

Tıbbi Teknolojiye Yönelik Ürün Geliştirilmesinde Tıp ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Eğitimlerinin Ortak Çıktıları

¹İrfan KARAGÖZ

²M.Cengiz TAPLAMACIOĞLU

Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
06570, Maltepe, Ankara

¹irfankaragoz@gazi.edu.tr

²taplam@gazi.edu.tr

Özet

Son 30 yılda, yeni teknoloji ve uygulamaların büyük bir hızla gelişmesi tıp alanına da yansımış, bu durum, tanı ve tedaviye yönelik hizmetlerin yaygınlaşmasının yanı sıra uygunluk, emniyet ve etkinliğe yönelik sorunları da beraberinde getirmiştir.

20 nci yüzyılda teknolojik yenilikler tıp alanını büyük ölçüde etkilemiş, bu alanın yeniden şekillenmesine neden olmuştur. Tıbbi teknolojideki ilerlemenin sonucunda bulunup geliştirilen ve rutin olarak kullanılan çok sayıda ileri teknoloji ürünü cihaz mevcurlarıyla değiştirilmiş, tanı ve tedavi hizmetlerinin daha kaliteli ve uygun maliyetle gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

Tıp personeli ile etkileşim halinde olan elektronik ve biyomedikal mühendisleri bu alandaki teknolojik gelişmelerin çekirdeğini oluşturmakta ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinde önemli rol oynamaktadırlar.

Tıp Fakülteleri ile Mühendislik Fakülteleri arasındaki işbirliği biyomedikal alanında üniversite-sanayi işbirliğinin ilk aşamasını oluşturması ve sonrasında teknokent yapılanması ile bu alanda üretime yönelik önemli sonuçlar elde edilebilecektir.

Abstract

Over the past three 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.

In the 20th century, technological developments are increasingly affected by the medical field and are caused to rearrange of this field. As a result of these developments in the medical technology, a lot of new high-tech equipments are replaced with existing equipment in order to continue providing high-quality, cost effective services that meet expanding standards of care.

Electronics and biomedical engineers who are studying with the related medical staff are on the core of these technological improvements and play an essential role in research and development activities in the area.

The co-operation between Engineering and Medicine Faculties is the first step of the university - industry co-operation in the biomedical field. Then, the important results related to industrial products will be obtained as an application of this successful co-operation with the technopolis organisation.

1. Giriş

20.yüzyılda teknolojik gelişmeler tanı ve tedavi hizmetlerinin sunum şeklini ve kalitesini önemli ölçüde etkilemiş olup, tıp alanını yeniden şekillendirmiştir. Tıp sanatının uzun bir geçmişi olmakla birlikte, bilhassa bu yüzyılda görülen tıbbi teknolojideki gelişmeler tanı, tedavi ve rehabilitasyon amaçlı çok sayıda cihazın geliştirilmesini ve kullanıma sunulmasını sağlamış, bunun sonucunda da belirli hastalıkların tedavisinde önemli başarılar sağlanmıştır. Günümüzde, modern hastaneler teknoloji ağırlıklı sağlık bakım hizmeti veren kuruluşlar haline gelmişlerdir.

Tıbbi cihazlarda son yıllarda meydana gelen teknolojik gelişmelerin hızlanması, buna karşın üretim maliyetlerinin zaman içinde makul seviyelere düşmesi, beraberinde ileri teknoloji ürünü tıbbi cihazların

daha yaygın olarak kullanılması sonucunu getirmiştir. Tıbbi cihaz teknolojisinde meydana gelen gelişmelerin sonucunda yeni sistemler, yeni tanı yöntemleri ve tedavi prosedürleri ortaya çıkmıştır. Tıp alanında gerçekleştirilen teknolojik gelişmelerin sonucunda tanı ve tedaviye yönelik hizmetlerin kalitesi de büyük çapta artmıştır.

Son 30 yıldır, gerek elektronik sanayii gerekse bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin sonucu olarak ileri teknoloji ürünü tıbbi cihaz ve sistemler sayı ve çeşit olarak çok artmıştır. Çok kısa zaman sürecinde;

- Bilgisayarlı Tomografi ve Kardiyolojik Amaçlı Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (Multi-Slice CT) Görüntüleme Sistemleri,
- Yüksek Tesla değerine sahip MR Görüntüleme Sistemleri,
- Fizyolojik Görüntüleme Amaçlı PET (Positron Emission Tomography) Görüntüleme Sistemleri ve Gama Kamera gibi diğer Nükleer Tıp Görüntüleme Sistemleri,
- Ultrasonik Görüntüleme Sistemleri,
- PACS (Picture Archiving and Communication Systems) Görüntü Arşivleme ve İletme Sistemleri

gibi ileri sağlık teknolojileri tanı ve tedavi hizmetlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde sağlık harcamaları toplamı GSMH'nın % 6.4-6.6'sı kadardır. Sağlık harcamalarında Kamunun payı % 62.9 (Merkezi Hükümet: % 28.0, Belediyeler: % 5.6, Sosyal Güvenlik Fonları: %34.9) , Özel sektörün payı ise % 37.1'dir. 2004 yılı verilerine göre toplam sağlık harcamaları 19.5 milyar Amerikan Doları düzeyinde olup bu rakamın yaklaşık %29.1'i tıbbi malzeme ve cihaz alımında kullanılmıştır. Sağlık hizmetlerinde kullanılan cihazların yaklaşık % 10'u Türkiye'de üretilmekte olup, % 90'ı ise ithal edilmektedir. Bütün bu rakamlar yorumlandığında, ithal edilen tıbbi cihazların ülkemize yıllık maliyetinin ne boyutta olduğu görülecektir [1].

Üniversitelerin Tıp Fakülteleri ile Mühendislik Fakülteleri arasında yapılacak işbirliği tanı ve tedaviye yönelik cihaz geliştirilmesinde ilk adım olacaktır. Teknokentler bünyesinde, bu işbirliği sonucunda gerçekleştirilecek projeler bu alanda üniversite sanayi işbirliğinin de temelini oluşturacaktır. Bu işbirliği sadece ürün geliştirmeye yönelik olmamalı, milyarlarca dolar ödenerek ithal edilen tıbbi teknolojinin değerlendirilmesi ve seçiminde de bu işbirliğinden yararlanılmalıdır.

2. Teknolojinin Değerlendirilmesine Yönelik Faaliyetler

Mühendislik ve Tıp Fakülteleri arasındaki bilimsel işbirliğinin en önemli sonuçlarından birisi de teknolojinin değerlendirilmesine yönelik yapılacak işbirliğidir. Kaynakların en iyi şekilde kullanılması, amaca uygun teknolojik ürünün alınmasının sağlanması, alınacak teknoloji ürününün iyi değerlendirilmesi ile mümkün olacaktır.

Gelişen tıbbi teknolojinin sonucu olarak, günümüzde sağlık kuruluşlarının yönetimleri çok yönlü baskı altındadırlar [2]. Bu baskı;

- Tıbbi teknolojinin sürekli değişmesi,
- İleri teknoloji ürünü tıbbi tanı ve tedavi sistemlerinin oldukça yüksek maliyet gerektirmesi ve bunun sonucunda da işletim maliyetlerinin sürekli yükselmesi,
- Diğer sağlık birimleriyle oluşan rekabete dayalı yarış şeklinde açıklanabilir.

Tıbbi teknolojinin değerlendirilmesinde takip edilecek aşamalar şunlardır:

- Teknolojinin emniyetli ve teknik olarak kabul edilebilir sonuçlar içerecek nitelikte olması.
- Seçilen hastalar yardımıyla ideal şartlar altında teknolojinin verimliliğinin ve etkinliğinin incelenmesi.
- Son aşama ise teknolojinin ekonomik değeri ile ilgili olup, maliyet etkinliği terimi ile ifade edilebilir.

Tıbbi cihaz ve sistemleri en genel anlamda tanı ve tedaviye yönelik sistemler olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Taniya yönelik olarak kullanılan sistemler, hastalığın derecesini belirlemede ya da hasta olmayan kişiler ile hasta olanları ayırt etmede doktorlara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Taniya yönelik cihazlardan en üst düzeyde yararlanabilmek için aşağıda sıralanan birkaç önemli faktörün dikkate alınması gerekmektedir. Bu faktörler:

- Teknik kapasite: Kullanılan cihaz ya da uygulanan prosedür gerçekten güvenilir ve doğru bilgi veriyor mu? Alınması düşünülen cihazın tüm özellikleri kullanılacak mı? Kullanılması mümkün olmayan özellikler için ne kadar kaynak sarf edilecek? Bundan tasarruf etmek mümkün mü?
- Doğruluk düzeyi: Uygulanan cihaz doğru tanıda bulunmaya ne ölçüde katkıda bulunuyor?
- Kesin tanıya etkisi: Sistemden alınan sonuçlar müteakip tanı prosedürlerini etkiliyor mu?
- Uygulanacak tedaviye etkisi: Sistemden alınan sonuçlar tedavi yönteminin belirlenmesinde etkili oluyor mu?
- Hastanın eski sağlığına kavuşmasına olan etkisi: Uygulanan yöntem ve kullanılan cihazın hastanın eski sağlığına kavuşmasındaki etkisi nedir?

Tedaviye yönelik olarak kullanılan sistemler, bir patolojik durumu kontrol altında tutarak ya da bir fizyolojik bozukluğu düzelterek hastanın yaşama umudunu arttırma, hastalıkları tedavi etme ve muhtemel ölümleri önleme ve gibi yararlarla sahiptirler.

Teknoloji değerlendirme yöntemlerinin optimal düzeyde kullanımı ileriye yönelik stratejik planlamaları kolaylaştıracak, sağlık kuruluşlarının rekabet edilebilirlik düzeyini geliştirecek, ayrıca ilerde kurulması gereken organizasyonların önceden bütçelenmesini ve uygun yerleşim yerlerinin belirlenmesini sağlayacaktır.

3. Tıbbi Teknoloji Alanında Araştırma ve Ürün Geliştirmeye Yönelik Faaliyetler

Tıbbi teknolojiye yönelik yeni fikirlerin oluştuğu yerler sağlık uygulama alanları yani Tıp Fakültesi hastaneleridir. Genellikle, burada akademik personel karşılaştığı sorunlara yeni çözüm bulma arayışındadır. Akademik teknik personel ile tıp personelinin bir araya gelmesi sorunlara çözüm bulunmasını kolaylaştıracak, bu konuda yeni araştırma alanlarının oluşmasını sağlayacaktır. Bu altyapıyı sağlayan ülkeler, tıbbi teknolojiye yönelik sanayilerini kurmuşlar, bu alana yönelik pazarda önemli paya sahip olmuşlardır.

En genel anlamda, tıbbi teknoloji ağırlıklı araştırma alanlarını aşağıda belirtildiği gibi sınıflandırmak mümkündür:

- Mühendisliğe yönelik sistem analiz ve modelleme tekniklerinin biyolojik problemlere uygulanması,
- Fizyolojik sinyallerin ölçülmesi ve gözlenmesi,
- Biyoelektrik verilerin sinyal işleme teknikleri kullanılarak tanıya yönelik kullanıma uygun hale getirilmesi,
- Tedaviye ve rehabilitasyona yönelik tekniklerin ve cihazların geliştirilmesi,
- Vücut fonksiyonlarının geliştirilmesi ya da ikâmesine yönelik yapay organ veya bu amaca uygun cihaz tasarımı,
- Hasta ile ilgili verilerin bilgisayar analizi,
- Anatomik ayrıntılar ya da fizyolojik işlevlere yönelik tıbbi görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesi,
- Sayısal görüntü işleme tekniklerinin tıbbi görüntülere uygulanması sonucu bilgisayar yardımıyla tanı tekniklerinin geliştirilmesidir.

Sağlık alanında, Mühendislik Fakülteleri ile Tıp Fakültelerinin işbirliğine dayanan Araştırma Geliştirme faaliyetlerini ise şu şekilde sıralamak mümkündür [2,3];

- İnsan fizyolojisi ile ilgili araştırmalar için sistem tasarımı,
- Yapay organlarla ilgili yeni materyallerin araştırılması,
- Kan analizine yönelik yeni tanı cihazlarının geliştirilmesi,
- Kalbin işlevlerinin bilgisayar yardımıyla modellenmesi,

- Tıbbi araştırma verilerinin analizi için yazılım geliştirilmesi,
- Hayvanlarla ilgili fizyolojik işlevlerin monitörize edilmesi,
- Yeni tanıya yönelik görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Hastayı monitörize etmek amacıyla telemetri sistemlerinin tasarımı,
- İnsanın fizyolojik sistemine ait çeşitli parametreleri ölçmek amacıyla biyomedikal algılayıcıların tasarımı,
- Yapay zeka üzerinde araştırmalar yapılması ve hastalıkların tanısı için uzman sistemlerin geliştirilmesi,
- Akciğer sıvı dinamiğinin araştırılması,
- İnsan vücudundaki fizyolojik sistemlerin modellenmesi,
- İnsan vücudunun biyo-mekaniğinin incelenmesidir.

Bu alanlardan bir ya da birkaçında yapılacak araştırma faaliyeti, araştırılan konu ile ilgili prototiplerin gerçekleştirilmesini sağlayacak, böylece yeni cihazların geliştirilmesine ve kullanılmasına yönelik altyapı oluşmuş olacaktır.

4. Mühendislik Fakülteleri ile Tıp Fakülteleri Arasındaki İşbirliğinin Önemi

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 Mühendislik Fakültelerinin Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümleri arasındaki işbirliği büyük önem taşımaktadır. Gelişmiş ve teknoloji üreten ülkeler dahil tıp teknolojisindeki yenilikler bu işbirliğinin sonucu meydana gelmektedir [4-5]. Çünkü, çözülmesi gereken sorunlarla tanı ve tedavi hizmetinin verildiği yerlerde karşılaşılmakta, ve sorun bu alanda hizmet veren çevreler tarafından belirlenebilmektedir. Sorunun çözümü de disiplinlerarası bir anlayışla mühendis ve doktorların işbirliği ile olmaktadır. 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. John Hopkins Üniversitesi biyomedikal alanında çok sayıda patente sahip bir üniversitedir.

Ülkemizde de buna benzer bir çalışma Gazi Üniversitesinde başlatılmış olup, kurulan "Biyomedikal Kalibrasyon ve Araştırma Merkezi" ve bu merkez bünyesinde yer alacak değişik çalışma-danışma grupları ile bir sinerji yaratılması, daha sonrada Teknokent yapılması ile bu alanda üretime yönelik sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

5. Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü ile Tıp Fakültesi Arasında Yapılan İşbirliğinin Kurumsal Boyutu ve Bilimsel Projeler

Gazi Üniversitesi bünyesinde Tıp Fakültesi ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü arasında bilimsel işbirliğini arttırmak amacıyla Gazi Üniversitesi bünyesinde Biyomedikal Kalibrasyon ve Araştırma Merkezi (BİYOKAM) kurulmuştur. Rektörlüğe bağlı olarak hizmet verecek olan bu merkezin faaliyet alanları şu şekilde sıralanabilir [6];

- Tıp fakültesinde mevcut Anabilim ve Bilim Dallarıyla Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü arasında koordinasyon ve işbirliği sağlayarak biyomedikal konusunda uygulama ve araştırmaların yapılacağı bir ortam temin etmek,
- Biyomedikal konusunda danışmanlık ve eğitim hizmeti vermek,
- Biyomedikal cihaz tasarımları yapmak,
- Program ve projeler geliştirmek,
- Biyomedikal kalibrasyon konusunda eğitim hizmeti vermek,
- Gazi Üniversitesi bünyesinde kalibrasyon laboratuvarı kurmak ve kalibrasyon hizmeti vermek.
- Hizmetiçi eğitim programları ve seminerler düzenlemek,
- Ulusal ve uluslararası seminer, sempozyum, kongre ve konferanslar düzenlemek.

Bu merkez bünyesinde sürekli ya da geçici olarak araştırma ve uygulama faaliyetlerinde bulunmak amacıyla Danışma ve Çalışma Birimleri oluşturulmuştur. Bunlara örnek olarak:

- İleri Biyomedikal Teknolojiler Araştırma Birimi,
- Ses Analiz ve Koklear İmplant Araştırma Birimi,
- Auditory Brainstem Response (ABR) ve Otoakustik Emisyon Araştırma Birimi
- Biyoakustik Araştırma Birimi

gösterilebilir.

Bu çerçevede Gazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü ile Tıp Fakültesi arasında yapılan bilimsel işbirliği sonucu yürütülen projeleri üç ana grupta değerlendirmek mümkündür:

A. Araştırma Projeleri:

Hastanın Medikal Ölçüm Bilgilerini İnternet Üzerinden Yollayan Taşınabilir Ölçüm Cihazı:

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

B.Lisans Bitirme Projeleri:

- EKG-EMG-EEG sinyallerine yönelik biyopotansiyel yükselteç tasarımı,
- Kalp atım analizörü tasarımı
- EKG simülatörü tasarımı
- İşitme cihazı tasarımı
- İşitme test cihazı tasarımı
- Koklear implant cihazı tasarımı
- Nebülizör cihazı tasarımı

C. Yüksek Lisans ve Doktora Düzeyinde Yapılan ve Devam Eden Çalışmalar:

- Mamografi görüntülerindeki mikrokalsifikasyonların bilgisayar yardımıyla belirlenmesi sonucu meme kanserlerinin erken tanısına yönelik tekniklerin geliştirilmesi,
- Koklear implant cihazlarına yönelik olarak periferik gürültüyü önlemeye yönelik ansal çalışan filtre algoritmalarının tasarımı (Nucleus Firması ile ortaklaşa yürütülen uluslararası bir araştırma projesidir),
- Ultrason dalgalarının oluşturduğu ısı etkisinin doku üzerindeki zararlarının araştırılmasına yönelik olarak fareler üzerinde yapılan çalışmaların biyokimyasal ve histolojik sonuçlarının değerlendirilmesi,
- ABR cihazı ile ABR verilerinin internet üzerinden gönderilmesine yönelik cihaz tasarımıdır.

5. Sonuç

Üniversitelerin Tıp Fakülteleri ile Mühendislik Fakülteleri (özellikle Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümleri) arasında yapılacak işbirliği, tanı ve tedaviye yönelik cihaz geliştirilmesinde oldukça büyük önem taşımaktadır. Proje ile ilgili fikrin olduğu yerler bu alana yönelik uygulama alanlarıdır. Uygulama alanlarında karşılaşılabilecek sorunlar araştırılmalı, konuya ilişkin çözüm yöntem ve teknikleri tıp ve mühendislik gibi iki farklı disipline mensup araştırmacılar tarafından üretilmelidir. Araştırmaya yönelik kurumsal altyapının mevcudiyeti araştırma ortamının oluşturulması açısından oldukça önemlidir. Bu kurumsal yapı, hem farklı disipline mensup araştırmacıları bünyesinde toplayacak, hem gerekli finansmanı sağlayacak ve hem de belirli bir program dahilinde çalışmanın yürütülmesini teşvik edecektir. Patent hüviyetine sahip fikirlerin kısa sürede uygulamaya dönüştürülmesi, benzer alanda uluslararası anlamda farklı grupların da aynı yaklaşımı paylaşabileceği düşünüldüğünde oldukça önem taşımaktadır. Sonuç veren projelerin üniversite-sanayi işbirliğinin ilk adımı olarak teknokent yapısı içinde kullanıma yönelik hale getirilmesi ve daha sonra da ticari bir değer olarak piyasada yer alması ancak kurumsal bir yapı içinde mümkün olacaktır.

Gazi Üniversitesi bütün bu gerekçelerin ışığında, Biyomedikal Kalibrasyon ve Araştırma Merkezini kurmuştur. Bu merkez bünyesinde yer alacak değişik çalışma-danışma grupları ile bir sinerji yaratılması, daha sonrada Teknokent yapılanması ile bu alanda üretime yönelik sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

Kaynakça

- [1] Kartal.M., Özbay, H., Erişti, H.E., "SHA- Based Health Accounts in 13 OECD Countries: Country Studies: Turkey National Health Accounts 2000", OECD Health technical Papers.
- [2] Karagöz İ., Tıbbi Teknoloji Yönetimi. Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, Türkiye, 1998.
- [3] Bronzio J.D., Management of Medical Technology. Butterworth-Heinemann Inc., A.B.D., 1992.
- [4] 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.
- [5] Karagöz, İ., Taplamacıoğlu, M.C., "Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümleri ile Tıp Fakülteleri Arasındaki İşbirliğinin Eğitim ve Sağlık Hizmetlerinin Kalitesine Etkileri", Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1 Ulusal Sempozyumu ve Sergisi, 30 Nisan-2 Mayıs 2003, ODTÜ, Ankara, s.159-162.
- [6] Karagöz, İ., "Hastane Organizasyonu İçinde Biyomedikal ve Klinik Mühendisliği Birimlerinin İşlev ve Önemi", Sağlık Hizmetlerinde Toplam Kalite ve Performans Ölçümü Sempozyumu, 1996, Ankara.