

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümleri ile Tıp Fakülteleri Arasındaki İşbirliğinin Eğitim ve Sağlık Hizmetlerinin Kalitesine Etkileri

İrfan Karagöz

M.Cengiz Taplamacıoğlu

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara

e-posta: irfankaragoz@gazi.edu.tr

e-posta: taplam@gazi.edu.tr

Özet

Son 20 yılda, yeni teknoloji ve uygulamaların büyük bir hızla gelişmesi tıp alanına da yansımış, tanı ve tedaviye yönelik hizmetlerin yaygınlaşmasının yanı sıra uygunluk, emniyet ve etkinliğe yönelik sorunları da beraberinde getirmiştir. Elektronik ve biyomedikal mühendisleri bu alandaki teknolojik gelişmelerin çekirdeğini oluşturmakta ve bu alandaki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde önemli rol oynamaktadırlar. Elektronik ve biyomedikal mühendisliğinin son teknolojik gelişmelerdeki rolünün önemi direk olarak eğitime de yansımıştır. Günümüzde birçok üniversite ve enstitü bu alanda eğitim imkanı sunmaktadırlar.

Mühendislik ve Tıp Fakülteleri arasındaki işbirliğine bir örnek, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü ile Tıp Fakültesi arasındaki işbirliğidir. Bu amaçla, Tıp Fakültesi bünyesinde Biyomedikal Mühendislik Merkezinin kurulmasına karar verilmiştir. Bünyesinde araştırma ve kalibrasyon laboratuvarlarını da barındıracak olan bu merkezde her iki fakültenin öğrencileri yeni projeler üzerinde araştırmalar yapabileceklerdir.

Abstract

Over the past two decades, an exploding number of new technologies and applications has been introduced into medical field, opening up amazing possibilities for diagnosis and therapy, but also raising questions of appropriateness, safety and effectiveness. Electronic and Biomedical engineers are on the core of these technological improvements and play an essential role in research and development activities in the area. The importance of the role of electronic and biomedical engineering in recent technological advancements is directly reflected in the education. Today, a number of universities and institutions offer opportunities for education in the field.

An example of the relationship between engineering and medicine faculties is the relationship between Gazi University Engineering and Architecture Faculty Electrical and Electronic Engineering Department and Medicine Faculty. For this purpose, it is decided to the establishment of Biomedical Engineering Center in the Medicine Faculty. Students of two faculties will be able to make researches on the new projects in this center which includes research and calibration laboratories.

1. Giriş

20.yüzyılda, birçok alanda olduğu gibi tıp alanında da önemli gelişmeler olmuş, bunun sonucunda da tanı ve tedaviye yönelik hizmetlerin kalitesi büyük çapta artmıştır. 1950’li yıllarda gama kameralar, 1970’li yılların başında bilgisayarlı tomografi ve 1980’li yıllarda manyetik rezonans cihazlarının tıp alanında kullanıma girmesi, 1970’li yıllarda mikroişlemci teknolojisinin kullanılmaya başlaması, hastanelerde kullanılan cihazların nitelik ve niceliğinde değişimlere neden olmuştur. Elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin sonucu olarak yüksek teknoloji ürünü tıbbi cihazlar sayı ve çeşit yönünden hızla çoğalmıştır. Bu kısa süre içinde, bilgisayarlı

tomografi, manyetik rezonans, nükleer tıp ve ultrasonik görüntüleme sistemleri, renkli ultrasonik fiber endoskoplar, çeşitli tipte lazer cihazları ve buna benzer sağlık ile ilgili yeni cihaz teknolojileri ortaya çıkmıştır. Tıbbi cihazların üretim maliyetlerinin düşmesi, ileri teknoloji ürünü tıbbi cihazların daha yaygın olarak kullanılmasını da beraberinde getirmiştir. Bu çerçevede son teknolojileri kullanan hekimler ile bunu üreten teknik elemanlar arasında köprü görevi görecektir, olayları hem hekim hem de mühendislik açısından değerlendirebilecek elemanlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaçlar mühendislik faaliyetini daha da detaylandırmış ve yeni bilim dallarının doğmasına neden olmuştur. Bu dallardan biyomedikal mühendisliği üniversitelerde, araştırma merkezlerinde geniş uygulama alanı bulmuştur. Biyomedikal mühendisliği, biyomedikal sistemlerin analizi ile tanı ve tedavi cihazlarına yönelik araştırma-geliştirme ve tasarım konularını kapsar.

Biyomedikal mühendislik ile ilgili araştırma alanları [1,2]:

- Mühendislik sistem analiz ve modelleme tekniklerinin biyolojik sistemlere uygulanması
- Fizyolojik sistemlerin ölçümü ve monitörize edilmesi
- Biyoelektriksel verilerle ilgili sinyal işleme tekniklerinin tanıya yönelik olarak kullanımı
- Hasta ile ilgili verilerin bilgisayar analizi
- Tedavi amaçlı yöntem ve sistemler
- Tıbbi görüntüleme
- Bilgisayar yardımı ile tanıda bulunma

olarak sıralanabilir.

Tıpta kullanılan ileri teknoloji ürünü cihazlara, onların bakımı, onarımı ve kalibrasyonu açısından yaklaşıldığında, cihazların maliyeti ile orantılı olan bakım-onarım giderleri, cihazların sürekli faal durumda tutulabilmesi, buna karşın işletme maliyetlerinin en aza indirilmesi için teknik açıdan bilgili ve uzman personele ihtiyaç duyulması Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin önemini ortaya çıkarmıştır. Biyomedikal mühendislik hizmetlerinin verimli ve yaygın kullanılmasına yönelik olarak, bu birimler araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yanı sıra, sağlık kurumlarında tıbbi cihaz ihtiyacının tespiti, planlanması, satın alınması, kullanılması, bakım-onarım ve kalibrasyonu, tıp personeline uygulamalarda danışmanlık yapılması gibi konularda hizmet vermektedirler.

Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde tıp fakültesi ile mühendislik bölümleri arasında köprü görevi görecektir olan bu birimlerin varlığı tanı ve tedavi hizmetinin de en az maliyet ve yüksek kalitede yürütülebilmesi için büyük önem taşımaktadır.

2. Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin Genel Yapısı ve İşlevleri

Bu bölümde hastane içinde teşkilatlanması düşünülen Biyomedikal Mühendislik Birimleri tarafından yerine getirilebilecek hizmetler genel hatları ile verilmektedir.

A. Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin Görev ve Sorumlulukları: Mühendis ve teknisyenlerden oluşan bu birimlerin görev ve sorumluluklarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür [1]:

- Hastane bünyesindeki Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin yönetim ve denetimi.
- Biyomedikal konularında araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunmak.
- Tıbbi cihazlar ile ilgili tasarım, değişiklik, bakım ve onarımlar yapmak.
- Tıbbi cihazların kalibrasyon işlemlerini yürütmek, yeni cihazların kalibrasyon işlem basamaklarını hazırlamak ve kalibrasyon faaliyetinin sürekliliğini sağlamak.
- Tıbbi cihazların bakım-onarım hizmetlerinin maliyet analizini yaparak verimliliklerini kontrol etmek.
- Yeni alınan ya da onarımdan gelen cihazların işlevsellik muayenelerini yapmak.
- Tıbbi cihazların envanterini oluşturmak, güncelleştirmek ve sayımlarını yapmak.

- Tıbbi cihaz ve sistemlerin etkin ve emniyetli bir biçimde kullanılabilmesi için ilgili klinik personeli eğitmek.
- Hastanede bulunan tıbbi cihazlara ait teknik şema ve dökümanları arşivlemek.
- Yeni üretilen tıbbi cihazlara ait döküman arşivi oluşturmak.
- Bakım-onarım ve kalibrasyon faaliyetine yönelik olarak yıllık bazda yedek parça ihtiyacını tespit ve tedarik etmek.
- Yeni tıbbi teknoloji ile ilgili planlamalar yapmak ve satın alma öncesi tıbbi cihazlar ile ilgili değerlendirmelerde bulunmak.

B. Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin Yapısı: Birimlerin kuruluş yapılarında, hastane bünyesinde yer alan cihazların büyük bir bölümünün ileri teknoloji ürünü olması ve içerik yönünden birbirlerinden farklı olmaları nedeniyle branşlaşma esas alınmaktadır. Bu birimler başlıca dört kısımdan oluşmaktadır [1]:

- Mühendislik Kısmı
- Elektronik Tıbbi Cihazlar Kısmı
- Mekanik ve Elektro-mekanik Tıbbi Cihazlar Kısmı
- Tedarik Kısmı

C. Kalibrasyon Çalışmaları: Yüksek teknoloji ürünü tıbbi cihazların işlevlerini uluslararası standartlar ile tanımlanan tolerans sınırları içinde tam olarak yerine getirip getirmediğinin saptanması ve belgelenmesi gerekmektedir. Biyomedikal Mühendislik Birimleri bu işlevi yerine getirmek için kalibrasyon faaliyetleri yürütürler. Cihaz işlevlerinin güvenilirliğinin kanıtı anlamına gelen kalibrasyon, hasta bakım kalitesini ve sağlıkta verimliliği doğrudan etkilemektedir [3,4].

D. Bakım-Onarım Çalışmaları: Biyomedikal Mühendislik Birimleri yüksek teknoloji ürünü tıbbi cihazların periyodik bakımlarını planlı bir şekilde yürüterek aşağıda sıralanan unsurları hedeflemelidirler [1,3]:

- Hasta, personel ve ziyaretçilere yönelik olarak oluşabilecek tehlike riskini azaltmak,
- Cihazların arızalı kalma süresini azaltmak,
- Bakımsızlıktan kaynaklanan arızaları önleyerek ilave onarım giderlerinden kurtulmak,
- Cihaz ya da sistemlerde büyük arızalar oluşmadan sorunlar küçükken çözmek.

Planlı bakım faaliyetleri yürütülürken risk unsuru taşıyan sistemleri üç ana grupta toplamak gerekmektedir:Yüksek, orta ve düşük düzeyde risk taşıyan sistemler.

- Yüksek risk taşıyan sistemler, yoğun bakım, hayati idame, tanı ve tedaviye yönelik sistemler olup, hasta bakımında anasal ve ciddi sorunlar oluşturabilir.
- Orta düzeyde risk taşıyan sistemler, arızalanması, hatalı kullanımı ya da bulunmaması durumunda hasta ya da personele ciddi şekilde zarar vermeyen, fakat hasta bakımında sorunlar oluşturan sistemlerdir.
- Düşük risk taşıyan sistemler ise arızalanması, hatalı kullanımı ya da bulunmaması durumunda hasta ya da personele zarar vermeyen, hasta bakımında da en az düzeyde sorun oluşturan sistemlerdir.

Planlı bakım sıklığını etkileyen diğer faktörler ise;

- Klinik uygulama
- Bakım talepleri
- Üretici firma önerileri
- Geçmişte oluşan sorunlar
- Cihazın çalışmamasından kaynaklanan gelir kaybı

- Onarıma ödenmek zorunda kalınan yüksek bedeller olarak sıralanabilir.

Planlı bakıma yönelik denetimler yıl boyunca yapılmalı, denetlemeler sırasında geçmişteki işgücü, diğer birimlere yönelik sorumluluklar ve hasta yoğunluk düzeyleri değerlendirilmelidir.

E. Araştırma ve Geliştirme Faaliyetleri: Biyomedikal Mühendislik Birimlerinin önemli bir işlevi de araştırma ve geliştirmeye yönelik faaliyetlerde bulunmaktır. Biyomedikal mühendisliğinin uygulamaya yönelik araştırma alanları şunlardır [1,2]:

- İnsan fizyolojisi ile ilgili araştırmalar için sistem tasarımı
- Yapay organlarla ilgili yeni materyallerin araştırılması
- Kalbin işlevlerinin bilgisayar yardımıyla modellenmesi
- Tıbbi araştırma verilerinin analizi için yazılım geliştirilmesi
- Hayvanlarla ilgili fizyolojik işlevlerin monitörize edilmesi
- Hastayı monitörize etmek amacıyla telemetri sistemlerinin tasarımı
- İnsanın fizyolojik sistemine ait çeşitli parametreleri ölçmek amacıyla biyomedikal algılayıcıların tasarımı

3. Mühendislik Fakülteleri ile Tıp Fakülteleri Arasındaki İşbirliğinin Uygulama Alanları

Tıp fakültelerinde yürütülen tıbbi araştırmaların teknik açıdan desteklenmesi, tıbbi cihazlarla ilgili sorunların giderilmesi ve klinik ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla araştırma ve geliştirmeye yönelik olarak çeşitli projelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede Tıp Fakülteleri ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümleri arasındaki işbirliği büyük önem taşımaktadır. Gelişmiş ve teknoloji üreten ülkeler dahil tıp teknolojisindeki yenilikler bu işbirliğinin sonucu meydana gelmektedir [5]. Çünkü, çözülmesi gereken sorunlarla tanı ve tedavi hizmetinin verildiği yerlerde karşılaşmakta, ve sorun bu alanda hizmet veren çevreler tarafından belirlenebilmektedir. Sorunun çözümü de disiplinler arası bir anlayışla mühendis ve doktorların işbirliği ile olmaktadır. Biyomedikal mühendislik birimleri, Tıp Fakültesi ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü arasında köprü görevi yapmakta, çözülmesi gereken sorunlar belirlenmekte ve bunlar proje ya da tez konusu haline getirilerek mühendislik bölümü öğrencilerine verilmektedir. Bu işbirliğinin sonucu olarak, tıp fakülteleri bünyesinde her iki disipline yönelik öğrenci ve araştırmacıların çalışabileceği araştırma laboratuvarlarının kurulduğu görülmektedir. Buna örnek olarak, 1971 yılından itibaren bu işbirliğini gerçekleştiren A.B.D.'de John Hopkins Üniversitesi gösterilebilir. Bu laboratuvarlar:

- Kalp mekaniği laboratuvarı
- Kalp-damar sistem laboratuvarı
- Medikal cihazlar laboratuvarı
- Tıbbi görüntüleme laboratuvarı
- Medikal optik laboratuvarı
- Polimerik biyomateryaller laboratuvarı
- Doku mühendisliği laboratuvarı
- Otonomik sinirbilimi laboratuvarı
- İşitme nörofizyolojisi laboratuvarı
- Hücre mühendisliği laboratuvarı
- Sinyal iletimi ve hücreden hücreye iletişim laboratuvarı

olarak sıralanabilir.

4. Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde Biyomedikal Mühendisliği ile İlgili Çalışmalar

Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde 2002-2003 öğretim yılından itibaren biyomedikal cihaz ve sistemler ile tıbbi görüntüleme ve görüntü işlemeye yönelik lisans ve lisansüstü düzeyde dersler verilmeye başlanmıştır. Lisans düzeyinde Biyomedikal Mühendisliğine Giriş ve Tıbbi Görüntüleme Sistemleri dersleri ile biyomedikal cihaz ve sistemler ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Yüksek lisans düzeyinde sayısal görüntü işleme amaçlı dersler verilerek tıbbi görüntülerin bilgisayar ortamında incelenmesi ve bilgisayar yardımıyla tanı hizmetinin verilmesine yönelik çalışmalar için gerekli bilgi birikiminin oluşmasına çalışılmaktadır.

Lisans bitirme projeleri ile mastır ve doktora tezlerinin seçiminde tıp fakültesi bünyesinde çeşitli kliniklerle görüşülmekte onların karşılaştığı sorunlar, sorunun düzeyine göre öğrencilere bitirme projesi ya da mastır-doktora tezi olarak verilmektedir. Bu çerçevede bir adet ısı kontrol sistemi geliştirilmiş, 3 adet lisans bitirme projesi, 4 adet mastır ve bir adet doktora tez konusu belirlenmiş, ayrıca biyomedikal ile ilgili bir adet araştırma projesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi dekanlığına verilmiş bulunmaktadır. Halen, araştırmaya yönelik çalışma alanları;

- Tıbbi görüntüleme ve görüntü işleme
- Bilgisayar yardımı ile erken tanıya yönelik algoritma geliştirme
- Biyoakustik
- Cihaz ya da sistem tasarımı

olarak sıralanabilir.

Araştırma Projeleri:

Hastanın Medikal Ölçüm Bilgilerini Internet Üzerinden Yollayan Taşınabilir Ölçüm Cihazı:

Bu projenin amacı, hastanın tıbbî ölçüm bilgilerinin (EKG verilerini) taşınabilir bir cihaz vasıtasıyla internet üzerinden bilgi depolama sistemine gönderilmesini sağlamak ve bu bilgileri anında veya daha sonra doktorun hizmetine sunmaktır.

Geliştirilen Sistemler:

Hastanede mevcut etüv ve benzeri cihazlara uyarlanabilecek mikroişlemci kontrollü ısı kontrol sistemi geliştirilmiştir.

Lisans Bitirme Projeleri:

- EKG-EMG-EEG sinyallerine yönelik biyopotansiyel yükselteç tasarımı
- Hastanın Medikal Ölçüm Bilgilerini Internet Üzerinden Yollayan Taşınabilir Ölçüm Cihazına yönelik olarak EKG sinyalleri için A/D dönüştürücü tasarımı
- Mamografik kitlelerin bilgisayar yardımıyla tanısı

Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri:

- SPECT ve PET Görüntülerinde İki İzotoplulu Saçılma Düzeltme Teknikleri (Dual Isotope-Scatter Correction Techniques in SPECT and PET Images)
Nükleer Tıpta izotopların farklı zamanlarda ayrı ayrı hastaya verilmesi yerine, farklı iki izotop aynı anda hastaya verilmek suretiyle SPECT ve PET sistemlerinin optimal kullanılması sağlanacak, cihazların kullanım verimliliği %50 arttırılacaktır.
- Mamografi Görüntülerinde Mikrokalsifikasyonların Bilgisayar Yardımıyla Tanısı: Yapay Sinir Ağları ile Örüntü Tanıma (Computer Aided Diagnosis of Mammographic Microcalcifications: Pattern Recognition with an Artificial Neural Network)
Geliştirilecek bu algoritma, radyolojide meme kanserlerinin bilgisayar yardımıyla erken tanısında önemli bir rol oynayacaktır.
- Göğüs Filmlerindeki Anormalliklerin Otomatik Belirlenmesi (Automatic Detection of Abnormalities in Chest Radiographs)

Göğüs filmlerindeki anormalliklerin bilgisayar yardımıyla otomatik olarak belirlenmesini hedefleyen bir algoritma geliştirilecektir.

- Ses Sinyallerinin Çok Çözünürlüklü Değişimi (Multiresolutional Modification of Speech Signals) İşitilemeyen konuşma frekans bileşenlerinin işitilebilir bölgelere kaydırılmasını ve işitme kayıplarının en aza indirilmesini hedefleyen bir algoritma geliştirilecektir.
- Ultrasonik Dalgaların Fetüs Üzerinde Oluşturabileceği Semptomların İncelenmesi Amacıyla Hayvanlar Üzerinde Frekans, Vuru Tekrarlama Hızı, Uygulama Zamanı ve Basınç gibi Faktörlerin Etkilerine Yönelik Deneyler yapılarak sonuçlar değerlendirilecektir.

5. Sonuç

Bu işbirliğinin sonucunda, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğrencileri teorik bilgilerin pratik olarak nasıl değerlendirildiğini öğrenecek, gerçek sorunları çözmeye yönelik proje ve tezlerle uğraşacak, yeni sistem ve cihazların tasarımını yapmaya yönelik olarak gerekli tıbbi bilgi birikimine sahip olacaklardır. Bu öğrenciler mezuniyet sonrası, mühendislik ve biyoteknoloji endüstrilerinde, araştırma laboratuvarlarında, tıbbi cihaz ve sistem tasarımına yönelik birimlerde, biyomedikal mühendislik merkezlerinde çalışma imkanı bulabileceklerdir. Tıp Fakültesi öğrencileri ise, teknolojinin seçiminde en optimal kararı vermeyi, karşılaştıkları sorunların çözümünde mühendislerden nasıl yararlanacaklarını, tanı ve tedavide kullanılan cihaz ve metotları etkin olarak kullanmayı öğreneceklerdir.

Tanı ve tedavi hizmeti veren birimler açısından ise, sağlık hizmetlerinin kalitesi artacak ve hasta başına düşen maliyet azalacaktır. Yeni cihaz ve tıbbi uygulamalara ait araştırmalar yardımıyla hekimlerin teknik sorunları giderilebilecek, karşılaşılan sorunların çözümünde de teknolojinin satın alınması yerine gerekli araştırma faaliyetleri sonucu uygun sistemlerin geliştirilmesi sağlanacaktır.

Kaynakça

- [1]. Karagöz İ., Tıbbi Teknoloji Yönetimi. Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, Türkiye, 1998.
- [2]. Bronzio J.D., Management of Medical Technology. Butterworth-Heinemann Inc., A.B.D., 1992.
- [3]. Karagöz İ., “Hastanelerde Kullanılan Tıp Teknolojilerine Klinik Mühendisliğinin Etkileri”, Tıp ve Hastane Alanındaki Fransız Teknolojileri, Türk-Fransız Semineri, 1998, İstanbul, s. 44-55
- [4]. Karagöz, İ., “Hastane Organizasyonu İçinde Biyomedikal ve Klinik Mühendisliği Birimlerinin İşlev ve Önemi”, Sağlık Hizmetlerinde Toplam Kalite ve Performans Ölçümü Sempozyumu, 1996, Ankara.
- [5]. Tanyolaç N., “Türkiye’de Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi ve Biyomedikal Mühendislerin Tıp Teknolojisine Katkıları”, Biyomedikal Müh. Ulusal Toplantısı BİYOMUT’94 Bildiriler Kitabı, Boğaziçi Üniversitesi, 1994, İstanbul, s. 114-116.
- [6]. Clark T., “Computerized Engineering Maintenance Systems”, Biomed. Tech. Today, 1: 42-47, 1986.