

BIYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ, SEKTÖRÜN İHTİYAÇLARI VE İSTİHDAM

EEMKON 2015 Kongresi kapsamında yapılan Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi, Sektörün İhtiyaçları ve İstihdam panelinde dile getirilen bilgileri sizler için derledik.

Hakan Evsine / Acıbadem Sağlık Grubu

Hastanelerde her 100 yatağa bir biyomedikal mühendisi istihdamı

Biyomedikal mühendisi arkadaşlarımız sağlık sektöründe, hastanelerde, üniversite hastanelerinde, devlet hastanelerinde, özel sektör hastanelerinde, bunun dışında medikal cihaz satışı yapan, Türkiye'de distribütör olan firmalarda çalışıyorlar. Tanı, tedavi amacıyla kullanılan medikal cihazların tüm teknik işlemlerinden, bakım-onarımından sorumlular. Hızlı gelişen tıbbi teknolojilerin hastanelere aktarılmasından, tıbbi cihazların seçiminden, kullanıcıların eğitimlerinden sorumlular. Hastanelerdeki en büyük mal varlığı olan medikal cihazların envanter yönetim sistemindeki işletilmesinden sorumlular. Cihazların kalibrasyonu ve etkisel güvenlik testlerinin yapılmasından sorumlular. Medikal cihazlarla ilgili genel olarak bütün emniyet önlemlerinin alınmasından sorumlular.

Günümüzde tıp teknolojisi çok ilerledi.

Hastanelerimizde bundan 20 yıl önce bir tane röntgen, bir tane EKG gibi cihazlar varken, şimdi baktığınız her klinikte, her bölümde sayısız, farklı türde medikal cihazlar var. Bu kadar medikal cihazın olduğu ortamda ülkemizde de biyomedikal mühendisleri için istihdam ile ilgili bazı uygulamalar var.

Ülkemizde, gerek devlet, gerek özel sağlık hastaneleri ve gerekse üniversite hastanelerinde biyomedikal teknikeri, biyomedikal mühendisi bulundurmamak yasal bir zorunluluktur. Resmi Gazete'de yayınlanmış olan yasalar gereği, 200 yatak ve üzeri Sağlık

Rakamlarla Biyomedikal Mühendisliği

Türkiye'de biyomedikal mühendisliği eğitimi, yüksekisans düzeyinde Boğaziçi ve ODTÜ'de verilmeye başlandı. Daha sonra Başkent Üniversitesi'nde 2002'de lisans eğitimine geçildi. 2015 yılında yayınlanan ÖSYM istatistiklerine göre, 1310 kayıt var. Kontenjanın 1100'ü yerleşmiş. Şu anda bölümlerde aşağı yukarı 5000-6000 biyomedikal mühendisliği öğrencisi okuyor. Bunlar Elektrik Mühendisleri Odasına üye oluyorlar.

Türkiye'nin tıbbi cihaz ve sarf malzemelerine harcadığı para 15-20 milyar dolarlarla ifade ediliyor. 2007 yılında bu rakam 4 milyar dolar. 8 senede dört misli artış.

Günümüzde hastanelerde yaklaşık 20 bin farklı tür tıbbi cihaz ve sistem kullanılıyor. Ülkemizde kullanılan biyomedikal cihaz ve sistem sayısı son 20 yılda yediye katlandı. Bunların yüzde 90-95'i de ithal malzemeler. Danimarka, İrlanda, İsviçre ve Belçika gibi ülkelerde toplam özel sektör Ar-Ge harcamalarının biyoteknolojiye ayrılan kısmı yüzde 12'nin üzerinde.

Bakanlığına bağlı hastanelerde, 100 yatak ve üzeri yatak kapasitesine sahip özel hastanelerde birer biyomedikal mühendisi istihdam edilmek zorunda. Yine Bakanlar Kurulu, 2005 yılında almış olduğu bir kararla, yataklı tedavi kurumları bünyesinde biyomedikal hizmeti ve kalibrasyon birimi kurulmasını veya bunların başka bir kurumdan satın alınmasını şart olarak getirdi.

Biyomedikal mühendisi firmalarda ne işler yapıyor?

Biyomedikal mühendisleri eğer medikal firma, üretim tarafında ise bunların üretimin kısmında üretim mühendisi olarak ya da tasarımlarında Ar-Ge mühendisi olarak ya da üretilmiş cihazların test edilmesi sırasında kalite kontrol mühendisi olarak

çalışabiliyorlar. Son dönemde gelişen bir ciddi yazılım tarafı var medikal sektörde. Özellikle ameliyat ve yoğun bakımdaki hastaların takipleri için, bunların tanı ve tedavilerinde karar destek sistemleri ile ilgili bilgisayarlara entegre edilmiş yazılımlar var. Yine bunların bünyesinde de yazılıma gönül vermiş biyomedikal mühendisi arkadaşlarımız çalışıyor. Bunların dışında Türkiye’de satış yapan ya da distribütör olan medikal firmalarda satış mühendisi, satış sonrası eğitimden sorumlu aplikasyon mühendisi ve yine satış sonrası bakım-onarımdan sorumlu teknik servis mühendisi olarak da görev yapıyorlar. Tabii, ilk yol da akademik yol. Yüksek lisans ve doktora yapmak isteyen arkadaşlar için de akademisyenlik yolu, hem Türkiye’de, hem de yurtdışındaki üniversitelerde birçok eğitim noktasında var.

Amerika Birleşik Devletleri’nde 2008-2018 yıllarını kapsayan bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada iş bulma imkanlarının en çok artacağı mühendislik dalının, yüzde 72 artış hızıyla biyomedikal mühendisliği olduğu belirlenmiş. Bizim de ülkemizin bu son bilim ve teknoloji politikaları kapsamında orta vadede biyoteknoloji ve biyomedikal alanların hızla gelişeceği işaret ediliyor.

Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi

Biyomedikal mühendisliğine Türkiye’de baktığımızda, aslında her yıl daha fazla mezun veriyoruz, her yıl okul sayısı, bölüm sayısı artıyor. Tabii, sektöre şöyle bakmak lazım: Hem mühendislik, hem de teknikerlik öğrencileri var. Fakat şu anda benim klinik mühendislik tarafında gördüğüm şu; birincisi, eğitimde çok net bir şekilde farklılıklar var. Birçok üniversitede bir EKG cihazını görmeden mezun olan arkadaşlar var. Eğitimleri tamamen akademik boyutta. Türevi çok iyi öğreniyor öğrenciler, ama cihazı gördüğünde ne olduğunu maalesef tanımıyorlar. Sinyal işlemeyi çok iyi öğreniyorlar, ama MR cihazını gördüğünde onu yadırgıyor. Maalesef bu durumdayız.

Medikal cihazların ülkemizde Ar-Ge ve yönetim çalışmalarına yönelik duruma baktığımızda; kullanılan teknikler çok yüksek sermayeyi gerektirdiği için, ancak çok basit ürünler yapıyoruz. Hasta yatakları falan yapıyoruz. Yani teknolojik bir ürün yapmıyoruz. Daha çok ağır metal işçiliği veya metalden oluşan ameliyat lambası falan da yapmaya başladık. Ama bütün bunlar basit kalıyor. Yüksek teknolojili bir ürün yapamıyoruz maalesef.

Biyomedikal Alanında Üretim Yapmamız Şart

Tabii bu işin cihaz tarafı. Ama bir diğer tarafta da çok ciddi bir medikal malzeme sektörü var. Biyomedikal mühendisleri için bu sektörde geçekten çok büyük bir iş istihdam imkanı bulunuyor. Fakat burada küresel

pazardan pay alacak ürünler geliştirmekte fayda var. İşte burada bir sürü biyomedikalın alt branşlarında; doku mühendisliği olsun, biyoteknoloji olsun, nanotik olsun birçok çalışma yapılabilir. Biz en azından kendi ülkemizde yüzde 90’ını dışarıdan ithal ettiğimiz ürünlerin bir kısmını burada üretsek, hem ülkemizde istihdam alanları yaratacağız hem de ekonomiyeye büyük ölçekte çok büyük katkı sağlayacağız. Bu artan mezun sayısına baktığımızda, ülkemizin yeni açılacak olan hastanelerin bunları istihdamla karşılaması mümkün değil. Türkiye’deki sağlık sektöründeki medikal firmalara baktığımızda, onların da sayısında büyük bir artış yok. Çünkü Türkiye’de her dakika yeni şirket kurulup, yeni istihdamlar edinilmiyor. O yüzden yeni iş alanları açmak zorundayız. Bunun da yolu üretimden geçiyor. Mutlaka medikal cihaz, mutlaka medikal malzeme tarafında üretime doğru gitmeliyiz. Fakat burada bir tane girişimcinin tek başına çıkıp “Ben bunu üreteceğim” demesi maalesef yetmiyor. Çok ciddi bir şekilde üniversite, medikal sektör ve hastaneler, yani klinik tarafta çalışmalar yapılması gerekiyor.

Biyomedikal Mühendislerinin Alanın Tamamında Çalışmaları Gerekiyor

Bunların tamamlanması için bu üç sacayağının mutlaka birlikte çalışması gerekiyor. Girişimci başka beklentiler içerisinde, akademisyen başka beklentiler içerisinde. Biz bunları yıllardır bir araya getiremedik. Ne olacak? Eğitim konusunda gerçekten ciddi sıkıntılar var. Çok dengesiz mezunlar veriliyor ülkede. Bu öğrenciler birçok şeyi bilmiyorlar. Benim karşılaştığım en büyük problem klinik mühendisliği tarafında. Yani kimse tornavida tutmak istemiyor, özellikle bayan arkadaşlar. Yani klinik mühendislikte çalışmak istemiyorlar. Birkaç tanesi “Biz yaparız, başlayalım” dedi, 3 ay sonra pes ediyorlar. Ama ne yapacaksınız; Türkiye’de kaç tane cihaz eğitimi verecek aplikasyon uygulamaları var? O zaman, herkes satışta çalışacak, hiçbir şey de üretmediğimize göre. Bence biraz bu işin mühendisliğini de kabullenmemiz lazım. Evet, klinik mühendisliği kirliliği bir iştir. Biraz önce hocalarımızın örnek verdiği, ameliyathaneye gelip, hekimden azar işitirsiniz, gerekirse hasta yatağının altına yatar, kotonunu değiştirirsiniz. Ama bu da gereklidir. Bizler mühendisiz, yani bunu böyle kabul etmeliyiz, klinik mühendislik bu. Tabii ki akademisyenlik yapmak istiyorsak masa başı... Diyor ki “Bilgisayarı ver”. “Bilgisayarı ne yapacaksın; ben sana takım çantası vereceğim.” Maalesef bu durumdayız. Yani herkes “Masam nerede?” diye bakıyor. Benim bulunduğum organizasyon içerisinde 3-4 tane bayan arkadaş çalışıyor. Maalesef hepsi Biyomedikal Satın Alma Departmanında çalışıyor. Klinik mühendislikte çalışmak isteyen bulamıyoruz. Bulunanlar da,



BIYOMEDİKAL ALANI ERİL MİDİR?

Begüm Yalçın - Biyomedikal Mühendisi

Biyomedikal mühendisliği çok geniş bir alan. Bizim 4 yıl içerisinde fizyoloji, anatomi, elektrik elektronik ve makine gibi birçok dalı bilmemiz ve iyi bilmemiz bekleniyor. Ve bu konuda biz bir yandan temel bilimler de almak zorundayız. Bunların hepsi 4 sene içinde olmalı. Ve mezun olunca gerçekten sudan çıkmış balığa dönüyoruz. Çünkü bir fizyoloji, bir elektronik, biz de ne yapıyoruz bilmiyoruz. Bu durumda bir de laboratuvar çalışmaları giriyor işin içine. Tabii ki çıkışta biz elimize tornavida alamıyoruz. Erkekler de bunun içine dahil. Genel bir algı var Türk nüfusunda: "Kadınlar bu tür amelelik gerektiren işleri yapmak istemiyorlar." Ben şahsen yapmak istiyorum. Ama bana, "Sen kızsın, otur; bir şey taşıyamazsın" deniliyor. Hayır, benim de iki elim ve iki ayağım var, aynı beyine sahibim. Yani bunu ben de yapabilirim. Sadece bunun bir algı olduğunu düşünüyorum.

dediğim gibi, pes ediyor. Erkek arkadaşlarda yavaş yavaş tornavidadan uzaklaşan, takım çantasından uzaklaşan bir anlayış var.

Şunu demeye çalışıyorum: Biyomedikal mühendisleri yöneticilik yapmak istiyor ve biyomedikalın klinik mühendislik tarafını biyomedikal teknikerlerine bırakmış durumdadır. Bunun doğru olmadığını düşünüyorum. Eğitimlerimizde de bunların mutlaka bu şekilde anlatılması gerektiğine inanıyorum. Herkes adli tıp mı yapacak? Onlar da çıkacak, tabii ki onlar da lazım; akademik mühendislerimiz de olsun, akademik

çalışmalar da yapsınlar, endüstri ile de çalışsınlar. Ama bu tarafta da böyle bir gerçek var. Bunu kabul edecek mühendisleri de sektörde bekliyoruz.

Prof. Dr. Yekta Ülgen - Boğaziçi Üniversitesi

Küçük Ama Pahada Kıymetli Şeyler Üretmeliyiz

Şu son zamanlarda eğitim kadar, üretim de çok önem kazanmaya başladı. Aşağı yukarı tıbbi cihazların yüzde 90'ı yurtdışından ithal. Ne üretiyoruz? Gazlı bez, pamuk, şırınga, EKG. Bir firma galiba defibratör cihazı üretmeye başlamış, geçenlerde onun haberini aldım. Aspiratör, hasta yatağı... Yani böyle şeyler. Önemli olan, küçük ama pahada kıymetli şeyler...

Neden üretim yapılamadığını tartışabiliriz. Çok çeşitli nedenleri var. Eğitim yine çok önemli. Neden? Çünkü uyması gereken çok çeşitli standartlar var. İnsan vücuduna girdiği andan itibaren bir ürünün, tıbbi cihaz olduğu andan itibaren, çok sıkı denetim altındadır. O gözle bakılması lazım ve bu bir ekip işi. Dolayısıyla bu kişilere destek verilmesi lazım, bu konularda destek verilmesi lazım. Fakat gerçekten tıbbi cihaz üretmek çok zor bir süreç; meşakkatli, yatırım gerektiren ve sıkıntılı bir süreç.

Bir cihazın kullanılabilir hale gelmesi için ortalama 8 sene gerekli. Çünkü bunun ardından bir de insan deneyleri var, hayvan deneyleri var, klinik deneyleri var, verifikasyon var, navigasyon var... Bunların hepsi zaman alan, süreç isteyen kavramlar.

Prof. Dr. Ata Akın - Acıbadem Üniversitesi

Biyomedikal Mühendisliği Tarihine Kısa Bir Bakış

Hem biyomedikal mühendisliğinin, hem tıp mühendisliğinin çeşitli tanımları var. Bunlardan benim en beğendiğim tanım şu: Yaşam ve mühendislik bilimlerini gerçekleştiren gelişmelerin ortaklaşa olarak insan ve çevre sağlığındaki kullanımı.

Bu ne demek? Bizler esasında aldığımız eğitimlerle, tıbbi aygıtlar geliştirebiliriz. İlaç keşifleri yapanlar var aramızda, yazılımlar geliştirenler var, tıbbi bilişim sistemleri denen. Yapay organlar var. Diyorsunuz ki, bunların bir kısmı biyoloji. Evet, ama bunların arkasında bayağı bir ciddi alet, edevat ve tasarım var. Dolayısıyla bu tür bir tanım bence yaşam ve mühendislik bilimlerinde ortak çalışmak bence biyomedikal mühendisliğinin özünde var.

1940'larda, hastanelerde elektronik alet kullanımı çok artıyor. Bunun üzerine Amerika'daki Elektrik Mühendisleri Odası, IEEE, diyor ki, "Biz bir alt branş kuralım. Buna da medikal elektronik adını verelim." Biyomedikal değil, medikal elektronik. Aradan 10 sene geçiyor, 10 sene sonra Amerika'daki çeşitli üniversiteler -ilk 6 üniversite ile başlamıştır- medikal ve biyoloji mühendisliği adıyla mastır, doktora programları açıyor. Hâlâ biyomedikal denilmiyor. Ne zaman çıkıyor bu laf? 1960'larda. "Bu endli, mendli isimler olmasın" diyorlar, biyolojinin 'biyo'sunu kesiyorlar, medikal'in başına oturtuyorlar. Biyomedikal mühendisliği 1960'lardan sonra lisans eğitimine

doğru dönmüştür. Şu anda biyomedikal mühendisliği dediğimizin esas tıp mühendisliği kavramından çıkmıştır. Esasında o özgün, ilk laf tıp mühendisliği diye doğuyor.

1970'lerde "biyomühendislik" diye bir kavram çıkıyor. Bu aslında hücre ve DNA analizleri ve onlar üzerine manipülasyonlar ile hem ölçüm, hem tedavi teknikleridir. İşte bugün hamilelik testi dediğimiz de, kalp ölçümleri dediğimiz de, hepsinin altında biyomühendislik ve biyoteknolojik uygulamalar var.

2000'lere geldiğimiz zaman, bu mühendisler, bizler yani, tıptan o kadar kopuyoruz. Bunun üzerine, tıptan bu kadar koştüğünü gören bir grup insan -bunun içinde Harvard ve MIT de var, İngiltere'de Queen's Üniversitesi gibi yerler, Hong Kong Üniversitesi var- "Yahu, biz bunu niçin kurmuştuk? Hastanelere ve kliniğe hizmet etmek için, onların ihtiyaçlarını görmek için" diyor. "O zaman bunun gerçek ismi neydi; tıp mühendisliğiydi. Biz o zaman bu adla bölüm açalım" diyorlar. MIT'nin yüksek lisans, doktora programına bakın, biyomedikal yazmaz, Institute of Medical Science and Engineering'dir. Harvard ile ortaklaşa ürettiği programın ismi Health Science and Technology'dir, biyomedikal değildir. Çünkü biyomedikal dediğiniz anda kim kimin altında, kim kimin üstünde belli değil. Yani biyomedikalci mi biyomühendisi kapsamalı, biyomühendis mi biyomedikalciyi kapsamalı, kim klinik mühendisi... Bu tartışmalar gereksiz. Biz hepimiz tıp mühendisi olarak ortaya çıktık.

