

Türkiye’de Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi, Uygulamaları ve İstihdam Zorunluluğu

Onur Koçak¹⁻², Arif Koçoğlu¹⁻², Ziya Telatar³, Osman Eroğul⁴

¹Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
Başkent Üniversitesi
okocak@baskent.edu.tr, arif@baskent.edu.tr

²Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi
Biyomedikal Mühendisliği Meslek Dalı Komisyonu
onurkocak@gmail.com

³Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara Üniversitesi
telatar@eng.ankara.edu.tr

⁴Biyomedikal Mühendislik Merkezi
Gülhane Askeri Tıp Akademisi
erogul@gata.edu.tr

Özet

Son yıllarda ülkemiz ve dünyada teşhis ve tedavi amaçlı teknolojik cihaz kullanımı hızlı bir biçimde artış göstermektedir. İleri teknolojinin yaygın kullanımı beraberinde birçok kavramı da peşinden getirmektedir. Yüksek bedeller ödenerek tedarik edilen tıbbi cihazların işletilmesi de önemli bir problemdir. Özellikle sağlık kurumlarında teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan tıbbi teknolojinin, yani biyomedikal cihazların sürdürülebilir bir programa oturtulması şarttır. Biyomedikal Mühendisliği kavramı ve ihtiyacı bu sebeplerden dolayı ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ülkemizdeki Biyomedikal Mühendisliği Eğitiminin tarihçesi incelenerek günümüz mevcut eğitim durumu hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca ülkemizdeki Biyomedikal Mühendislerinin istihdam alanları incelenerek öncelikli istihdam bölgeleri için öneriler getirilmiştir. Biyomedikal Mühendisliğinin hastanelerde istihdam edilmiş biçimi olan Klinik Mühendisliğinin ülkemizdeki uygulamalarından belli başlı örnekler verilerek milli ekonomiye olan katkıları rakamlarla ortaya konulmuştur.

1. Giriş

Biyomedikal Mühendisliği; teşhis, tedavi, tıbbi araştırma ve laboratuvar cihazlarının istenilene uygun bir şekilde tasarlanması, üretimi ve işletilmesinden sorumlu bir mühendislik dalıdır.

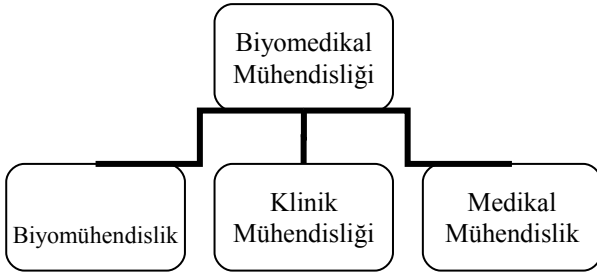
Tıbbi teknoloji ihtiyaçlarının tanımlanmasında tıp dünyası ile yakın işbirliği halinde olması, hekimle ortak dili konuşabilmesi, Biyomedikal Mühendisliğine olan gereksinimi ortaya çıkarmaktadır.

Böylece Biyomedikal Mühendisliği en yeni teknolojiyi kullanarak bir tıp bilim insanının ihtiyaçlarına cevap verebilecek çözümü üretebilmektedir.

Bu amaçlara hizmet eden ve interdisipliner bir mühendislik bilim dalı olan Biyomedikal Mühendisliği uygulamaları ülkemizde 1980’ler de başlamıştır. O tarihlerde güncel teknoloji gerektiren tıbbi cihazların üretimi ülkemizde son derece sınırlıdır. Bu sebepten ülkemizde kurgulanan Biyomedikal Mühendisliği uygulamaları sağlık kurumlarındaki tıbbi cihazların işletilmesi amaçlıdır[1].

Devlet örgütlenmesiyle başlayan bu çalışma, tıbbi cihaz işletme prosedürü, bakım – onarım, satın alma, yedek parça temini, üretim ve kalibrasyon planlaması şeklinde sıralanabilir.

Bu hizmetleri sağlık kurumları bünyesinde verebilen birimlere Klinik Mühendisliği denir. Teknik klinik çalışmalar, Biyomedikal Mühendisliği eğitiminin ve bilim dalının önemli bir parçasıdır. Kısaca özetlemek gerekirse; Biyomedikal Mühendisliğinin sağlık kurumlarında istihdam edilmiş ve tıbbi cihazların satın alınmasından verimli bir şekilde kullanılmasına kadar olan tüm süreçlerini kurgulayan bilim dalına Klinik Mühendisliği denir. Şekil 1’de Biyomedikal Mühendisliği bilim dalının çalışma alanları görülmektedir. Klinik Mühendisliği’de bu çalışma konularının başında gelmektedir.



Şekil 1: Biyomedikal Mühendisliği çalışma alanları

2. Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi ve Uygulamaları

Türkiye’de ki Biyomedikal Mühendisliği uygulamaları seksenli yıllarda ortaya çıkmıştır. Tıp elektronisinin Dünya’da ve Türkiye’de hızla yayılması, teknolojik uygulamaların artması ile teknolojinin teşhis ve tedavi süreçlerine doğrudan etki etmesi biyomedikal mühendisliği uygulamalarına hız verilmesini sağlamıştır. Yüksek teknoloji içeren tıbbi cihazların sağlık kurumlarında kullanılmasıyla birlikte, kurum bünyesinde sunulan bakım – onarım ve teknik servis hizmetlerinin de modernize edilmesi gerekmiştir[2]. Bu sebepten geleneksel teknik hizmet kavramından modern hizmet üretme sürecine girilerek biyomedikal mühendisliği uygulamaları başlamıştır.

2.1. Türkiye’de Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi

Biyomedikal Mühendisliğinin eğitimi 1980’lerin başında ODTU ve Boğaziçi Üniversitelerinde lisansüstü programlarla başlamış, elektrik-elektronik mühendisleri ve tıp fakültesi mezunlarını programlarına kabul ederek sektördeki ve akademik alandaki biyomedikal mühendisliği açığı kapatılmaya çalışılmıştır. 2000 yılından itibaren Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde lisans seviyesinde Biyomedikal Mühendisliği eğitimine başlanmıştır.

2003 yılında Yeditepe Üniversitesi ve 2008 – 2009 akademik yılında Erciyes ve Yakın Doğu Üniversitelerinde lisans düzeyinde eğitim öğretim faaliyetlerine başlanmıştır. Ayrıca 2009 – 2010 akademik yılıyla birlikte Ayfonkarahisar Kocatepe Üniversitesinde eğitim öğretim faaliyetlerine başlanacaktır. Anlaşıldığı üzere Biyomedikal Mühendisliği alanı Türkiye kurum ve kuruluşları için oldukça yenidir.

Günümüzde ülkemizin çeşitli üniversitelerinde biyomedikal cihaz teknolojisi, biyomedikal mühendisliği, biyomedikal yüksek lisans ve doktora eğitimleri veren birimler bulunmaktadır.

Bu birimlerden mezun olan öğrenciler biyomedikal cihaz teknikeri, mühendis, yüksek mühendis ve bilim doktorası unvanlarına sahip olmakta ve de ülkemizin yetişmiş insan gücüne katkıda bulunmaktadır.

Türkiye’deki üniversitelerde biyomedikal eğitimi veren akademik birimler incelendiğinde, interdisipliner bir dal olan biyomedikal mühendisliği lisans eğitimi yalnızca 5 üniversite ile sınırlıdır. Bunun yanında hastanelerde ve çeşitli kuruluşlarda tıbbi cihaz bakım onarım ve kalibrasyonu hizmeti verecek olan Biyomedikal Teknikeri yetiştiren ön lisans programlarının sayısının 16 olduğunu görülmektedir. Yüksek lisans ve doktora eğitimi veren biyomedikal mühendisliği, biyomühendislik, biyoteknoloji gibi enstitü ve bunlara bağlı anabilim dalı sayısı ise 11’dir.

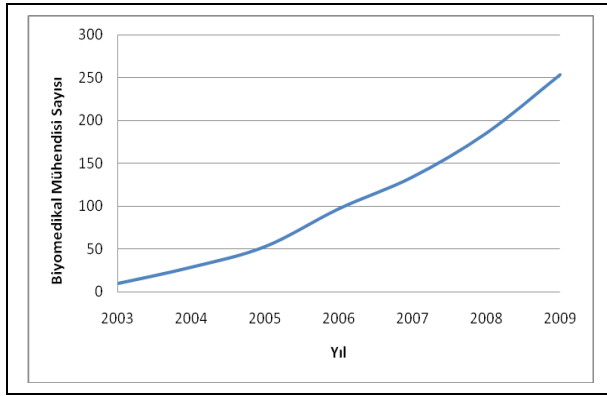
Halen mevcut üniversitelerden her yıl ülkemizin yetişmiş insan gücüne ortalama 50 Biyomedikal Mühendisi katılmaktadır. Yeni açılan bölümlerin de mezun vermeye başlamasıyla bu sayının önümüzdeki yıllarda 150 ye yaklaşacağı tahmin edilmektedir. Biyomedikal Cihaz Teknolojisi ön lisans programlarından her yıl ortalama 800 teknik eleman mezun olmaktadır. Ayrıca üniversitelerin enstitülerine bağlı yüksek lisans ve doktora programlarından akademik düzeyde çalışabilecek, sektördeki yüksek orandaki açığı kapatabilecek ve iş gücüne katkıda bulunabilecek yüksek mühendis ve doktoralı mühendisler yetiştirilmektedir. 2009 yılı itibariyle ülkemizde yetişmiş insan gücüne katkıda bulunan yalnızca lisans eğitimi olarak mezun olmuş yaklaşık 250 Biyomedikal mühendisi bulunmaktadır ve hastanelerde, teknik sağlık hizmetlerinin altyapı çözümlerinde, yerli ve yabancı tıbbi cihaz üretici firmalarda, ithalatçı firmalarda, akademik faaliyet alanı olarak üniversitelerde ve diğer özel sektör faaliyetlerinde istihdam edilmektedirler[3].

2.1.1. Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Eğitim İçeriği

Biyomedikal Mühendisliği eğitimi tüm dünyada kabul edildiği gibi ülkemizde de Elektrik – Elektronik Mühendisliği eğitimi temel alınarak hazırlanmıştır. Ülkemizde ilk defa lisans seviyesinde eğitim 2000 – 2001 akademik yılı itibariyle Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde kurulan Biyomedikal Mühendisliği bölümü ile başlamıştır. Başkent Üniversitesi’nin eğitim planı üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci sınıfta gerçekleştirilen temel fizik, kimya, matematik ve bilgisayar yazılım derslerinin yanında ikinci akademik yılda temel elektrik ve elektronik dersleri verilmektedir.

Ayrıca anatomi, fizyoloji, tıbbi biyoloji ve biyokimya gibi tıp dersleri ile biyomekanik ve biyomalzeme dersleri de görülmektedir. Üçüncü ve dördüncü akademik yılda ise ileri elektronik, sinyal işleme, biyomedikal enstrümantasyon, tıbbi görüntüleme dersleriyle birlikte biyomedikal mühendisliği eğitimi tamamlanmaktadır. Buradan görülmektedir ki biyomedikal mühendisliği eğitimi elektrik – elektronik eğitimi temel alınarak üzerine kurulan tıp ve makina mühendisliği eğitimi olarak özetlenebilir.

Şekil 2’de ise 2003 yılından itibaren mezun vermeye başlayan ve ülkemizin lisans seviyesinde ilk Biyomedikal Mühendisliği eğitim birimine sahip Başkent Üniversitesi’nden elde edilen verilere göre mezun Biyomedikal Mühendislerinin sayısal dağılımı görülmektedir.



Şekil 2: Biyomedikal Mühendisliği eğitimi mezunlarının yıllara göre dağılımı

2.2. Biyomedikal Mühendislerinin Klinik Mühendisi Olarak İstihdamı ve İhtiyacı

Klinik Mühendisliği uygulamalarının ülkemizde kurumsal olarak harekete geçirilebilmesi için Biyomedikal Mühendislerine şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. Şimdi bunu sizlere sayılarla özetlemek istiyorum. Sağlık Bakanlığının 2004 yılı verilerine bakıldığında ülkemizdeki özel ve devlet hastanelerinin toplamı 1190 olup yatak kapasiteleri 171.620’dir[4]. Sağlık Bakanlığının ilgili yönetmeliğine atfen bu veriler dikkate alındığında sadece hastanelerde istihdam edilmesi gereken Biyomedikal Mühendisi sayısı 1750 civarındadır. 2009 yılı itibarıyla sağlık kurumları sayısındaki hızlı artış dikkate alındığında, Biyomedikal Mühendisliğine olan ihtiyacın en az iki kat daha arttığını söyleyebiliriz[5].

Yine Sağlık Bakanlığının 2004 yılı verilerine göre sadece Ankara ilindeki özel ve devlet hastanelerinde istihdam edilmesi gereken Biyomedikal mühendisi sayısı 165’dir. Sektördeki diğer alanlarda dikkate alındığında, mevcut mezunlar Ankara ilinde istihdam edilmesi gereken Biyomedikal Mühendisi sayısını ancak karşılayabilmektedir. Bir daha vurgulamak isterim ki günümüzde özel ve devlet hastaneleri sayısındaki artış da dikkate alındığında sadece hastanelerde istihdam edilecek Biyomedikal Mühendisi ihtiyacının çok büyük olduğu açıkça görülmektedir[6].

Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü günümüze kadar çoğunluğu Ankara ilinde istihdam edilmiş 234 mezun vermiştir. Üretim, Satış, Teknik Servis gibi alanların dışında sadece Hastanelerde istihdam edilmesi gereken biyomedikal mühendisi sayısının 1700 olduğunu düşünürsek ve talebin sabit olduğunu varsayarsak Başkent Üniversitesi’nin mezunlarıyla bu sayı ancak on yıllar sonunda yakalanabilecektir.

2.3. Ülkemizde Biyomedikal Mühendislik Uygulaması Örnekleri

Biyomedikal Mühendisliği uygulamalarının sağlık kurumlarında hizmet veren biçimi olan Klinik Mühendisliği uygulamasının ilk örneği Ankara - Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi bünyesinde yapılandırılan Tıbbi Aygıtlar Bakım Onarım Merkezi’dir (TABOM). TABOM hastane içerisinde hizmette bulunan tıbbi cihazların bakım – onarım, teknik servis ve kalibrasyon hizmetlerinin uygulanmasından sorumlu tutulmuştur. Ayrıca tıbbi uygulamalara destek olacak birçok cihaz için tasarım ve imalat hizmeti vermektedir. Amaç, üretimin yanında teknik servis hizmetlerinde de dışa bağımlılığı azaltarak kurum bünyesine katma değer sağlamaktır.

Bu uygulama Türkiye’de Biyomedikal Mühendisliğinin çalışma alanlarından olan Klinik Mühendisliği uygulamasının başarılı bir başlangıcı olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde başta Gülhane Askeri Tıp Akademisi (GATA) olmak üzere birçok özel ve kamu sağlık kurumunda klinik mühendisliği uygulamaları görülmektedir[7].

3. Sonuçlar

Çözüm son derece basittir. Bu sorunun giderilebilmesi için Biyomedikal Mühendisliği alanında Yüksek Lisans ve Doktora eğitimi veren

aynı zamanda Elektrik – Elektronik ve Makina Mühendisliği alanında da köklü geçmişe sahip üniversitelerimizin Biyomedikal Mühendisliği lisans programlarını acilen oluşturmaları gerekmektedir. Üniversitelerin Biyomedikal Mühendisliği bölümlerini açarak hem sektörün hem de hastanelerin ihtiyacı olan mühendis yetiştirme konusunda çalışma yapmaları diğer taraftan da yüksek lisans ve doktora programlarıyla öğretim üyesi yetiştirmeyi teşvik etmeleri gerekmektedir. Ayrıca Biyomedikal Mühendisliğinin öğretim üyesi yetiştirme programlarının (ÖYP) kapsamına alınması zorunludur.

Eğitim yapılanmasının süreklilik göstermesi ve sektör şartlarına göre esneyebilmesi için, istihdam alanları açısından, ilgili bakanlıklar, sivil toplum kuruluşları, üniversite ve diğer hastaneler ile diğer ilgili kurumların ortak çalışması ve beklentilerini ortaya koyması oldukça önemlidir. Özellikle de hastanelerde istihdam edilecek Biyomedikal Mühendisleri için Klinik Mühendislik birimlerinin oluşturulması zorunlu hale getirilmelidir. Oluşturulacak bu birimler doğrudan doğruya Başhekim'e "Başhekim Teknik Yardımcılığı" kadrosuyla bağlı olmalıdır.

Sağlık sektörünün en büyük uygulayıcısı olan hastanelerde Klinik Mühendisliği birimlerinin oluşturulması ve Biyomedikal Mühendislerinin planlı istihdamına hastanelerden başlanması, tıbbi cihaz ve malzeme kullanımını düzenleyerek hastanelere bir teknik işletme modeli getirecektir. Böylece kontrolsüz yapılan harcamalar ve verimlilikten oldukça uzak tıbbi cihaz kullanımı ortadan kalkacaktır.

GATA Biyomedikal Mühendislik Merkezi ülkemizdeki Klinik Mühendisliği uygulamasının en başarılı örneğidir. Klinik Mühendisliği hizmetlerinin başında tüm hastanedeki cihazların bakım – onarımını ve kalibrasyon planlamasını yapmak, tıbbi gaz ve mekanik sistemlerin yönetimini sağlamak ve tıp - mühendislik birlikteliğini tam anlamıyla birleştirerek akademik çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çalışmalardan bazıları patent ile sonuçlandırılarak sadece Türkiye'ye değil tüm Dünya bilimine hizmet etmektedir. Birçok mühendis ve teknikerin çalıştığı bu birim sayesinde GATA, tıbbi cihaz ve sarf malzeme harcamalarından yılda yaklaşık 5 milyon TL tasarruf sağlamaktadır. Tıbbi cihaz ve malzemelerin satın alınmasından işletilmesine kadar planlı ve sistemli bir süreç izlenmekte ve harcamalar en alt düzeye çekilmektedir.

Ülkemizde Biyomedikal Mühendisine olan ihtiyaç tartışılmazdır. Mevcut eğitim sisteminin sağlık

sektörünün ihtiyaçlarına göre revize edilmesi ve genişletilerek yaygınlaştırılması zorunludur. Sadece 2008 yılı bütçesinden sağlık harcamalarına ayrılan miktar 12 milyar 720 milyon TL dir. 1700 yatak kapasitesine sahip GATA'NIN Klinik Mühendisliği uygulamasıyla elde ettiği tasarruf düşünüldüğünde, toplamda 171620 yatak kapasitesine sahip Sağlık Bakanlığı hastanelerinde elde edilebilecek tasarruf 505 milyon TL olacaktır. Bu da tüm sağlık harcamalarının %5'idir. Her yıl artan yatak kapasitesi ve teknolojik cihaz kullanımı düşünüldüğünde yaygınlaştırılmış Klinik Mühendisliği uygulamalarının ülke bütçesine yapacağı katkı küçümsenemez boyutlarda olacaktır.

Sonuç olarak; Biyomedikal Mühendisliği yaklaşımı milli bir politika ile çözümlenip gelişim süreci tamamlandığında, bu işin tüm ülkelere ihraç edilebilir bir düzeye geleceğinden ve milli bütçeye olan katkılarının artarak süreceğinden şüphe duyulmamaktadır.

4. Kaynaklar

- [1] O. Örucü, "Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği Tarihi" *Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi*, sayı. 424, pp. 90-93, Aralık 2004.
- [2] O. Koçak, O. Eroğul, Z. Telatar, "Türkiye'de Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi ve İhtiyacı", *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Haber Bülten*, pp 4 – 5, sayı 2008/6, 2008.
- [3] R.Tigrek, Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Oda müdürü, "Elektrik Mühendisleri Odası Üye İstatistikleri", 2009.
- [4] Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kamu ve Özel Hastane Verileri, 2004.
- [5] A. Koçoğlu, O. Koçak, O.Eroğul, "Türkiye'de Biyomedikal Mühendisliğine Geçiş, Klinik Mühendisliği Uygulamaları ve Eğitim Sistemi Entegrasyonu", *BİYOMUT 2009 (14. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı)*, S. Bil. Kodu: 2A2, 20 -24 Mayıs 2009, İzmir.
- [6] Eroğul, O., "Hastanelerde Biyomedikal Mühendislik Uygulamaları", *Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi, Mezunların Durumu ve EMO'nun Rolü Çalıştayı, Başkent Üniversitesi*, 2007.
- [7] Karagöz, İ., Eroğul, O. "Üniversite Hastanelerinde Biyomedikal Mühendisliği Uygulamalarına Bir örnek: GATA", *Biyomut' 94 Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı Bildiriler Kitabı*, 2004.