda bulunan diğer kaynaklardan gelen gürültüleri atmak içindir. Analog/sayısal dönüştürücü (ADC) sürekli sinyali belli aralıklarla örnekleyip bilgisayara aktarmaktadır. Bilgisayarda bulunan yazılım ve donanımla sinyallerin izlenmesi, alarmlar, gerektiğinde sinyallerin kağıda çizilmesi ve bilgisayar hafızasında saklanması mümkün olmaktadır. Şekil-2’de bir merkezi hasta gözlem (monitoring) sisteminin blok diyagramı görülmektedir. Bu sistemde de hastalara ait ölçümler bir ana bilgisayara aktarılmakta, her türlü gözlem, merkezi bir noktadan yapılabilmektedir.

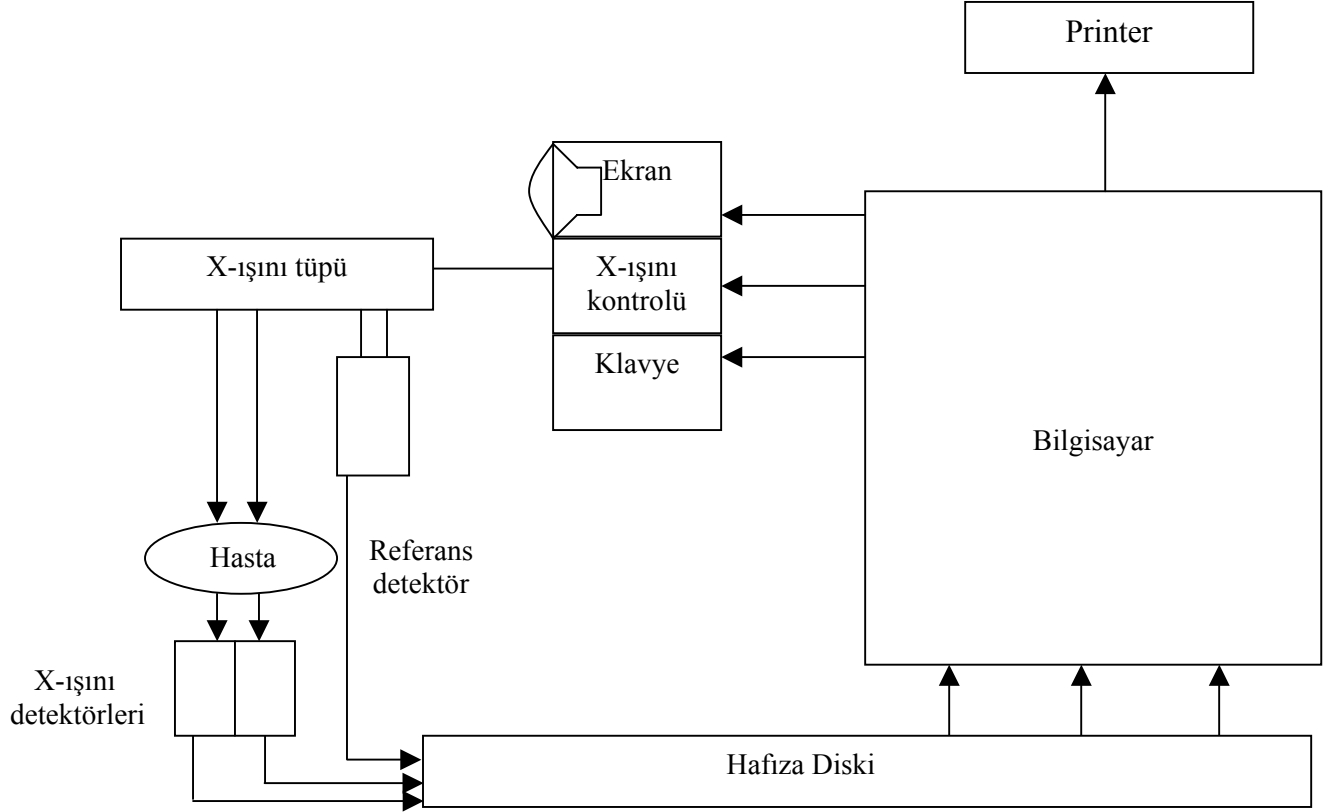
Bilgisayar teknolojisi klinik laboratuvar, tıbbi görüntüleme sistemleri ve diğer tıbbi cihazlarda da önemli değişikliklere yol açmıştır. Şekil-3’te bir bilgisayarlı tomografi cihazını oluşturan bloklar görülmektedir. Bu sistemde de x-ışını detektörleri ve bunlara bağlı elektronik devrelerden gelen bilgiler sayısal veriler haline dönüştürüldükten sonra diske aktarılmakta, bilgisayardaki yazılımla gerçekleştirilen bir çok karmaşık matematik işleminden sonra bu veriler görüntüye dönüştürülmektedir.



Şekil-1 Bilgisayar tabanlı bir hasta ölçüm/kayıt cihazı



Şekil-2 Bir merkezi hasta gözlem (monitoring) sistemi



Şekil-3: Bir bilgisayarlı tomografi cihazını oluşturan bölümler

Bilgisayarların tıbbi cihazların önemli bir parçası olmasının sebepleri şunlardır:

- ADC, DAC, mikroişlemci, hafıza cipleri, iletişim ara elemanları gibi bir çok bilgisayar parçasının düşük maliyetle ve yüksek kaliteli olarak elde edilebilmesi ve yüksek güvenilirlikle çalışması,
- Intel işlemcilerle çalışan mikroişlemciler ve kişisel bilgisayarların yaygın olarak standartlaşmış olması,

- Unix,. Windows gibi az sayıda işletim sisteminin bilgisayar sistemlerinin çoğunluğunda hakim olması ve standart hale gelmesi
- Telli ağlarda TCP-IP kullanılan ethernetlerin son zamanlarda da telsiz ethernet kullanılması,
- Yerel ağlar (LANS) için iletişim standartlarının, internet protokollerinin (IP), ve gelişmekte olan telsiz ağları uygulama protokollerinin (WAP) yaygın ve standart hale gelmesi,
- Radyolojik görüntü paylaşım ve saklama sistemlerinin (PACS) standart olarak kabul görmesi,
- Veri tabanı işletim sistemlerinin (DBMS) standart hale gelmiş olması,
- PC'lerden 'mainframe' bilgisayarlara kadar çok değişik boyut ve kapasitedeki bilgisayarın her türlü işletme ve klinik uygulamaya uygun kullanımı kolay, ucuz ve güvenli sistemler haline gelmiş olması,
- Gelişmiş ülkelerde hasta bilgilerinin güvenli ve verimli olarak saklanma ve gerektiğinde diğer merkezlere nakledilebilme zorunluluğu,
- PC ve internetin işletme ve aile ortamı dahil her yerde yaygın olarak kullanılır hale gelmiş olması,
- Özellikle iş gücünün pahalı olduğu gelişmiş ülkelerde ekonomik baskılar sonucu sistem, teknoloji ve eğitilmiş personele talebin artmış olması

Bilgisayarların tıbbi cihazların bu denli bir parçası haline gelmiş olması biyomedikal/klinik mühendisliği sektöründe çalışacak personelde çok iyi bilgisayar becerilerine sahip olmalarını zorunlu hale getirmiştir.

KAYNAKLAR

1. G.Trigg-editor., "Encyclopedia of Applied Physics ",VCH Publishers, New York, pp.513-438,1991
2. J.D. Bronzino, "Management of Medical Technology", Butterworth Heineman,pp.1-29, 1992
3. Dr .İrfan Karagöz, "Tıbbi Teknoloji Yönetimi", Haberal eğitim vakfı Yayını, 1988
4. Elliot B.Sloane, "The Golden Age of Clinical Engineering:Digital Convergence and IT Partnerships", Biomedical Instrumentation and Technology, pp.95-103, March/April 2001
5. Ted Cohen, "Leadership Challenges in Clinical and Information Technology Services", Biomedical Instrumentation and Technology, pp.123-126, March/April 2002