

HASTANELERDE VERİMLİLİĞİ YÜKSELTİCİ UYGULAMALAR

Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri

Doç. Dr. Hikmet SEÇİM*
Y. Müh. Talat PEKELMAN**

I. Giriş

Çağımızı karakterize eden önemli özelliklerden biri de hızla geliştirilen teknolojilerdir. Yüksek teknoloji adıyla anılan bu teknolojiler yoğun olarak uzay çalışmalarında, savunma sanayiinde ve tıp alanında kullanılmaktadır. Tıpta yüksek teknolojinin kullanımı ABD' de 1960 yılında uzay araştırmaları yapan NASA'daki mühendislerle hekimlerin birlikte çalışmaları ile başlamıştır (1). Teşhiste inveziv olmayan metotlar kullanmak, teşhis ve tedavide tıbbi hataları asgarileştirmek, teşhis ve tedavi süresini asgariye indirmek, teşhis ve tedavi cihazlarının hastada oluşturabileceği yan etkileri en aza indirmek amaçlarıyla kullanılan tıbbi cihazlar vasıtasıyla bugün hastaneler **teknoloji yoğun** işletmeler haline gelmiştir. EKG, EMG, EEG cihazları, kalp akciğer makinaları, otomatik defibrilatörler, televizyonlu röntgen cihazları, bilgisayarlı tüm vücut taramalı tomografi,

(*) Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Öğretim Üyesi.

(**) MultiCare Health Corp. (Washington D.C., ABD) Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri Danışmanı.

(1) Necmi TANYOLAÇ, «Yüksek Teknolojinin Getirdiği Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri» (yayımlanmamış tebliğ), (İstanbul: Boğazıcı Üniversitesi, 20 Kasım 1986), s. 1.

termografi, dijital videolu anjiyografi, ultrasonografi, oto-analizörler, lazer cihazları, nükleer manyetik rezonans (NMR), pozitronemiyon tomografi (PET), böbrek taşı parçalama cihazları, kalp pompası, portatif dializörler tıbbi teknolojideki yeniliklerin örnekleri olarak ifade edilebilirler (2).

Hastanelerde verimliliğin yükseltilmesi söz konusu edildiğinde ise ele alınabilecek önemli konulardan biri de tıbbi teknolojinin kullanımınıdır. Çünkü hastanelerdeki teknolojik verimlilik, toplam verimliliğin önemli bir bileşenidir. 1986 yılında Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü'nün (B.Ü.B.M.E) İstanbul'da beş büyük hastanede yaptığı bir araştırmada elektronik esaslı tıbbi cihazların önemli bir kısmını bu tip cihazlarda tecrübesi olmayan teknisyenlerce tamir edilirken bozulduğu, bir kısmının parçalarının kaybolduğu, cihazların bir kısmında önemli fonksiyonların iptal edildiği ve cihazların genellikle kalibrasyonsuz oldukları tespit edilmiştir (3). 1990'da Eskişehir'de üç hastanede radyolojik cihazlarla ilgili olarak yapılan bir başka araştırmada da bu cihazların önemli bir kısmının tam fonksiyonel olarak kullanılmadığı, periyodik bakımlarının sürekli şekilde yapılmadığı, parça ya da malzeme yokluğu nedeniyle bir kısmının atıl bekletildiği saptanmıştır (4). Genelleştirmek açısından yetersiz fakat bu alanda en yeni sayılabilecek bu araştırmalar da göstermektedir ki hastanelerimizdeki tıbbi cihazlardan olması gerektiği şekilde **yararlanılamamakta**, böylelikle de önemli sayılabilecek ölçülerde kaynak israfına neden olunmaktadır. Oysa bir bütün olarak hastanede verilen hizmeti nitelik ve nicelik yönünden artırabilmek için teknolojinin de verimli şekilde kullanılması bir zorunluluktur. Dolayısıyla tıbbi teknolojinin verimliliğini etkileyen faktörlerin neler olduğu, bu faktörlerin verimliliği nasıl ve ne yönde etkiledikleri önem-

-
- (2) Russel C. COILE, **The New Hospital: Future Strategies for a Changing Industry**, (Rockville: An Aspen Publication, 1986), s. 61-65, 85-89; TANYOLAÇ, s. 1; Fulya SARAÇOĞLU ve Hikmet SEÇİM, «Sağlık Sektöründe Yüksek Teknoloji Kullanımının Hastane Organizasyonuna Etkileri», (İstanbul İli Sağlık Tesisleri Master Planı ve Uygulama Yöntemi Seminerinde sunulan tebliğ), (İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi, 25 Nisan 1988), s. 3-4.
 - (3) Necmi TANYOLAÇ, «Yüksek Teknolojinin Türkiye'deki Durumu ve Biyo-Medikal Mühendislik Hizmetleri» (yayımlanmamış tebliğ), (İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi, 20 Kasım 1986), s. 2.
 - (4) Serpil ÇORUM, **Hastanelerde Tıbbi Teknolojik Verimliliği Etkileyen Faktörlerin Analizi (Radyolojik Cihazlar Örneği)**, (yayımlanmamış yüksek lisans tezi), (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst., 1990), s. 58-75.

li bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmamızda da tıbbi teknolojilerin verimliliğini etkileyen faktörlerin analizi amaçlanmıştır. Bu gayeyle önce yüksek tıbbi teknolojilerin özellikleri incelenmiş, bu teknolojilerin verimliliğine etki eden faktörler analiz edilmiş ve nihayet biyomedikal mühendislik hizmetlerinin hastane içindeki yeri fonksiyonel açıdan ele alınmıştır.

II. Yüksek Tıbbi Teknolojilerin Özellikleri Nelerdir?

Yüksek tıbbi teknolojilerin verimliliğine etki eden faktörleri analiz edebilmek için öncelikle bu teknolojilerin özelliklerini belirlemek gerekir. Söz konusu özellikler şu başlıklarda toplanabilir:

i) **Yüksek tıbbi teknolojiler daha iyi eğitilmiş işgücü gerektirir.** Tıbbi teknolojilerde genel eğilim cihazların kullanımını basitleştirmek yönünde olmakla beraber cihazların tüm fonksiyonlarıyla süratli ve doğru şekilde kullanılabilmesi için kullanıcının eğitimi önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bu eğitim iki temel aşamadan oluşur: Birinci aşama kullanıcının alması gereken **temel eğitimi**, ikincisi ise cihazın işletilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi için gerekli olan cihaz bazındaki **özel eğitimidir.**

ii) **Yüksek tıbbi teknolojilerde güçlerine oranla daha az fakat daha kaliteli enerji kaynakları kullanılır.** Enerji konusunda temel ilke asgari miktarda enerji ile azami çıktının alınmasıdır. Ancak bu ilkenin beraberinde getirdiği diğer bir özellik de bu enerji kaynaklarının geleneksel enerji kaynaklarına göre daha kaliteli olması zorunluluğudur. Bu zorunluluk söz konusu cihazların hassasiyetinin artmasından doğmaktadır. Bunun anlamı ise mevcut enerji kaynaklarının yenileştirilmesi ve modern cihaz/sistemlerle desteklenmesidir.

iii) **Yüksek tıbbi teknolojilerde daha çeşitli ve daha kaliteli malzemeler kullanılır.** Emniyet, güvenilirlik ve hassasiyet ile ilgili hedeflere ulaşabilmenin yolu cihaz/sistemlerde kullanılan malzemelerin (sarf malzemeleri, ilaç, solüsyon, kimyasal malzemeler gibi) çok daha yüksek kaliteli olmasından geçmektedir. İlk defa kullanılmaya başlanan yeni tıbbi teknolojiler beraberlerinde yeni, dolayısıyla denenmemiş malzemelerin kullanımını da gerektirir. Bu yeni malzemelerin kullanımı ise ek bir eğitimi gerektirir.

iv) **Yüksek tıbbi teknolojiler uzmanlığa dayalı bakım-onarıma ihtiyaç gösterir.** Yüksek tıbbi cihazlardaki hassasiyet, güç ve fonksiyonlarındaki artış, daha karmaşık elektronik, mekanik ve elektrome-

kanik sistemlerin yaygın kullanımı ile sağlanmaktadır. Bu tür karmaşık sistemleri içeren cihazların bakım ve onarımı bu alanda eğitim görmüş uzmanlar ve özel teçhizatla yapılabilmektedir. Bu koşulların sağlanmasıyla gerçekleştirilen bakım-onarım-kalibrasyon sayesinde hem çıktılarının kalitesi artmakta hem de cihaz/sistemin verimli kullanım ömrü uzamaktadır.

v) **Yüksek tıbbi teknolojiler pahalıdır.** Pahalılık nisbi bir kavram olmakla ve fiyatlar cihazdan cihaza ya da sistemden sisteme değişmekle birlikte bir sonraki teknoloji bir öncekine göre çok daha pahalıdır. Bunun en önemli nedeni; gerek kapasitesi, gerekse güvenilirlik, emniyet ve hassasiyeti arttıran daha pahalı özel eleman ve parçaların bu teknolojilerde kullanılıyor olmasıdır. Pahalılığın bir başka ölçütü de hastanedeki yatak başına tıbbi teknoloji gereksinimidir. ABD standartları esas alınırse genel hastanelerde (ihtisas hastanesi olmayan hastaneler) yatak başına tıbbi cihaz gereksinimi 120.000 ile 150.000 dolar (480 milyon ile 600 milyon TL.) arasındadır. Bu da sözügelisi 100 yataklı bir hastanenin asgari 120 milyon dolarlık (480 milyar liralık) tıbbi teknolojiye gereksinimi olduğunu ortaya koyar. Yine ABD standartlarına göre bu miktar toplam hastane yatırımının asgari % 45'ine karşılık gelmektedir.

vi) **Yüksek tıbbi teknolojiler yoğun teknolojilerdir.** James D. THOMPSON'un sınıflamasına göre yüksek tıbbi teknoloji **yoğun teknoloji**dir. Bunun anlamı çok yönlü karşılıklı bağımlılık (reciprocal interdependence) ilişkisi içinde üretimin yapılabilmesi ya da hizmetin yürütülebilmesidir. Bu bağımlılık hem hizmetin yürütülüş şeklini, hem de hizmetin kalitesini belirleyici özellik taşır. Örneğin, bir nöroşürji uzmanının sağlıklı bir operasyona karar verebilmesi hastanın beyin elektroensefalografisini ve beyin tomografisini tetkik edebilmesiyle mümkündür. Laboratuvar tetkiklerinde yapılacak bir hata hekimin teşhis gücünü zaafiyete uğratabilecek, hastanın tedavisini en azından geciktirebilecektir. Hastanelerdeki yüksek tıbbi teknolojilerin bir başka özelliği de daha basit teknoloji düzeylerini ifade eden **çözümleyici** (mediating) ve **bağlı** (long-linked) teknolojileri de içinde barındırıyor olmasıdır (5).

Hastanelerdeki tıbbi teknolojilerin sözünü ettiğimiz **yoğun teknoloji** özelliğini göstermesi bir bütün olarak hastane verimliliğini

(5) SARAÇOĞLU ve SEÇİM, s. 4-5.

doğrudan etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkarmaktadır. Ve hastanelerin giderek teknoloji yoğun işletmeler haline gelmesi de örgütsel **etkinlik** açısından bu teknolojilerin önemini arttırmaktadır.

III. Yüksek Tıbbi Teknolojilerin Verimliliğine Etki Eden Faktörler

Yukarıda ana hatlarıyla açıklamaya çalıştığımız yüksek tıbbi teknolojilerin özelliklerinden hareketle bunların verimliliğine etki eden faktörleri dört başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; (i) işgücü, (ii) enerji, (iii) malzeme ve (iv) bakım-onarım'dır.

i) İşgücü Faktörü

Diğer tüm teknolojilerde olduğu gibi tıbbi teknolojilerde de insan faktörü ve insandan kaynaklanan hatalar olabildiğince azaltılmaya çalışılmakla birlikte, «kullanıcı»nın bütünüyle ortadan kaldırılması ya da aradan çıkartılması söz konusu değildir. İnsandan kaynaklanan hataları ortadan kaldırmanın veya asgariye indirmenin tek yolu, bu teknoloji veya cihaz/sistemleri kullanan işgücünün iyi ve yeterli eğitimidir. Bugün gelişmiş ülkelerdeki sağlık kuruluşlarında «operatör» ya da «teknolog» adıyla anılan kadrolara, işgören gruplarına sıkça rastlanmaktadır. Bu işgören grupları hem kullanacakları cihazlarla ilgili temel konularda, hem de cihaz/sistem üzerinde özel olarak eğitilmektedirler. Bu tür bir eğitimden geçmiş bir işgörenin kullandığı cihaz/sistemin verimliliğinin, niteliksiz bir işgörenin kullandığı cihaz/sistemin verimliliği ile kıyaslanamayacak kadar yüksek olacağı tartışılmaz bir gerçektir. Ülkemizdeki sağlık kuruluşlarında bu niteliklere sahip teknisyenler tarafından kullanılan cihaz/sistem sayısı son derece azdır. Cihaz/sistemlerin büyük çoğunluğu, konusunda hiçbir temel eğitim görmemiş, «hangi düğmeye, hangi sırada basacağı» öğretilmemiş kişiler tarafından kullanılmaktadır. Bu vasıflarda işgörenlerin kullandığı cihaz/sistemde sık sık karşılaşılan sorunlar şunlardır.

- Yanlış kullanmadan kaynaklanan arızalar
- Cihazın daha uzun süre çalıştırılması
- Daha fazla malzeme kullanımı
- Cihazın tüm fonksiyonlarının kullanılamaması
- Yanlış ve/veya yetersiz sonuçlar

Sağlık Bakanlığı, Sağlık Eğitimi Dairesi Başkanlığı'nın istatistiklerine göre 1980-1988 dönemi içinde Sağlık Meslek Liselerinden mezun olan radyoloji teknisyeni ve laborant sayısı sırasıyla 661 ve 2376'dır. 527'si Sağlık Bakanlığı'na ait olmak üzere toplam 819 sağlık kuruluşu (hastane) için bu sayıdaki yetişmiş elemanın yetersiz olduğu açıktır. Price Waterhouse denetim firması tarafından Ocak, 1990'da T.C. Devlet Planlama Teşkilatı için hazırlanan «**Sağlık Sektörü Master Plan Çalışması, Mevcut Durum Raporu**»nda da bu alanda yetiştirilen elemanların gerek sayı olarak, gerekse gördükleri eğitimin kalitesi bakımından oldukça zayıf oldukları belirtilmektedir (6). Ayrıca, hemen hemen tüm gelişmiş ülkelerde yaygın olarak uygulanan hastane içi eğitim programlarına ülkemizde gereken önem verilmemektedir. Sonuç olarak işgörenlerin zaten sınırlı olan bilgileri zamanla erozyona uğramakta ve gelişen teknoloji ve metotlara paralel olarak geliştirilememektedir.

Daha uzun çalışma süresi ve daha fazla malzeme kullanımına konu olan en basit ve yaygın örnek EKG cihazlarıdır. Genellikle polikliniklerde kullanılan EKG cihazlarının elektrotlarının uygun şekilde yerleştirilememesi sonucunda normalden çok daha uzun süre çalışmasına neden olunmakta, elektro kâğıdı ve mürekkep gibi sarf malzemeleri de daha fazla harcanmaktadır.

Fizik tedavi bölümlerinde yaygın biçimde kullanılan mikro dalga diatermi cihazları günümüzde modeline göre 10 ile 30 arasında değişik dalga şeklinde tedavi yapabilmektedir. Fakat hastanelerimizdeki uygulamaya bakıldığında gerek fizik tedavi uzmanlarının, gerekse fizyoterapistlerin yeterli eğitime sahip olmamaları nedeniyle bu dalga şekillerinin ortalama % 50'si kullanılamamaktadır. Abartarak örneklersek bu durum çok fonksiyonlu bir hesap makinasının yalnızca dört aritmetik işlemi için kullanılmasını anımsatmakta ve «neden daha fazla kullanılamayan fonksiyonlara sahip cihazlara yatırım yapılmaktadır?» sorusunu akla getirmektedir.

Tıbbi teknoloji kullanımında yanlış ve yetersiz sonuçların sıkça alındığı hastane bölümlerinden biri de radyolojidir. Radyoloji bölümlerinde gerek filmin çekimi, gerek banyosu esnasında eğitimsizlikten kaynaklanan hatalar çok fazladır. Bu konuda ülkemizde yapılmış

(6) Price Waterhouse Denetim Firması, **Health Sector Master Plan Study** (yayımlanmamış master plan), (Ankara, 1990), s. 257-279.

bilimsel bir araştırma ve istatistik olmamasına karşın cihazların yanlış çalıştırılması veya gerektiği gibi çalıştırılmaması ya da cihazın teknik özelliklerine uygun malzeme kullanılmaması sonucunda ortaya çıkan hatalı veya yetersiz çekimler toplam çekim sayısının % 2-3'ünü teşkil ettiği tahmin edilmektedir. Bu orandan hareket edildiğinde, ülke genelinde 25 yatağın üzerindeki hastanelerde günde ortalama 50 adet çekim yapıldığı varsayılırsa, ki bu varsayım oldukça düşük bir miktardır, toplam 237 hastanede günde $(237 \times 50 \times \% 2 =)$ 237 adet hatalı çekim yapıldığı sonucuna ulaşılabilir (7). Bir yıl içinde 250 gün çekim yapıldığı düşünülürse yanlış ve hatalı çekim sayısının $(250 \times 237 =)$ 59.250 olduğu bulunabilir. Bir yıllık röntgen filminin ortalama toplam maliyeti 25.000 TL. olarak düşünülürse yıllık kayıp $(59.250 \times 25.000 =)$ 1.481.250.000 TL'dir (8). Bu kayıp 1987 yılı kamu ve özel sektör sağlık harcamalarının Ocak, 1990 fiyatlarıyla karşılığı olan 1.876,1 milyar TL'nin yaklaşık % 0.08'ine eşittir (9). Bu miktarın çok daha azıyla düzenlenebilecek eğitim programlarıyla gelecek yıllarda karşılaşılabilecek bu tür kayıplardan kurtulmak mümkündür.

ii) Enerji Faktörü

Gelişmiş yüksek teknolojiye sahip tıbbi cihaz/sistemlerin artan güvenilirliği, hassasiyeti, sürati ve şüphesiz verimliliği, beraberinde bu cihaz/sistemleri bağlayacağımız enerji kaynaklarının da gelişmiş teknolojiye sahip sistemlerle donatılması şartını getirmektedir. Bu şart yerine getirilmeden çalıştırılan cihaz/sistemlerin; (a) faydalı ömürü kısaltmakta, (b) arızalı oldukları toplam süre uzamakta ve (c) ürettikleri çıktıların hassasiyeti ve güvenilirliği azalmaktadır.

Hastanelerimizdeki cihaz/sistemlerde kullanılan en yaygın enerji kaynağı elektriktir. Gelişen bilgisayar ve mikro işlemci teknolojisi içeren cihaz/sistemlerde kullanılacak elektrik enerjisinin iki temel koşulu sağlaması gerekmektedir. Bu koşullar; (1) elektrik enerjisi sürekli, kesintisiz olmalıdır; (2) elektrik enerjisi cihazın teknik özelliklerine uygun olmalıdır. Bu iki temel koşulu sağlayan bir elektrik enerjisi sağlayabilmek ne yazık ki birkaç istisnai örnek dışında, tüm hastanelerimizin sahip olduğu bir alt yapı sorunudur.

(7-8) Agfa, Kodak, Fuji, Konica firmalarının Türkiye temsilcileri ile yapılan görüşmeler (Haziran, 1990).

(9) Prive Waterhouse Denetim Firması, s. 92-95.

Sağlık Bakanlığı hastanelerinin tamamında jeneratör grubu bulunmasına karşın sayısı bilinmemekle birlikte büyük bir çoğunluğunda merkezi bir voltaj regülasyon sistemi, ve hiçbirinde tıbbi cihaz sistemlerinin bağlı bulunduğu merkezi bir kesintisiz güç kaynağı mevcut değildir. Ancak birkaç Bakanlık hastanesinde kısıtlı olarak bilgisayar kullanılan bölümlerde sadece o bölümdaki bilgisayarın ihtiyacına cevap verebilecek kesintisiz güç kaynakları kurulmuştur. Örnek olarak, radyoloji bölümlerinde kullanılan bilgisayarlı tomografi sistemleri, gama kamera ve ultrasonografi cihazları laboratuvarlarda kullanılan oto analizörler, yoğun bakım ünitelerinde kullanılan vantilatörler ve monitör sistemleri, radyoterapide kullanılan lineer hızlandırıcılar gibi cihazların birkaç saniyelik elektrik kesintilerine dahi tahammülleri yoktur. Buna karşılık en iyi jeneratör grubunun bile devreye girmesi minimum 15 saniye almaktadır. Bu uzunluktaki bir kesintinin, örnek olarak laboratuvarlarda çalışan bir oto analizör üzerindeki etkisini ele alalım: Öncelikle, bu işlem bir sıraya ve belli sürelerle bağlı olarak yapıldığı için oto analizör otomatik olarak işlemin başına döner ve o ana kadar yapılmış işlemleri yok farzeder. İkinci olarak, yapmış olduğu testlerden elde ettiği sonuçları hafızasında tutamadığı için hiçbir hesaplama yapamaz. Üçüncü olarak, işleme baştan başlama söz konusu olduğu için solüsyonların yenilenmesi gerekir ki, bunlar oldukça pahalıdır. Dördüncü olarak da, eğer hastadan sadece bir işleme yetecek miktarda örnek alınmışsa hastadan yeniden örnek almak gerekecektir. Şüphesiz bu şartlar altında çalışmak zorunda bırakılan cihaz/sistemlerden yüksek verim elde etmeye çalışmak hemen hemen olanaksızdır.

Bu konuda yapılmış herhangi bir araştırma olmamasına rağmen, bu tür cihazlara servis veren firmaların iddiası, standartlara uygun olmayan gerilim ve frekans değerlerinin ve ani elektrik kesilmelerinin sebep olduğu arızaların cihazdan cihaza, sistemden sisteme değişmekle birlikte toplam arızaların % 10-20'sini teşkil ettiği şeklindedir (10). Hastanelerde özellikle gelir merkezi durumundaki laboratuvar, radyoloji, ameliyathane gibi bölümlerde enerji sorunları nedeniyle tıbbi cihazların tam olarak kullanılamaması hem beklenen geliri azaltması, hem de arızalardan doğacak ek harcamalara sebebiyet vermesi sonucu tıbbi teknolojinin verimliliği olumsuz yönde etkilenmektedir.

(10) Siemens, General Electric, Toshiba, Hitachi, Philips firmalarının Teknik Servis Müdürleri ile yapılan görüşmeler (Haziran 1990).

iii) Malzeme Faktörü

Gelişen tıbbi teknolojilerin uygulama alanı bulduğu cihaz/sistemlerde, bilinen klasik malzemelerle birlikte daha yenileri de kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde oldukça hızlı yayılan bir görüş de özellikle AIDS gibi kolay bulaşabilen öldürücü hastalıkların yayılmasını önlemeye yönelik olarak mümkün olan her malzemeyi «sarf malzemesi» (disposable material) şekline dönüştürmektir. Bu şekilde üretilen malzemelerin birim fiyatlarında meydana gelebilecek artışlar, yeni tip ve daha ucuz maddelerin malzeme yapımında kullanılması yoluyla azaltılmaya çalışılmaktadır.

Yüksek tıbbi teknoloji ürünü cihazlarda kullanılan malzemelerin kalitesi, genel olarak, cihaz/sistemin hassasiyetini, güvenilirliğini ve çalışma ömrünü önemli ölçüde etkilemektedir. Cihaz/sistemin teknik özelliklerine uygun olmayan ve hayat malzeme kullanımı veya belli periyotlarda değiştirilmesi gereken malzemenin sözde tasarruf amacı ile normalden çok daha uzun sürelerde kullanılmaya çalışılması, sonuçta elde edilen çıktının kalitesinin istenenden çok düşük veya elde edilen sonucun yanlış olmasına yol açmaktadır. Ayrıca, bazı kritik malzemelerin yanlış kullanımı sonucunda cihaz/sistemde büyük ve önemli arızalar meydana gelmektedir.

Hastanelerin tümünde bulunan EKG cihazı ve EKG kadar yaygın olmayan EEG ve EMG cihazlarında kullanılan uygun niteliklere sahip olmayan kâğıt, mürekkep ve elektrotlar genellikle elde edilen sonuçları etkileyebilecek sorunlar çıkarmaktadırlar. Örnek olarak, üretici firma tarafından belirtilen özelliklere sahip olmayan kâğıtların kullanılması yazıcıların uçlarına hasar vermekte ve çok kısa sürede aşınmalarına yol açmaktadır. Buna ek olarak uygun kalitede olmayan mürekkep kullanımı söz konusu olduğunda elde edilen EKG kâğıdı üzerindeki çizginin keskinliği oldukça azalmaktadır. Ayrıca, EKG cihazlarında bir diğer sıkça karşılaşılan sorun da kalitesiz elektrotlardan kaynaklanan hassasiyet kayıplarıdır. Zira cihazınız, ki bu EEG ve EMG cihazları için de geçerlidir, ne kadar hassas olursa olsun, eğer kullandığınız elektrot uçları uygun özelliklere ve yeterli kaliteye sahip değilse elde edilecek hassasiyet de düşük olacaktır. Diğer bir deyişle, pahalı ve hassas bir cihazın ucuz ve daha az hassas bir cihazdan, ürettikleri çıktılar bakımından bir farkı kalmayacaktır.

Tasarruf amacı ile belli aralıklarla değiştirilmesi gereken malzemelerin uzun süreler kullanılmasına en çarpıcı örnek radyoloji bö-

lümlemlerindeki film banyo makinalarıdır. Uzun süre değiştirilmeden kullanılan banyo solüsyonları, cihazların özellikle merdane ve dişlilerinde büyük tahribatlar yaparak arızalara yol açmakta veya iyi çekilmiş olsa bile bir röntgen filminin işlem sonrasındaki kalitesini oldukça düşürebilmektedir.

Ne yazık ki, genelde cihaz/sistem alımlarında gösterilen hassasiyet, daha sonra bunların çalışmasında veya ömrü üzerinde önemli rol oynayabilecek malzemelerin seçiminde gösterilmemektedir. Sonuç ise, gerek elde edilen çıktılarının kalitesinde gerekse cihaz/sistemin çalışma ömründe ortaya çıkan dramatik azalmalardır.

iv) Bakım-Onarım Faktörü

Günümüzde üretilen tıbbi cihaz/sistemlerin gerek güvenilirlik, gerek hassasiyet, gerekse performanslarındaki yükseklik sahip oldukları teknolojik yapının yüksekliğinden ve karmaşıklığından kaynaklanmaktadır. Hemen hemen bütün cihazlarda kullanılmaya çalışılan mikro işlemci teknolojinin anlaşılması ve bu tür elemanlar içeren cihaz/sistemlerin bakım ve onarımı artık başlı başına bir uzmanlık dalı haline gelmiştir. Ayrıca, tıbbi cihaz/sistemlerin direkt veya dolaylı olarak insan hayatı ile ilgili olması, gerek bu cihaz/sistemlere gerekse bu uzmanlık dalına verilen önemi bir kat daha arttırmaktadır.

Bugün Avrupa'nın birçok ülkesinde ve özellikle ABD'de «Biyomedikal Mühendisi (Biomedical Engineer)», «Klinik Mühendisi (Clinical Engineer)», «Biyomedikal Teknisyeni (Biomedical Technician)» ünvanlarına sahip, bu alanda formel eğitim görmüş elemanlardan oluşan Biyomedikal Mühendisliği Bölümü (Biomedical Engineering Department) adı altında kurulmuş hastane içi destek servis ünitelerine hemen hemen her hastanede rastlanmaktadır. Bu bölümün iki temel görevinden birincisi; mevcut cihazların koruyucu bakım, kalibrasyon ve tamirlerini yapmak ve ayrıca, hastane dışı kuruluşlara yaptırılan tamirleri fiyat ve kalite açısından değerlendirmek; ikincisi ise, yeni cihaz satın alımı esnasında kalite, teknik ve fiyat açısından en iyi cihaz/sistemin seçilmesine yardımcı olmak ve bunların kabul testlerini yapmaktır (11).

(11) Bu konuda bkz.: Hikmet SEÇİM, **Hastane Yönetim ve Organizasyonu - Türkiye'de Hastanelerin Organizasyonu İçin Bir Model Önerisi** - (doktora tezi), (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayın No: 130, AÖF Yayın No: 53, 1985), s. 97.

Boğaziçi Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü'nün 1985-1986 yıllarında İstanbul'daki en büyük beş Sağlık Bakanlığı hastanesinde (Taksim Hastanesi, Beyoğlu Hastanesi, Şişli Etfal Hastanesi, Haseki Hastanesi, Haydarpaşa Numune Hastanesi) yaptığı çalışmanın sonuçları ile ilgili Bakanlığa hazırladığı Çalışma Raporu I ve II'de, bu hastanelerde ve Türkiye genelinde diğer Bakanlık hastanelerinde kurulacak Biyomedikal Mühendisliği Bölümleri tarafından verilecek koruyucu bakım, kalibrasyon ve onarım hizmetleri ile; (1) cihaz/sistemlerin ortalama ömrünün yaklaşık % 30 artacağı, (2) onarım masraflarının ise yaklaşık % 50 azalacağı vurgulanmıştır (12). Ayrıca, cihaz/sistemlere yapılacak yatırım maliyetinin uygun satın alma yöntemleri ile en az yaklaşık % 20 azalacağı belirtilmiştir (13).

Yukarıdaki istatistikî sonuçların cihaz/sistemlerin uzun vadeli verimlilikleri üzerindeki etkileri oldukça çarpıcıdır. Ne yazık ki Sağlık Bakanlığı'nda yıllık bakım/onarım giderlerini gösterir bir istatistikî rakam mevcut değildir. Bu sebeple B.Ü. B.M.E.'nin; bakım/onarımların hastanelerin kendi bünyesinde kurulacak Biyomedikal Mühendislikleri tarafından yapıldığı takdirde % 50 azalacağı varsayımı esas alındığında, tamirat masraflarında ne kadarlık bir tasarruf yapılacağını hesaplamak imkansızdır. Bu konudaki tek rakam; Ankara'daki Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi'nin Orta Doğu Teknik Üniversitesi ile biyomedikal hizmetlerin verilmesi konusunda yaptığı anlaşma ile kurulan TABOM'un (Tıbbi Aletler Bakım Onarım Merkezi) bu hastaneden yıllık olarak aldığı 992 milyon TL'dir (14). Price Waterhouse (PW) denetim firması tarafından Ocak 1990 tarihinde T.C. Devlet Planlama Müsteşarlığı için hazırlanan «Sağlık Sektörü Master Plan Çalışması, Mevcut Durum Raporu'nda (Health Sector Master Plan Study, Report on the Current Situation)» belirtilen bu rakam, bu rapordaki konu ile ilgili tek rakamsal değerdir. Ve bu rakamdan hareket ederek Sağlık Bakanlığı'nın diğer kamu kurum ve kuruluşlarının ve özel sektörün sahip olduğu yatak sayısı 25 ile 700 ve üstü arasında değişen toplam 237 hastane için bir genelleme yapmak ve bulunacak miktardan da, B.Ü. B.M.E.'nin % 50'lik tamirattan tasarruf oranından faydalanarak bir rakam elde etmek yanıltıcı olabilecektir

(12) B.Ü. Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü, **Çalışma Raporu-I** (yayımlanmamış rapor), (İstanbul: Boğaziçi Üni., Mart, 1986), s. 17-29.

(13) B.Ü. Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü, **Çalışma Raporu-II** (yayımlanmamış rapor), (İstanbul: Boğaziçi Üni., Eylül, 1987), s. 14.

(14) Price Waterhouse Denetim Firması, s. 319.

(15). Yine bu rapora göre, 1990 yılı için tıbbi cihaz ithalatı, ki bu ithalat miktarı toplam tıbbi cihaz/sistem alımının % 96'sını oluşturmaktadır, 250 milyon Amerikan doları tahmin edilmektedir (16). B.Ü. B.M.E'nin satın alımdaki % 20'lik tasarruf rakamına dayanılarak yapılacak bir hesaplamada tahmini tasarrufun 1990 yılı için yaklaşık 50 milyon Amerikan doları olabileceği sonucuna ulaşılabilecektir.

Ne yazık ki bu konuda gerek Sağlık Bakanlığı'nda gerekse diğer başka bir kuruluşta daha hassas, kesin ve sağlıklı değerlendirmeler yapılabilecek veri yoktur. Fakat tıpta kullanılan cihaz/sistemler üzerinde formel eğitim görmüş Biyomedikal Mühendisleri ve Teknisyenlerinin organize biçimde bir araya gelmesinden oluşan Biyomedikal Mühendisliği Bölümleri'nin hastanelerimizde kullanılan cihaz/sistemlerin kısmi ve toplam verimliliği üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu tartışılmaz bir gerçektir.

IV. Hastanelerdeki Biyomedikal Mühendislik Hizmetlerinin Genel Kapsamı

Yukarıda ifade edilmeye çalışılan görüşlerden hareketle hastanelerin **verimli ve etkin** şekilde hizmet üretebilmeleri, diğer üretim faktörlerinin yanı sıra tıbbi teknolojinin de **verimli ve etkin** kullanılabilmesiyle mümkündür. Bu cihazların verimli ve etkin kullanılabilmesi ise artık ayrı bir uzmanlık ve meslek dalı haline gelmiş tıp ile elektro-mekanik mühendisliğin ara kesitini oluşturan biyomedikal mühendislik hizmetleriyle mümkündür. Söz konusu hizmetlerin sağlanmasında şu usullere başvurulabilir:

- Hastanenin kendine ait bir biyomedikal mühendislik ünitesini ya da servisini oluşturması,
- Biyomedikal mühendislik hizmetlerinin servis olarak dışarıdan ticari kuruluşlardan satın alınması,
- Hastanenin de ortak olduğu ve birden fazla hastaneye servis veren müstakil bir biyomedikal mühendislik kurumundan hizmet satın alınması,
- Kâr amacı gütmeyen, mülkiyeti kamu kuruluşlarına ait, birden çok hastaneye hizmet verebilen bir birimin kurulması,

(15) Price Waterhouse Denetim Firması, s. 214.

(16) Price Waterhouse Denetim Firması, s. 312.

- Üretici ya da satıcı firmalardan ya da bunların servis birimlerinden hizmet satın alınması.

Sözü edilen bu yöntemlerden hangisinin hastane açısından daha verimli ve etkin olabileceği konusunda önsel bir yargıda bulunmak mümkün değildir. Çünkü bu hizmetlerin hangi usulle sağlanabileceği hastanenin büyüklüğü, bütçe olanakları, hastanedeki yüksek tıbbi teknolojik cihazların türleri ve sayıları, dışarıdan sağlayabilme ya da satın alabilme olanaklarının varlığı gibi faktörler tarafından belirlenir. Fakat her durumda belirli bir büyüklüğe ve kapasiteye ulaşmış hastanelerde biyomedikal mühendislik hizmetlerinden yararlanılması kaçınılmazdır. Bu bakımdan biyomedikal mühendislik hizmetlerinin hastane içindeki işlevlerinin -en azından mevcut durum itibarıyla- gözden geçirmekte fayda bulunmaktadır. Gerek hastanenin kendine ait bir biyomedikal mühendislik hizmetleri birimi olsun, gerekse dışarıdan servis veren kuruluşlar olsun, sağlanması gereken biyomedikal mühendislik hizmetleri ayrıntılarıyla şu şekilde ifade edilebilir (17):

a) Yeni cihaz satın alımından önceki hizmetler

- Çeşitli alternatifleri kullanım, teknik özellik, güvenlik ve maliyet açısından incelemek,
- Teknik şartnameleri hazırlamak,
- Teklifleri değerlemek,
- Yeni cihaz için tesis ihtiyaçlarını belirlemek.

b) Yeni cihaz satın alımı esnasındaki hizmetler

- Yeni alınan bütün cihazların ön ve nihai kabul muayenelerini yapmak,
- Mukavele ve şartnameye uygun cihazların montajını sağlamak,
- Biyomedikal cihazlara ait kalite garantisi, kullanım müsaadesi gibi konularda ulusal ve uluslararası standartları ve mevzuatı takip etmek.

(17) SARAÇOĞLU ve SEÇİM, s. 9-10'dan alınmıştır.

c) Bakım-onarım hizmetleri

- Mevcut cihazların envanterini yapmak,
- Mevcut cihazların faal bulunmasını sağlamak üzere yedek parça ve malzemelerin stoklarını yönetmek,
- Yoğun bakım ve acil servislerin ihtiyaç duyduğu teknik hizmetleri günde 24 saat süresince sağlamak,
- Cihazları üreten firmalarla, satıcılarla ya da bunların temsilcileriyle düzenli ve sürekli haberleşmeyi sağlamak,
- Arızalanan cihazların mahallinde tamir edilmesini ya da hastane dışında tamir görmesini sağlamak,
- Cihazlarla ilgili el kitabı, broşür, prospektüs gibi dökümanları temin etmek ve arşivlemek,
- Cihazların demode olması ya da tamir masraflarındaki artış nedeniyle kullanımdan çıkartılmasına karar vermek.

d) Koruyucu bakım hizmetleri

- Cihazların düzenli olarak kontrol ve muayenelerinin yapılması için program geliştirmek,
- Periyodik bakım ve muayenelerin programlandığı gibi yürütülmesini ve kayıtlarının tutulmasını sağlamak.

e) Eğitim hizmetleri

- Cihazları kullanacak personelin en iyi şekilde yetişmesini sağlamak,
- Bütün klinik ve üniteler için cihazların kullanımı konusunda hizmet-içi eğitim programları hazırlamak ve yürütmek.

f) Elektrikli aletlerle ilgili önlemler

Hastane içinde kullanılan her türlü münferit elektrikli aletin, hastane ve biyomedikal cihazlar açısından güvenlik durumunu araştırmak, bu cihazların gözetim altında bulundurulmasını sağlamak.

V. Sonuç

2000'li yıllarda hastanelerin, bugünkü «hekimî» merkez alan sistemden «tıbbî bilgisayarî» merkez alan ve tıp personeli ile bilgisayar işbirliğine dayanan bir sisteme geçileceği öngörülmektedir. Bu sayede hastalara hem teknolojik, hem de insani açıdan daha kısa sürede ve nitelikli sağlık hizmetinin etkin ve düşük maliyetle sağlanmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir (18). Dolayısıyla hastanelerin giderek daha yüksek tıbbî teknolojilerle donanacağı ve iktisadi açıdan yoğun teknolojik işletmeler haline geleceğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bu yüzden de tıbbî teknolojinin verimliliği çok önem kazanan ve daha da kazanabilecek bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yüksek tıbbî teknolojinin verimliliğini etkileyen faktörler dört başlıkta toplanabilir. Bu faktörler; işgücü, enerji, malzeme ve bakım-onarımdır.

Her tıbbî cihaz/sistem, yoğunluğuna, yapısına ve yerine getirdiği işleve bağlı olmak kaydıyla bir «kullanıcı»ya ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaç da, işgücü faktörünün verimlilik üzerindeki etkisini biraz daha önemli kılmaktadır. Kullanıcı işgörenin cihaz/sistem ile ilgili gerek temel, gerekse pratik eğitimden yoksun olması verimliliği olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu faktörün olumsuz etkilerini en aza indirmenin yolları:

- Hastanelerimize tıbbî cihaz/sistemleri kullanacak işgücünü yetiştiren kurumların sayısının artırılması, yaygınlaştırılması, ve eğitimin kapsamının genişletilmesi ve kalitesinin yükseltilmesi,
- Satın alım sonrası, satıcı firmalar tarafından verilen eğitimin daha ciddi uygulanması ve takip edilmesi,
- Hastane içi sürekli eğitim programları ile personelin bilgi ve beceri düzeyinin yükseltilmesi ve yeni metot ve teknolojilerden haberdar edilmesi'dir.

Verimliliğe etki eden diğer faktörlerden ikisi, enerji ve malzeme faktörleridir. Bunlardan enerji faktörünün verimlilik üzerindeki ters etkisi, yapılacak uygun alt yapı yatırımları (jeneratör grupları, kesintisiz güç kaynağı sistemleri vb.) ile kolaylıkla ve kısa sürede

(18) COILE, s. 262.

azaltılabilir veya tamamıyla ortadan kaldırılabılır. Malzeme faktörünün verimlilik üzerindeki olumsuz etkilerine çözüm, öncelikle hastanelerin finansman güçlüklerinin giderilerek daha kaliteli malzeme alımı yapılmasında ve daha sonra da bu malzemelerin bozulmasına veya bayatlamasına meydan vermeden kullanılmasını düzenleyecek «stok kontrol yöntemleri»nde aramalıyız.

Türkiye'de yeni teknoloji ürünü tıbbi cihaz/sistemlerin toplam verimliliğinin düşük olmasındaki en büyük pay sahibi faktörlerden bir diğeri de bakım/onarım faktörüdür. Uygun bakım/onarım servisinin tıbbi cihaz/sistemlere verilmesinde özel sektör, devlet sektörüne nazaran biraz daha ileride olmasına rağmen yine de tüm sağlık sektörü cihazlarına uygun bakım/onarım vermek konusunda oldukça zayıftır. Ayrıca, uygun satın alım politikalarının olmaması, daha başlangıçta yatırım kayıplarına neden olmaktadır. Bakım/onarım faktöründen kaynaklanan verimlilik düşüşleri ve uygun olmayan alım politikalarından doğan yatırım kayıplarının en aza indirmenin yolu; Bakanlık bünyesinde ve her bir hastanede veya birbirlerine yakın hastanelerde Biyomedikal Mühendisliği Bölümlerinin süratle oluşturulması ve genişlemesini sağlayacak elemanların yetiştirilmeye başlanmasıdır. Bu konu ile ilgili olarak Sağlık Bakanlığı bünyesinde de çalışmalara başlanmıştır. Ancak bunların hızlandırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak yukarıda adı geçen faktörlerin, cihaz/sistemlerin verimlilikleri üzerindeki etkileri çarpıcı bir büyüklüğe sahiptir. Ne yazık ki Türkiye'deki sağlık kuruluşlarında bu faktörler verimliliğe olumsuz etkiler yapmaktadır. Bu etkilerin en aza indirilmesinin yolu eğitime ve Biyomedikal Mühendisliği gibi servis hizmetlerine yatırım yapmaktan geçmektedir. Özellikle anlaşılması gereken konu, sadece yeni teknoloji ürünü cihaz/sistemlere yatırım yapmakla hastanelerimizde verilen hizmetlerin verimliliğini ve kalitesini arttırmak mümkün değildir, zira cihazı çalıştıracak işgücüne, kullanılacak enerji ve malzemeye ve cihaz/sistemleri çalışır durumda tutacak destek hizmetlere de yatırım yapmak zorunluluğu vardır. Bu zorunluluk yerine getirildiği takdirde Türkiye'deki sağlık hizmetleri harcamalarında önemli tasarruflar yapılacak ve verimlilik hiç şüphe yok ki artacaktır. Sonuçta, bu tasarruflar yatırım olarak yine hastanelerimize geri dönecektir.

Yararlanılan Kaynaklar

1. B.Ü. Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü, **Çalışma Raporu-I** (yayımlanmamış rapor), (İstanbul: B.Ü., Mart, 1986).
2. B.Ü. Biyomedikal Mühendislik Enstitüsü, **Çalışma Raporu-II** (yayımlanmamış rapor), (İstanbul: B.Ü., Eylül, 1987).
3. COILE C., Russell; **The New Hospital: Future Strategies for a Changing Industry**, (Rockville: An Aspen Publication, 1986).
4. ÇORUM Serpil; **Hastanelerde Tıbbi Teknolojik Verimliliği Etkileyen Faktörlerin Analizi** (Radyolojik Cihazlar Örneği), (yayımlanmamış yüksek lisans tezi), (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enst., 1990).
5. Price Waterhouse Denetim Firması; **Health Sector Master Plan** (yayımlanmamış master plan), (Ankara, 1990).
6. SARAÇOĞLU, Fulya ve Hikmet SEÇİM; «Sağlık Sektöründe Yüksek Teknoloji Kullanımının Hastane Organizasyonuna Etkileri» (İstanbul İli Sağlık Tesisleri Master Planı ve Uygulama Yöntemi Semineri'nde sunulan tebliğ), (İstanbul: B.Ü., 25 Nisan 1988), s. 3-4.
7. SEÇİM, Hikmet; **Hastane Yönetim ve Organizasyonu -Türkiye'de Hastanelerin Organizasyonu için bir Model Önerisi** (doktora tezi), (Eskişehir: Anadolu Üni. yayın no: 130, AÖF yayın no: 53, 1985).
8. TANYOLAÇ, Necmi «Yüksek Teknolojinin Gerektirdiği Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri» (yayımlanmamış tebliğ), (İstanbul: B.Ü. Üniversitesi, 20 Kasım 1986).
9. TANYOLAÇ, Necmi «Yüksek Teknolojinin Türkiye'deki Durumu ve Biyo-Medikal Mühendislik Hizmetleri» (yayımlanmamış tebliğ), (İstanbul: B.Ü., 20 Kasım 1986).