

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

LİSANS PROGRAMI TANITIMI

Mehmet Fevzi Akşahin, Bülent YILMAZ

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Başkent Üniversitesi, ANKARA

e-posta: maksahin@baskent.edu.tr , byilmaz@baskent.edu.tr

Özet

Bu bildiri, Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği lisans programının eğitim felsefesi, eğitim içeriği, kadrosu, bölüm laboratuvarları, bölümde gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar gibi konular tanıtılmaya çalışılmıştır.

1. Giriş

Biyomedikal Mühendisliği, sağlık alanında teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan mekanik ve elektronik cihaz ve sistemlerin tasarım, üretim, geliştirme, teknik işletme ve bakım-onarım faaliyetlerini kapsamaktadır. Günümüzde, ölçme ve görüntüleme amacıyla kullanılan EKG, EMG, EEG, röntgen, ultrason, CT, MR, PET sistemleri teşhise yönelik; radyoterapi ve laser sistemleri ise tedaviye yönelik olarak yaygın biçimde kullanılan biyomedikal cihaz ve sistemlerdir.

Günümüzde, hastanelerde yaklaşık yirmi bin farklı tür tıbbi cihaz ve sistem kullanılmakta olup ülkemizdeki kullanılan biyomedikal cihaz ve sistem sayısı son yıllarda katlanmıştır. Türkiye’de biyomedikal alanında üretici ve ithalatçı yüzlerce (3.000 ila 10.000 arası olduğu düşünülmektedir) firma mevcuttur. Bunların 120 adedinin tıbbi cihaz ihracatı yapan firma olduğu ve geri kalanların ise tıbbi cihaz ve malzeme ithalatı ve temsilciliği yapan irili ufaklı firmalar olduğu bilinmektedir [1]. Biyomedikal sistemlerin tasarım ve geliştirme uğraşlarını yürütecek, sistemlerin verimli kullanılmasında görev alacak teknik ve bilimsel bilgi birikimine sahip elemanlara duyulan gereksinim her geçen gün artmaktadır.

Biyomedikal alanındaki nitelikli teknik eleman gereksinimin karşılanabilmesi amacıyla, Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü 2000-2001 öğretim yılında faaliyetlerine başlamıştır. Bu doğrultuda Biyomedikal Mühendisliği Bölümünde, ilk yıl temel matematik ve fen bilimleri ve temel bilgisayar; ikinci ve üçüncü yıllarda elektronik, ileri bilgisayar ve temel biyomedikal

dersleri; son yıl ise ileri düzeyde biyomedikal uzmanlık dersleri yer almaktadır.

Bölümümüzde 10 adet tam zamanlı (2 Profesör, 1 Doçent, 4 Yardımcı Doçent, 3 Öğretim Görevlisi- ikisi doktoralı) ve 2 adet yarı zamanlı öğretim üyesi (1 Profesör, 1 Doçent), 1 adet kendisi doktoralı hekim (MD, PhD) olan yarı zamanlı öğretim görevlisi ve 4 araştırma görevlisi (3 doktora, 1 yüksek lisans çalışmasında) eğitim vermektedir. Öğretim üyesi ve görevlilerinin kökenleri elektrik, çevre, gıda, fizik mühendislikleri, biyoloji, fizik, matematik, kimya lisans ve teknik eğitim elektronik-bilgisayar programlarıdır. Öğretim elemanlarının temel çalışma alanları biyomedikal işaret ve görüntü işleme, biyoenstrümantasyon, biyomalzeme ve biyosensörler, kardiyak/kardiyovasküler modelleme olarak sayılabilir.

Bölümümüze her yıl 34’i bursuz, 2’si %50 burslu ve 4’ü %25 burslu olmak üzere toplam 40 öğrenci kabul edilmektedir.

2. Program Tanıtımı

Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği lisans programında, ilk yıl temel fen bilimleri (matematik, fizik, kimya ve organik kimya), temel bilgisayar ve biyomedikal mühendisliğine giriş dersleri verilmektedir. Programlama dillerinden C ve C++ öğretilmektedir. Programın ikinci yılında tıbbi biyoloji, biyokimya, insan anatomisi ve fizyolojisi gibi temel tıp ve yaşam bilimleri konularının yanında devre teorisi, elektronik, sayısal mantık tasarımı, elektromanyetik teori gibi elektronik mühendisliği konuları da yer almaktadır. İkinci yılda ayrıca biyomalzemelere giriş yapılmaktadır. Yaz stajını öğrencilerimiz tam teşekküllü bir hastanede yapmaktadırlar. Bu staj, öğrencilere muhtelif tıbbi cihaz ve malzemeyi ve hastanedeki işleyişi öğrenme imkanı sağlamaktadır. Programın üçüncü yılında, öğrenciler iki dönemlik mühendisler için fizyoloji dersi ile temel fizyolojik sistemlere (kardiyovasküler, sinir, kas vb) mühendislik bakış açısı ile bakabilmeyi öğrenmektedir. Aynı yıl, elektronik mühendisliği derslerinden olan medikal elektronik, biyomedikal enstrümantasyon, sinyaller

ve sistemler, sayısal analiz, mikroişlemciler adlı derslerle beraber biyomekanik, radyasyon fiziği ve sağlık kurumları işletmeciliği gibi değişik alanlardan konularla da muhatap olmaktadır. Öğrencilerimiz yaz stajını teknik servis veya üretim yapan bir biyomedikal firmada yapmaktadırlar. Lisans eğitiminin son yılındaki öğrencilerimiz, biyomedikal işaret işleme, biyomedikal enstrümantasyon, tıbbi görüntüleme sistemleri, biyoistatistik gibi mecburi derslerin yanında biyoteknoloji, kalibrasyon, nanoteknoloji ve biyosensörler gibi seçmeli dersler almaktadırlar. Son yılın en önemli faaliyetlerinden bir tanesi de bitirme projesidir. Bu projelere örnekler şöylece sıralanabilir: Mikron-altı x-y stage tasarım ve imalatı, mikroişlemci kontrollü tekerlekli sandalye tasarım ve imalatı, yenidoğanlar için radyant ısıtıcı tasarım ve imalatı, ses yerleştirilmesi için sistem tasarımı, kablosuz EKG sistemi tasarımı, göz hareketleri ile bilgisayar faresi kontrolü devresi ve yazılımı, MR görüntülerinden beyin tümörü hacminin tesbiti için yazılım geliştirilmesi, üç boyutlu kalp geometrisi üzerinde simülasyon çalışmaları, üroflowmetre tasarım ve imalatı, EEG işaretlerinin Palm cihazında kaydedilmesi için sistem geliştirilmesi, EKG simülatörü tasarımı, yük boşalım ve plazma polimerizasyon teknikleri ile polimerik ve metalik (titanyum gibi) yüzeylerin performansının geliştirilmesi (biyoyumluluk, mekanik özellikler), polisomnografi ile uyku apnesi tesbiti, uyku EMG'sinin zaman-frekans analizleri, solunum sinyallerinden otomatik hastalık tesbiti sistemi geliştirilmesi, mikrodenetleyici-tabanlı sinir iletim hızı ölçüm sisteminin geliştirilmesi, mikrodenetleyici-tabanlı kan basınç ve sıcaklık ölçme sistemi tasarlanması, elektronik kardiyak aritmi sinyal üretici tasarımı, sayısal Doppler Fetal kalp atım oranı izleme sisteminin geliştirilmesi, uyku EEG'sinin zaman ve frekans bölgesi incelemesi, Pnömotoraksomatik sistem tasarımı, damar bulucu sistem tasarımı, laser hareket sistemi tasarımı, silindirik ENG sistemi tasarımı ve yazılımı, mekanik sayısallaştırıcı tasarım ve imalatı, davranış deneylerinde kullanılmak üzere kameralı görüntü ve sinyal işleme düzeneği tasarımı ve imalatı, 4 kanallı vücut yüzeyi EKG sistemi yükselteç tasarımı ve imalatı, elektro eğirme (Electro Spinning) sisteminin kurulması, RF plazma sistemi için sürücü ve empedans uyumlama sistemi tasarımı, bebek kuvvüzü için bulanık mantık tabanlı sıcaklık kontrolcüsünün tasarım analiz ve üretimi, termistörlü sayısal nazometre tasarımı, Peltier elemanlı mikroişlemcili sıcaklık kontrol devresi tasarımı, kalp akciğer makinesi için güvenlik monitörü tasarımı, tek kullanımlık QCM biyosensör tasarımı., oksijen alarm sistemi tasarımı, bilgisayar tabanlı hasta başı monitörü için yazılım geliştirilmesi ve gerçek zamanlı KHD analizleri gerçekleştirilmesi, kalp-damar ve solunum sistemi modelinin bilgisayar

simülasyon programının yazımı ve solunumun kardiyak sistem üzerindeki etkileri konusundaki simülasyonlar yapılması, plazma polimerizasyon tekniği ile hazırlanan nano-kaplamaların derinlik profiline dijital görüntüleme ve yapay sinir ağları ile belirlenmesi, titanyum malzeme biyoyumluluk performansının geliştirilmesi, kompozit biyomalzemelerin performansının RF plazma tekniği ile geliştirilmesi, görme engelliler için ultrasonic baston tasarımı, flikerin kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkisinin incelenmesi, insan ayak ortopedik özelliklerini tespit eden cihaz tasarımı, CT imgelerin kalbin üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması. Bu projeler her yıl çeşitli ulusal ve uluslararası konferanslarda sözlü veya poster sunum şeklinde yer almaktadır.

Bölümümüzde ayrıca, Kalite Yönetim Sistemleri, Tıbbi Cihazların CE İşaretleme ve Elektriksel Güvenlik konularında çeşitli dönemlerde seminer programları açılmaktadır.

Bunların dışında, üniversitemizin tıp ve dış hekimliği fakülteleri, eğitim ve sağlık bilimleri fakültelerinden öğretim üyeleri derslere ve araştırma faaliyetlerine destek vermektedir. Hali hazırda söz konusu olan örneklerle kardiyoloji, radyoloji, genel cerrahi, beyin cerrahi, fizyoloji ve farmakoloji alanlarında çalışan öğretim elemanlarının bitirme ve araştırma projeleri esnasındaki destekleri sayılabilir. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'ndeki imkânlardan ve bilgi birikiminden yararlanmamız biyomedikal lisans programımız açısından ciddi önem arz etmektedir. Bu hastaneye yapılan teknik geziler ve oradaki tıbbi cihaz tanıtımları lisans mezunlarını daha iyi bir şekilde mezuniyet sonrası karşılayacakları iş ortamlarına hazırlamaktadır.

3. Laboratuvar olanakları

Bölümümüzün lisans ve yüksek lisans düzeyinde eğitim ve araştırma amaçlı çeşitli laboratuvarları bulunmaktadır. Lisans düzeyinde eğitim amaçlı laboratuvarlarımız:

Bilgisayar laboratuvarı: Bu laboratuvarında, bilgisayarlarda üst düzey programlama dillerinin derleyicileri, matematiksel ve istatistiksel uygulama programları yer almaktadır.

Kimya laboratuvarı: Kimya deneyleri genel kimya dersinde öğretilen temel bilgilerin uygulaması şeklinde düzenlenmiş olup, öğrencilerin kimyasallar, deney malzemeleri ve cihazları ile bireysel deneyim kazanmalarını hedefler.

Fizik laboratuvarı: Bu laboratuvar öğrencilerin tüm mekanik deneyleri yapabileceği hava masaları ve diğer mekanik aksesuarlar ile donatılmıştır. Öğrencilerimiz deneyleri; doğrusal ve ivmeli

hareket, dönme ve öteleme hareketi, esnek ve esnek olmayan çarpışma gibi; ilk olarak bilgisayar laboratuvarında bilgisayar ortamında gerçekleştirildikten sonra fizik laboratuvarında pratik olarak yapmaktadırlar. Bu sistemle öğrencilerimiz, fizik deneylerini yaparken hem bilgisayar kullanımını hem de bilimsel veri analiz yöntemlerini öğrenerek bilgilerini ve el becerilerini geliştirmektedirler.

Mikroişlemci laboratuvarı: Laboratuvarında, her deney bordu, 8086 mikroişlemci, EPROM programlayıcısı, paralel ve seri giriş/çıkış terminalleri, klavye ve monitörden oluşan deney düzenekleri bulunmaktadır. Deneyler için tasarlanan devreler bord üzerine kurularak mikroişlemciye paralel veya seri giriş/çıkış terminalleriyle bağlanır, yazılımlar ise klavye kullanılarak EPROM'a yüklenir ve tasarım monitör aracılığıyla test edilir. Assembly dili ile programlama, basit giriş/çıkış arabirimleri ve mikroişlemcilerde kesme (interrupt) işlemleri yapılır.

Elektronik laboratuvarı: Laboratuvar temel ölçü aletleri (osiloskop, voltmetre, ampermetre, ohmmetre, vb.) ile sinyal jeneratörü gibi temel elektronik test aletleri ile donatılmıştır. Öğrencilerimiz bu laboratuvarında devre kurmayı ve test etmeyi öğrenmektedirler.

Biyomedikal laboratuvarı: Laboratuvarında çeşitli deney düzenekleri ve deneyler için gerekli elektronik cihazların yanı sıra tıpta kullanılan teşhis ve tedavi amaçlı EKG, Ultrason, X-ray gibi tıbbi elektronik sistemler de bulunmaktadır. Laboratuvarında, biyomedikal sistemlerin deneysel testi için gerekli donanım olanakları mevcuttur.

Lisans eğitim ile beraber yüksek lisans araştırmalarında da kullanılan laboratuvarlarımız ise şöyle sıralanabilir:

Biyosensörler ve mikroskopik görüntüleme laboratuvarı: Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği bölümünde temel olarak iki çalışma grubu göze çarpmaktadır. Bu gruplardan bir tanesi biyomedikal sinyal ve görüntü analizi, fizyolojik modelleme ve bilgisayarlı simülasyon konularında çalışırken diğer grup ise biyomalzeme ve biyosensör alanlarında faaliyet göstermektedirler. Doğal olarak her iki grubun içindedeki yapılacak araştırma konusuna yönelik olarak enstrümantasyon, bir başka deyişle deney düzeneği oluşturmaya yönelik olarak da çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışma grupları göz önüne alınarak kurulmuş olan Biyosensörler ve Mikroskopik Görüntüleme laboratuvarında simülasyon amaçlı bilgisayarlar, deney düzeneği ve enstrümantasyon çalışmalarında kullanılmak üzere temel elektronik ekipmanları (güç kaynağı, fonksiyon jeneratörü, sayısal osiloskop vb.) ve temel biyokimya laboratuvar ekipmanlarından

optik mikroskop, çalkalamalı su banyosu, manyetik karıştırıcı, etüv, ultra santrifüj, ultrasonik banyo, pH metre gibi ekipmanlar mevcuttur.

Fiziki olarak laboratuvarımız iki bölmeden oluşmaktadır. Araştırmacıların yoğun olarak çalıştığı kısım ölçme değerlendirme ekipmanlarının bulunduğu bölümdür. Diğer bölüm ise sağlık açısından zararlı kimyasal maddelerin depolanması ve deney öncesi bu maddeler ile hazırlıkların tamamlanması için ayrılmış olan havalandırılmalı kısımdır. Biyomalzeme ve biyosensör laboratuvarında, ayrıca lisans öğrencilerini destekleyen TÜBİTAK araştırma projeleri yürütülmektedir.

Biyomekanik ve mukavemet laboratuvarı: Biyomekanik ve Mukavemet Laboratuvarının kurulma amacı, mühendislik ve tıp alanında kullanılan polimer, seramik, metal, kompozit, biyomalzeme ve medikal malzemelerin dayanım özelliklerini tespit etmek ve bu malzemelerin kullanıldığı uygulamalarda malzeme dayanım performansını değerlendirmektir. Çekme, basma, eğilme, burulma ve bileşik (eksenel-burulma) yükleme yapabilme kapasitesi ile biyomedikal malzemelerin, gelişmiş malzemelerin ve üretilmiş parçaların hem statik, hem de yorulma özellikleri tespit edilebilmektedir.

4. Bilimsel çalışmalar

Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümünde Erasmus Programı uygulanmaktadır. Erasmus, Avrupalı yükseköğretim kurumlarının birbirleri ile işbirliği yapmalarını teşvik etmeye yönelik bir Avrupa Birliği programıdır. Yükseköğretim kurumlarının birbirleri ile ortak projeler üretip hayata geçirmeleri; kısa süreli öğrenci ve personel değişimi yapabilmeleri için karşılıksız mali destek sağlamaktadır. 11.04. 2008 tarihinde [Universities of Applied Sciences of Oldenburg, Ostfriesland and Wilhelmshaven \(Almanya\)](http://www.universitiesofappliedsciences.de/) (FH-OOW) ile ikili ERASMUS antlaşması imzalanmıştır. Bölümümüzden, Yrd. Doç. Dr. Dilek Çökeliler "Human Centred Approaches in Biomedical Engineering" konulu yaz okuluna davet edilmiş ve "[Biomaterial Science: Fundamentals & Nanotechnological Applications](http://www.universitiesofappliedsciences.de/)" dersini vermiştir. Bölümden 5 öğrenci 1-19 Eylül 2008 tarihlerinde "Human Centred Approaches in Biomedical Engineering" başlıklı yaz okuluna Avrupa Birliği Desteği ile katılmışlardır. Universities of Applied Sciences of Oldenburg, Ostfriesland and Wilhelmshaven (Almanya) (FH-OOW)'da gerçekleştirilen yaz okulunda aldıkları dersleri başarıyla tamamlamışlar ve ayrıca "Türkiye'de Organ Bağışı" başlıklı posterlerini sunmuşlardır.

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü tam zamanlı öğretim üyeleri son iki yılda 23 adet indekste yer alan makale yayınlamışlardır. Ayrıca 54 adet (35 uluslararası, 19 ulusal) ulusal ve uluslar arası bildiri yayınlamışlardır. Ve bu iki yıl içinde Biyomedikal Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden bir tanesi, bitirme projesi dersi kapsamında hazırlamış olduğu “Titanium İçerikli Malzeme Biyouyumluluğunun Arttırılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Plazma Polimerizasyon Tekniği ile Aktif Protein Tutuklanması” başlıklı bildirisi ile “13. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı (BİYOMUT-08)”nda başarı ödülü almıştır. Ayrıca öğretim üyemiz Yrd. Doç. Dr. Dilek Çökeliler “Polimerik Biyomalzemelerin Enfeksiyon Riskinin Azaltılmasında Yeni Bir Yaklaşım: *NANO-BIO-MAT: YÜK BOŞALIM TEKNİĞİ İLE TÜP-İÇİ NANOKAPLAMALAR*” konulu araştırmasıyla TÜBA-LOREAL "Genç Bilim Kadını Destek Ödülü", 2009 yılı içinde kazanmıştır.

Bölümümüzde 2 adet TUBİTAK proje çalışmalarının bir tanesi tamamlanmış olup diğer çalışma devam etmektedir.

Başkent Üniversitesinde, “Biyomedikal mühendisliği eğitimi, mezunların durumu ve EMO'nun rolü” çalışmayı 2007 yılı içerisinde yapılmıştır.

5. MÜDEK Başvuru süreci, mevcut durum değerlendirilmesi

MÜDEK başvuru hazırlıkları devam etmektedir. Ders dosyaları hazırlanmaktadır. Anketler yeni öğrencilerimize ve yeni mezunlarımıza uygulanmaya başlanmıştır.

6. Sonuç ve Değerlendirmeler

Biyomedikal mühendisliği eğitimi ülkemizde yaklaşık 20 yıl sadece yüksek lisans seviyesinde sürdürülmüştür. 2000 yılından itibaren özellikle de 2005 mezunları ile beraber her yıl yaklaşık 40 biyomedikal mühendis lisans eğitimi olarak sektörde yerini almaktadır. Biyomedikal mühendislik eğitimi, A.B.D.'de yaklaşık 50 yıldır, A.B. ülkelerinde birçok ciddi üniversitede uzunca süredir lisans seviyesinde yapılmaktadır. Elbette bu ülkeler biyomedikal cihaz ve malzemeleri geliştiren ve üreten ülkeler olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak, bizim gibi gelişmekte olan ve üç milyar dolarlık bir pazara sahip ülkelerde, katma değeri yüksek yeni ürünler (tasarım ve/veya donanım) tasarlama, bunların prototiplerini gerçekleştirme ihtiyacı çok yüksektir. Bu zamana kadar bu tip faaliyetler hep elektrik-elektronik, makine, kimya ve fizik mühendisleri tarafından yapılmıştır. Belirli konularda bilgili ama biyomedikal sektörüne çok yabancı bir şekilde mezun olan bu mühendisler

belirli süre sonra kendi gayretleri ile bu alandaki bilgi birikimlerini arttırmaya çalışmaktadırlar. Buna karşın, tıp ve yaşam bilimleri konularıyla donanmış, bunların üstüne temel elektronik mühendisliği bilgilerini koymuş ve mekanik ve malzeme esaslarını öğrenerek bilgilerini takviye etmiş ve bu alana en başından beri odaklı insanlarla bu konuda yapılacak akademik çalışmalar, klinik ve medikal mühendislik uygulamaları daha verimli olacaktır diye düşünmekteyiz.

Son zamanlarda ülkemizde hastanelerde biyomedikal mühendislerinin çalıştırılması zorunluluğu konusunda yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Bu durumun kısa süre içerisinde gerçekleşeceği düşünülürse ülkemizde de biyomedikal mühendisliği lisans programı bir zorunluluk haline gelecektir. Tüm bu konular dâhilinde biyomedikal mühendisliğinde lisans eğitimin yaygınlaşması gerekliliği düşünülmektedir.

7. Kaynaklar

[1] “Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi, Mezunların Durumu ve EMO'nun Rolü Çalıştayı” EMO Yayınları, 4 Mayıs 2007, Başkent Üniversitesi, sayfa 55-62, 2007.

[2] Yılmaz, B., H. Akçay, “Türkiye’de Türünün İlk Örneği: Başkent Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Lisans Programı” BİYOMUT 2008, 29-31 Mayıs 2008, Ankara, Türkiye.

