

TOPLUM SAĞLIĞI AÇISINDAN TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARINA GENEL BAKIŞ

Dr. Semih ŞEMİN*, Dr. Zuhal AMATO**

I - GİRİŞ :

Tıbbi görüntüleme cihazları son teknolojik gelişmelerin en hızlı gündeme geldiği ve hastalıkların teşhis edilmesinde büyük katkıları olan bir cihaz grubudur. Klasik radyografi (röntgen) cihazlarından bilgi-sayarlı tomografi (BT) cihazlarına, ultrasonografi cihazlarından (US) manyetik rezonans cihazlarına (MR) kadar bir çok değişik ve önemli cihaz bu grupta bulunmaktadır. Tıbbi görüntüleme cihazlarının sayısal ve kullanım düzeyleri günümüz sağlık hizmetleri içinde özellikle son dönemlerde önemli artışlar göstermektedir. Bu cihazlar aynı zamanda satın alma ve kullanma maliyetleri en yüksek olan tıbbi cihaz gruplarından birini oluşturmaktadır. Bu anlamda bu cihaz grubunun toplum sağlığı ile ilgili yönlerinin genel olarak değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

Tıbbi görüntüleme cihazları sağlık hizmetlerine ayrılan kaynak içinde küçümsenmeyecek bir yere sahip bulunmaktadır. 1991 yılı dünya radyoloji ile ilgili cihaz satışları 13 milyar dolara ulaşmıştır (1). 1990 yılında ABD'de kişisel sağlık harcamalarının %3,5'i radyoloji ile ilgili harcamalardır (2). Yine bu ülkede BT, MR, US, vb yeni görüntüleme tekniklerine yapılan harcamaların sağlık harcamalarının %1,5'i olduğu belirtilmektedir (2). Aynı şekilde sağlık harcamalarının 1986 yılında Fransa'da %5'i (3), Belçika'da 1885 yılında %6,5'i (4) İngiltere'de 1983 yılında %1,3'ü (5) tıbbi görüntüleme ile ilgili harcamalara gitmektedir.

Tıbbi görüntüleme harcamaları içinde %50 oranında bir paya sahip olduğu hesaplanan BT, MR vb yeni görüntüleme tetkikleri, sağlık harcamaları içinde en hızlı artış oranına sahip bölümlerden biri

olmaktadır. Örneğin ABD'de yapılan bir araştırmaya göre, BT, MR ve benzeri yeni görüntüleme tekniklerine giden harcamalar 1985-1988 arası yıllık %32 artarken, bu artış klasik radyolojik incelemelerde %11 olmuştur (6). Yine ABD'de yapılan diğer bir çalışmaya göre 1980'de radyolojik tetkiklerin %6'sı MR, BT, ve US incelemeleri iken, bu oran 1990'da %13'e yükselmiştir(7).

Tıbbi görüntüleme tetkiklerinin önemli bir kesimi yataklı tedavi kurumlarında yapılmakla birlikte, hastaneler dışında kullanımı da azımsanmayacak oranlardadır. Örneğin ABD'de radyografi cihazlarının %50'si hastanelerde bulunmakta ve radyolojik tetkiklerin %60'ı hastanelerde yatan hastalara yapılmaktadır(8).

Tıbbi görüntüleme cihazları ağırlıklı olarak hekimler içinde radyoloji uzmanlarının kullanılıyor olmakla birlikte, US cihazı örneğinde olduğu gibi kadın doğum, dahiliye gibi uzmanlık alanlarında ve pratisyenler tarafından kullanımları da artan oranda gündeme gelmektedir. ABD'de yapılan bir çalışma radyolojik tetkiklerin %25'inin radyoloji uzmanı olmayan hekimlerce yapıldığını ortaya koymuştur (9). US'de bu oran %66'ya kadar çıkmaktadır.

Bu konuya ilişkin yapılan bazı araştırmalar radyoloji uzmanı olmayan ve radyolojik inceleme yapma olanağı olan hekimlerin, hastalarını radyoloji uzmanlarına gönderen hekimlere göre 1,7-7,7 kat daha fazla bu incelemeleri yaptığını ve bu durumun tıbbi görüntüleme harcamalarını bu hekimlerde 1,6-6,2 kat arttırdığını ortaya koymuştur(10).

Tıbbi görüntüleme cihazları teknik özelliklerine göre sınıflandırıldığında X- ışınli cihazların bu grup

* Halk Sağlığı Doktoru.

** 9 Eylül Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı AD, Doç. Dr.

içinde çok önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Bu grup içinde radyografi, BT, mamografi cihazları vb bulunmaktadır. Tıbbi görüntüleme cihazları içinde değişik teknik özelliklere sahip MR, US cihazları da diğer önemli cihazlardır. Günümüzde ayrıca ağır iyon radyografisi ve elektrikli empedans tomografisi de gelişme aşamasında olan görüntüleme tekniklerindedir(11).

Bu gruptaki bazı önemli cihazların kullanım düzeyleri, sayısal durumları, teknik özellikleri hakkında temel bazı bilgiler şu şekildedir:

II- X IŞINLI TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARI:

X-ışınli cihazlar, X-ışınlarının değişik ortamlardan geçerken farklı düzeylerde absorbe edilmesi özelliğine dayalı bir teknik sisteme sahiptir. Kullanıma başlanmasından itibaren yaklaşık yüz yıl geçmesiyle birlikte, X-ışınli cihazlar tıbbi teşhis açısından olumlu ve önemli nitelikleriyle geniş kullanım alanlarına sahip olma özelliklerini devam ettirmektedirler(3).

Dünyada yaklaşık 440 bin civarında X-ışınli tıbbi cihazın olduğu tahmin edilmektedir(12). Bu cihazların yaklaşık %75'i gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır. Radyografi (röntgen) cihazları X-ışınli cihazların sayısal açıdan çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır X-ışınli cihazlar, ülkelerin hekim başına göre düşen nüfus sayısına göre sınıflandırıldığında; milyon kişiye Japonya, ABD, İngiltere gibi I. gruptaki gelişmiş ülkelerde 250, Türkiye, İran, Brezilya gibi II. grup ülkelerde 50, Liberya, Hindistan gibi III. grup ülkelerde 20, Nijerya, Gana gibi IV. grup ülkelerde ise 5 tane düşmektedir.

Bu gruplarda, hekim başına nüfus, milyon kişiye düşen X-ışınli tıbbi cihaz sayısı ve X-ışınli cihazlarla yılda ortalama milyon kişiye yapılan tetkik sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir(12).

Tablo 1: Ülke Gruplarına Göre Hekim Başına Nüfus, Milyon Kişiye Düşen X-ışınli Cihaz ve Yıllık Tetkik Sayısı (12)

Ülke Grupları	Hekim Başına Nüfus	Cihaz Sayısı (Mil.kişiye)	Tetkik Sayısı (mil.kişiye)
I	<1000	250	800000
II	1000-3000	50	150000
III	3000-10000	12	50000
IV	>10000	5	<30000

Görüldüğü gibi X-ışınli cihazların sayısal dağılımında ve kullanım düzeylerinde ülkeler arası önemli farklılıklar söz konusudur. Konuya ilişkin gelişmiş ülkeler arasında da önemli farklılıklar vardır. Örneğin yapılan bir araştırmaya göre ABD'de İngiltere'ye göre komplikasyonsuz hipertansiyon vakalarında toraksın 6,8 kat fazla radyolojik incelemesi istenmektedir (13). ABD'de İngiltere'ye göre radyolojik incelemeler 4 kat daha fazla yapılmaktadır(14).

X-ışınli cihazlar içinde bu grup cihazların ilk geliştirilene olan radyografi cihazlarının yaygın bir kullanımı bulunmaktadır. Bununla birlikte halen Dünya nüfusunun önemli bir kesimi basit radyolojik tetkik olanağından yoksun durumdadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 1975'lerden beri maliyeti az, kullanımı kolay bir radyografi cihazı için çalışmalara ağırlık vermiş ve bu alanda gündeme gelen "temel radyolojik sistemin" (basic radiological system) yapımının ve kullanımının yaygınlaşması için girişimlerde bulunmuştur(3,13).

X-ışınli cihazların kullanımında bölgeler ve ülkeler arası farklılıkların yanı sıra hekimlerin mesleki deneyimlerinin ve uzmanlık durumlarının da önemli bir etken olduğu belirtilmektedir. Bu konuya ilişkin yapılan araştırmalar radyolojik incelemeleri hasta başına, 0-9 yıl arası mesleki çalışma yılı olan hekimlerin 0,072, 30-39 yıl olanların yaklaşık 5 kat daha az ve 0,015 oranında istediğini göstermiştir(13).

Bilgisayarlı Tomografi Cihazları :

Teknik özellikleri ve gelişimi :

Bilgisayarlı tomografi (BT) cihazının teknik temeli klasik X-ışınli görüntüleme sistemi ile bazı benzerlikler içermekle birlikte vücudun baş, toraks, karın vb istenilen herhangi bir bölümünün istenilen yön, derinlik, ve sıklıkta kesitsel görüntülerinin elde edilmesi ve bu işlemde bilgisayarın kullanılması nedeni ile önemli farklılıkları da sözkonusudur.

Basit bir X-ışınli görüntüleme sistemi vücudun herhangi bir bölümünden X-ışının geçmesi ve arka tarafa yerleştirilmiş film üzerinde farklı doku ve tabakaların X-ışınlarını absorbe etme düzeylerindeki farklılıklar nedeniyle oluşan görüntünün değerlendirilmesi prensibine dayanmaktadır. BT ise vücudun istenen bölümünün X-ışınları ile değişik açılardan taranması ve bunun sonucunda görüntüsü elde edilmek istenen organ ya da bölümün bir önceki organ ya da bölüm tarafından perdelenenmeden görüntüsünün sağlanması ve tüm bu işlemlerin bilgisayar kontrolünde yapılması ilkesiyle çalışmaktadır. Bütün bu işlemlerde bilgisayar esas olarak tarama kuşağının belirlenmesi, veri toplama ve ekranda görüntünün oluşması vb konularda merkezi seçim ve kumanda kontrolünü yerine getirmektedir(11).

BT incelemesinde kullanılan X-ışını miktarı klasik radyografiye göre katlarla ölçülebilecek oranda fazladır. Örneğin baş bölgesinin BT ile tetkiki klasik radyografiye göre 100 toraks tetkikine, toraks tetkiki ise 400 klasik radyografi ile yapılan toraks tetkikine eşit radyasyon dozu gerektirmektedir (15). Bu durum BT'yi radyasyon açısından da önemli kılan bir olgu olmaktadır.

BT gündeme gelmesinden günümüze dek teknik kapasite ve kullanım özellikleri açısından önemli gelişmeler göstermiştir. Özellikle BT'nin temelini oluşturan tarayıcı sistemlerde tarama hızı, şekil vb konularda farklılıklara ve gelişmelere göre 1., 2., 3., 4. kuşak tarayıcı sistemler ortaya çıkmıştır (11). Bu konularda gelişmeler günümüzde de devam etmektedir. Bunlarla birlikte BT'nin temel çalışma ilkelerine benzer özelliklere sahip pozitron emisyon tomografi, tek foton emisyon tomografi cihazları da bulunmaktadır(11).

BT'nin ilk örneği 1967 yılında İngiltere'de EMI şirketinde değişik sanayi ürünlerinin kalite kontrolünü yapmak için geliştirildi. Daha sonra bu cihaz aynı şirket tarafından tıp alanında ve özellikle baş bölgesinde kullanılmak için üretildi. İlk BT ünitesi 1971 yılında Londra'da kuruldu (16).

BT üretimi dünya genelinde az sayıda büyük şirketler tarafından gerçekleştirilmektedir. 1978 yılında dünyada BT üretimi yapan 15 şirket bulunmaktaydı. 1978'de ABD'deki BT'lerin %48,3'ü EMI, %25,3'ü Ohio Nuclear, %9,5'i General Electric, %7,6'sı Pfizer şirketine aitti (16). 1980 de BT'yi ilk üreten EMI, Ohio Nuclear ve diğer bazı şirketlerin bu alandaki faaliyetlerinden çekilmesi ile birlikte BT üretimi yapan şirket sayısı 12'ye kadar düştü (17). BT'yi ilk üreten EMI şirketinin BT üretim faaliyetinden çok kısa bir sürede çekilmek durumunda kalması, bu çekilme sürecinde patent haklarıyla ilgili ortaya çıkan sorunlar ve diğer bazı şirketlerin de başka şirketlerle birleşmesi ya da satın alınması, bu alanda şirketler arası rekabetin büyüklüğünü gösteren olgulardır(56). Bu rekabetin boyutlarını göstermesi açısından örneklenirse 1990 yılında Siemens şirketi BT'nin geliştirilmesine 32 milyon dolar harcarken, 64 milyon dolar da konuya ilişkin reklam, servis, patent vb konularda harcamalarda bulunmuştur(1).

Günümüzde BT üretiminin önemli bir bölümü General Electric, Siemens, Philips, Hitachi, Toshiba şirketleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Örneğin BT'nin ilk geliştirildiği İngiltere'de Ulusal Sağlık Hizmetleri'nde 1989 yılında BT'lerin %35,6'sı General Electric, %28,7'si Siemens, %13,2'si Philips, %22,5'i de diğer 8 şirkete aittir (18).

İlk kullanıldığı dönemlerde bir BT cihazının yıllık tetkik sayısı ortalama 2500'dü. (17). Gelişen

süreç içinde BT cihazının ortalama yıllık tetkik sayıları artmıştır. ABD'de yapılan bir araştırmada 1988 yılında 6 BT cihazı ile 19 bin tetkikin yapıldığı büyük bir radyoloji merkezinde, 1992 yılı için 4 BT cihazı ile 34 bin tetkikin yapılmasının planlandığı belirtilmektedir(19).

Değişik Ülkelerde Bilgisayarlı Tomografinin Sayısal Durumu ve Kullanım Düzeyi :

BT'nin gelişmiş ülkelerin bazılarında yaygınlık kazanması, benzer diğer cihazlara göre hızlı bir gelişim göstermiştir. Öyle ki 1970'lerde beyin tomografisi hakkında sadece 13 adet makale yayınlandığında 100 tane BT satılmış durumda bulunmaktaydı(16).

BT'nin bulunması ve geliştirilmesi İngiltere'de olmakla birlikte kullanımının yaygınlık kazanması öncelikli olarak ABD ve Japonya'da olmuştur. Kullanımı ABD'de 1973 yılında, Japonya'da 1975 yılında başlayan BT'nin bu iki ülkedeki sayısı diğer gelişmiş ülkelere nazaran çok daha hızlı bir artış göstermiştir. Özellikle ilk dönemlerde ABD'de bu gelişim daha da hızlı gerçekleşerek, 1974'de 45 olan BT sayısı 1976'da 475'e, 1979'da 1.400'e yükselmiştir(17).

Yıllara göre bazı gelişmiş ülkelerdeki milyon kişiye düşen BT sayısı Tablo 2'de gösterilmiştir. (17,20,21). Görüldüğü gibi Japonya 1980'lerden sonra ABD'ni geçerek milyon kişiye düşen 55,4 BT ile dünyada birinci ülke konumuna gelmiştir. Gelişmiş ülkelerdeki milyon kişiye düşen BT sayısı son yıllarda da artmaya devam etmektedir. Örneğin milyon kişiye düşen BT sayısı İtalya'da 1991'de 13,0, İngiltere'de 1993'te 6,0 olmuştur (22). Diğer gelişmiş ülkelerin BT oranları incelendiğinde ABD ve Japonya'nın çok gerisinde kaldıkları görülmektedir. Örneğin İngiltere'de 1993'te milyon kişiye BT oranı yaklaşık olarak ABD'nin 1990 yılı seviyesindedir.

Tablo 2 : Gelişmiş Ülkelerde Milyon Kişiye Düşen BT Sayısı (17,20,21)

ÜLKE/YIL	1979	1985	1988	1990
ABD	5,7	15,3	20,4	26,8
Japonya	4,9	26,0	45,0	55,4
Belçika	*	6,1	*	16,0
İtalya	*	3,4	*	10,1
Almanya	*	8,5	9,7	12,2
İsveç	1,7	4,2	9,0	10,5
Kanada	1,7	4,2	*	7,0
Fransa	0,6	3,7	6,2	7,2
Hollanda	1,4	3,1	5,7	7,0
İngiltere	1,0	2,3	3,6	4,3

* Bu yıllara ait veriler elde edilememiştir.

1990 yılında dünya genelinde 19.500 BT olduğu ve bunların 6.850'sinin Japonya'da (%35,1), 6.715'inin ABD'de (%34,4), 3019'unun Avrupa'da (%15,5), 2916'sının da (%15,0) diğer ülkelerde olduğu hesaplanmıştır (21). Aynı yıl ABD'de milyon kişiye 26,8, Japonya'da 55,4, Avrupa ülkeleri ortalaması olarak 8,6 BT düşerken diğer ülkelerde 0,7 BT düşmektedir. Yine aynı yıl dünya ortalaması ise milyon kişiye 3,6'dır.

BT'nin sayısal durumunun değerlendirilmesinde bu cihazın hastaneler-hastane dışı sağlık kurumları, kamu kesimi-özel kesim ve bir ülke içinde bölgeler arasında dağılımı üzerinde önemle durulan konular olmuştur. ABD'de 1980'lerin başında BT'lerin %19'u özel muayene ve kliniklerdeydi ve hastanelerin yaklaşık %17,3'ünde BT bulunmaktaydı (17). Aynı dönemlerde bu ülkenin bazı eyaletlerinde milyon kişiye 12,8 BT düşerken bazılarında 2,6 düşüyordu (17). 1990 yılında ise hastanelerin %58'inde BT bulunmaktaydı(7).

BT'nin kullanılmaya başlandığı ilk dönemlerin Brezilya'da BT'lerin hepsi, Arjantin'de %93'ü özel kesimin elindeydi (23,24). Yine Arjantin'de %68'i ülkenin başkentinde bulunmaktaydı (23). İspanya'da 1990'da BT'lerin %75'i özel sektördeydi(1). Fransa'da ise 1983'te BT'lerin %80'i kamu hastanelerindeydi(5).

BT sayısında ülkeler arası görülen farklılıklar doğal olarak bu cihazın kullanım oranlarına da yansımaktadır. Örneğin yıllık bin kişiye düşen BT inceleme sayısı ABD'de 1980'de 14,5 iken, son 10 yılda bu oranın yaklaşık %400 arttığı belirtilmektedir (8,25). Japonya'da 1985'te bin kişiye düşen BT tetkik sayısı 97'dir (26). Aynı oran 1989'da İngiltere'de 14,9, 1989'da Danimarka'da 14,5, 1991'de İsveç'te 17,0, 1993'de Hollanda'da 20,0'dir. (18,27,28,29). Az gelişmiş ve geliştirmekte olan ülkelerde ise bu oranın çok daha düşük düzeylerde olduğu söylenebilir. Örneğin 1985 yılında Tayland'da bin kişiye düşen BT incelemesi 2,4'tür(26).

BT incelemesi radyolojik tetkiklerin 1989'da İngiltere'de %2,0'ını, Japonya'da %4,0'ını, 1990'da Hollanda'da %3,0'ını oluşturmaktadır (22). Bununla birlikte tıbbi görüntüleme kullanılan X-ışının önemli bir kesimi BT'de kullanılmaktadır. Örneğin İngiltere'de radyolojik tetkiklerin yaklaşık %2,0'ı BT incelemesi iken, tıbbi görüntüleme kullanılan X-ışınının %20,0'ı BT'de kullanılmaktadır(22).

Bilgisayarlı Tomografinin Kullanımı İle İlgili Düzenlemeler :

BT cihazı kullanılmaya başlanmasından itibaren artan bir ilginin odağı olmuştur. Bu durumun ortaya çıkmasında bir yanda BT'nin hastalıkların tanısında sunduğu olanakların büyük bir önem

taşıması, diğer yanda bu cihazın fiyatının yüksekliği temel etken faktörler olmuştur. Bilimsel, ekonomik yönleriyle BT dünyada bir çok araştırmanın ya da çalışmanın konusu olarak gündeme gelmiştir.

BT cihazının tıp alanında hastalıkların tanısına getirdiği katkılar büyük etkiler yaratmıştır. Bu konuya ilişkin bazı çalışmalar BT'nin invaziv bazı tetkiklerin yerini %90 oranında aldığı ve hastaların asgari %36'sının teşhisini önemli oranda etkilediğini ortaya koymuştur(30).

Hollanda'da 1977-1984 yıllarını kapsayan bir araştırma BT sahibi olan hastanelerde diğer tetkiklerin %9 azaldığını, BT'si olmayan hastanelerde ise %10 arttığını göstermiştir. Aynı şekilde BT'li hastanelerde ortalama yatış süresi daha hızlı bir azalma göstermiştir(31).

İngiltere'de yapılan bir araştırmada hekimlerin %86,3'ü BT'nin hastalıkların tanısında büyük yararı olduğunu belirtmişlerdir(32). Yine aynı araştırmada bir BT ünitesinin çalışmasıyla diğer tetkiklerde hasta yatış ve muayenelerinde ortaya çıkan azalmayla, bu ünitenin yıllık masrafının yaklaşık üç katı kadar harcamanın önlendiği hesaplanmıştır.

BT'nin sağlık hizmetlerine getirdiği katkılar azımsanmayacak boyutlarda olmakla birlikte bu cihazın üzerinde önemle durulmasını sağlayan diğer bir faktör de BT'nin kullanımının getirdiği maliyet olmuştur. İlk dönemlerde BT'nin satış fiyatı marka ve cinse göre değişmekle birlikte 500 bin dolar civarındaydı(16). Günümüzde de BT fiyatları özellikle klasik radyografi cihazlarının fiyatları ile kıyaslandığında katlarla ölçülebilecek oranda fazlalık göstermektedir.

1985 yılında ABD'de 387 milyar dolar sağlık harcaması içinde 2,6 milyar doların, başka bir ifadeyle sağlık harcamalarının yaklaşık olarak %0,6'sının BT tetkik harcamalarına gittiği hesaplanmıştır(4). Kıyaslama açısından örneklenirse aynı yıl ülkemiz toplam sağlık harcamaları 1,9 milyar dolardı(33).

BT'nin maliyetinin yüksekliği bu cihazla yapılan tetkik fiyatlarının da yüksek olmasını gündeme getirmiştir. ABD'de bir üniversite hastanesinde ortalama BT tetkik fiyatları 358 dolar civarındadır(34). Ülkeler arasında değişik faktörlere bağlı olarak BT tetkik fiyatları önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin Güney Amerika ülkelerinde beyin BT'si tetkik fiyatı ortalama olarak 70 dolardır (28). Çin'de ise beyin BT'si tetkik fiyatı 100 dolar civarındadır(35).

BT'nin sağlık hizmetlerine getirdiği katkılar yanısıra gereksiz ve uygunsuz kullanımının değişik

ülkelerde gündeme geldiği de belirtilmektedir (36,37).

BT gündeme geldiği ilk dönemlerden itibaren kendisine bağlanan sermayeyi kısa dönemde çıkartabilen ve kara dönüştüren önemli bir yatırım olma işlevine de sahip olmuştur. Bu durum gelişmiş ülkelerden az gelişmiş ülkelere kadar benzer niteliklere sahiptir. Örneğin uzun yıllar farklı bir sağlık sistemine sahip olması ile gündeme gelen Çin'de yapılan bir araştırma BT'nin tetkik başına 10-66 dolar kar getirdiğini ve bu karın günlük 130-866 doları bulduğunu göstermiştir(35). Bununla birlikte BT işleten kuruluşlara hekimlerin önemli oranda ortaklığı ya da sahipliği de söz konusu olmaktadır.

ABD gibi bazı ülkelerde özellikle ilk dönemlerde BT sayısının hızlı bir artış göstermesiyle birlikte, bu cihazla ilgili düzenlemeler 1975'ten itibaren gündeme gelmeye başlamıştır. ABD'de 1976 yılından itibaren BT "ihtiyaç sertifikası" olarak adlandırılacak "Certificate Of Need" (CON) düzenlemesi çerçevesinde resmi olarak BT sayısı ve dağılımı kontrol altına alınmaya çalışılmıştır(17). Bu düzenleme kapsamına eyalet hastaneleri alınırken federal ve özel hastaneler ile hastane dışı sağlık kurumları kapsam dışı bırakılmıştır. BT üreticisi şirketlerin yoğun tepkisini çeken bu düzenlemenin BT'nin sayısal artışı üzerinde ne derece etkide bulunduğu tartışmalı bir konu olarak kalmıştır(17). BT'nin bu düzenlemeden sonraki yıllarda ABD'deki sayısal artışı ve konuya ilişkin gündeme gelen yaklaşımlar göz önüne alınır; bu düzenlemenin etkilerinin sınırlı kaldığı söylenebilir(38).

Fransa BT kullanılmaya başlamasından itibaren uzun bir dönem bu konuda değişik sınırlamaların gündeme geldiği bir ülke olmuştur. 1975 yılında bu ülkede 1 milyon kişiye 1 BT düşmesi planlanmıştı (39). Fransa'da bu tür kısıtlama politikalarının kendi yerli BT üretimlerini yapmak ve kullanmak istemeleleriyle ilgili olduğu ve 1981 yılında da yerli BT üretimine başladıktan sonra bu tür kısıtlamaların hafiflediği belirtilmektedir(39). Bu ülkede 1988'li yılların ortalarından itibaren 350 bin kişiye 1 BT düşmesi hedeflenmiştir(39).

Hollanda BT kullanılması konusunda kısıtlamaları uzun yıllar uygulayan bir diğer ülke olmuştur. Bu ülkede bir dönem BT sayısının 45 ten 39 a indirilmesi dahi planlanmıştı(31). 1988 yılından itibaren ise BT ile ilgili kısıtlamalar kaldırılmıştır. Benzer şekilde 1980'li yılların başında İsviçre'de 150 bin kişiye, Finlandiya'da 350 bin kişiye 1 BT'nin düşmesi planlanmıştı(5).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) de BT nin kullanılmaya başlanmasından sonra konuya ilişkin ve

uygun kullanımı sağlamaya yönelik değişik öneri ve yaklaşımları gündeme getirmiştir(30). Bu önerilere göre BT'nin yılda yaklaşık 50 bin radyolojik inceleme yapan, anjiyografi, myelografi, US unitlerine sahip radyoloji bölümlerinde bulunmasının uygun olacağı belirtilmiştir. BT'nin olacağı hastanenin ise yaklaşık 500 yatağa sahip, genel cerrahi, beyin cerrahisi, servislerinin olduğu hastaneler olması önerilmiştir.

Yine DSÖ tarafından 1990 yılında yayınlanan bir raporda tıbbi görüntüleme cihazlarının değişik klinik durumlarda doğru kullanımının sağlanmasına yönelik yaklaşımlar gündeme getirilmiştir(40).

III - Manyetik Rezonans (MR) Cihazları :

MR görüntüleme tekniğinin tarihçesi 1940'lı yıllara kadar gitmekle birlikte tıpta bilinen anlamıyla ve yaygın olarak kullanımı 1980'lerden sonraya rastlamaktadır. Bu cihazın yaygın olarak kullanıldığı ABD'de 1981'de 3 tane MR bulunmaktaydı (41). Manyetik bir alanda hidrojen çekirdeklerinin belirli frekanstaki elektro-manyetik dalgaları absorbe etmesi ilkesine dayanan MR tekniği uzun yıllar kimyasal analiz yöntemlerinden birisi olarak kullanılmıştır (11). Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte bu tekniğin tıbbi görüntülemeye bir yöntem olarak geliştirilmesi gündeme gelmiştir. Bu tekniğin önemli özelliklerinden biri de X-ışını cihazlar gibi insan sağlığına zararlı olabilecek yan etkilerinin olmasındadır.

Her birinin değerinin yaklaşık bir milyon dolar gibi çok yüksek boyutlarda olduğu MR cihazı, özellikle beyin, omirilik vb organların incelenmesinde kullanılan önemli tanı yöntemlerinden birisi olarak kabul edilmektedir.

MR cihazlarının Dünya genelinde sayısal durumu incelendiğinde 1985 yılında Dünya'da 511 MR olduğu ve bu cihazların 371'inin yani %72'sinin ABD'de olduğu tespit edilmiştir(42). Yine 1985 yılında milyon kişiye düşen MR sayısı ABD'de 1,8, Japonya'da 0,37, İsviçre'de 0,9, İngiltere'de 0,4, Fransa'da 0,2 olmuştur (20). 1990 yılında milyon kişiye düşen MR sayısı da ABD'de 8,4 Japonya'da 6,5, Fransa'da 1,2, İngiltere'de 0,9 olmuştur(21). İngiltere'de yakın hedef olarak milyon kişiye 4 MR düşmesi planlanmaktadır(43).

1992 yılında ise Dünya da 6.600 MR olduğu ve bu cihazların 2805'inin ABD'de (%42,5), 1615'inin Japonya'da (%24,5), 1135'inin Avrupa'da (%17,2), geriye kalan 1045'ininde (%15,8) diğer ülkelerde olduğu belirtilmektedir(44). 1995 yılında Dünyada MR'ların %50'sinin ABD'de, %35'inin Japonya'da olmak üzere 9400'e çıkacağı, 2000 yılında da 16500'ü bulacağı hesaplanmıştır(45). Benzer şekilde 1990'da 1,2 milyar

olan MR satışların 2000 yılında 3 milyar dolara ulaşacağı belirtilmektedir(45).

MR cihazlarının büyük bir bölümü hastanelerde olmakla birlikte, hastane dışı yerleşim oranı da önemli yer tutmaktadır. ABD'de MR'ların %67'si hastanelerdeyken, Japonya'da bu oran %97'dir(46). ABD'de MR ünitelerinin sahipleri arasında önemli oranda hekimler vardır. 1984'te yapılan bir araştırmaya göre hastane dışı MR'ların sahiplerinin %47'si hekimdir(47).

Görüldüğü gibi MR kullanımında az gelişmiş ülkelerle gelişmiş ülkeler arasında, gelişmiş ülkeler lehine çok büyük farklılık söz konusudur. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sini oluşturan gelişmiş ülkeler MR cihazlarının %85'inden fazlasına sahip durumdadır.

Dünya genelinde MR üreticisi şirketlerin sayısı yaklaşık 15 civarındadır. Bununla birlikte General Electric, Siemens, Toshiba, Hitachi, Philips gibi az sayıda şirket Dünya MR üretiminin önemli bir bölümünü gerçekleştirmektedir(42). Örneğin İngiltere'de General Electric ve Siemens şirketleri bu ülkedeki MR'ların %58'inin üreticisi konumundadır (43).

MR kullanımıyla ilgili ABD'de yapılan bir çalışma MR kullanımının %40'ını beyin, %33'ünü vertebra, %17'sini kemik ve eklem tetkiklerinin, %10'unu da diğer tetkiklerin oluşturduğunu belirlemiştir(48). Aynı çalışma ortalama olarak bir MR ünitesinin haftada 5,6 gün çalıştığını, günde 12 hasta tetkiki ve yılda 3400 tetkik yaptığını belirtmektedir. Her bir MR tetkikinin fiyatı ise ortalama 950 dolardır. Bu çalışma aynı zamanda herbir MR ünitesinin kurulma maliyetini 2,5 milyon dolar, yıllık işletme giderlerini 1,3 milyon dolar, yıllık karını ise 535 bin dolar olarak tespit etmiştir.

Kullanım alanı, maliyeti vb konularda BT ile benzerlikleri olan MR cihazının hastalıkların tanısına getirdiği katkılar büyük olmuştur. Bununla birlikte özellikle bu cihazın kullanılmaya başladığı ilk dönemlerde MR cihazı ile ilgili yapılan araştırmaların bilimsel kriterler açısından önemli eksiklikler taşıdığı da önemli bir konu olarak gündeme gelmiştir.

Konuyu ilişkin yapılan diğer bir araştırmada ise MR'ın ABD'de kullanılmaya başladığı 1980-1984 yılları arasında bu konuda yayınlanan bilimsel kriterlere uygunluğunu incelemiş ve çok önemli bir bölümünü bu açıdan eksik ve yetersiz bulmuştur(49).

Konuya ilişkin yapılan diğer bir araştırmada ise MR'la ilgili 80 araştırmanın 6'sı hariç hepsinde

değişik düzeylerde bilimsel araştırma kriterlerine göre eksiklikler belirlenmiştir(50).

MR cihazının sayısı ve kullanım düzeyi oldukça hızlı bir gelişim göstermekle birlikte BT'in sayısal artış hızıyla kıyaslandığında yayılmasının daha düşük bir hızda gerçekleştiği gözlenmiştir. Örneğin ABD'de kullanılmaya başlandığı ilk 5 yıl içinde BT sayısı 821'e çıkarken aynı sürede MR sayısı 371'de kalmıştır(42). MR cihazının kullanımını düzenlemeye yönelik BT örneğinde olduğu gibi bazı düzenlemeler ve sınırlamalar ABD ve diğer bazı ülkelerde gündeme getirilse de bunların ne derecede etkili olduğu tartışmalı kalan bir konu olmuştur(47,51).

IV - Ultrasonografi (US) Cihazları :

İnsan vücuduna gönderilen ultrasonik dalgaların yansımaları sayesinde organların fizyolojik anatomik özellikleri ve sahip olabilecekleri patolojik reaksiyon ve oluşumla ilgili bilgilenme olanağı sağlayan ultrasonik görüntüleme yöntemi 1950'lerden beri tıpta kullanılmaya başlamış olmakla birlikte dünya çapında yaygınlık kazanması son 20 yılda büyük artış göstermiştir. Günümüzde US özellikle kadın-doğum, dahiliye bölümlerinde geniş kullanım alanı bulan bir görüntüleme yöntemidir. Teknik özellikleri açısından US de X-ışınli cihazlardaki gibi insan sağlığına zararlı olabilecek yan etkilerin bulunmaması bu cihaz açısından önemli bir avantajdır.

US cihazlarının satışları özellikle son yıllarda büyük artışlar göstermektedir. Dünya genelinde US satışları 1982 yılında 403 milyon dolar, 1987'de 876 milyon dolar olarak gerçekleşmişken, 1992'de 1757 milyon dolar olduğu hesaplanmıştır(52). US cihazlarının satış değeri de BT ve MR cihazlarına göre çok daha düşük düzeylerde olabilmektedir.

US nin ucuz ve güvenli bir yöntem olması nedeniyle oldukça yaygın bir kullanımının gündeme gelmesi sayısal durumu ve kullanım düzeyi hakkındaki kesin ve sağlıklı bilgilerin elde edilmesini zorlaştıran bir faktör olmuştur. 1980'li yılların sonunda milyon kişiye düşen US cihaz sayısı İngiltere'de 22, Hollanda'da 34, Avustralya'da 64, Japonya'da 131, İtalya'da 133, Fransa'da 160, ABD'de 205, Almanya'da 295'dir(21).

Görüldüğü gibi gelişmiş ülkeler içinde US'nin en fazla kullanıldığı ülkelerden biri Almanya olmaktadır. Bu ülkede US'ye yapılan harcamalar, MR'a ve BT'ye yapılan harcamaların toplamından yaklaşık 3 kat daha fazladır(1).

US ile yapılan tetkiklerin sayısal durumu incelendiğinde 1980'li yılların başında bin kişiye yapılan yıllık tetkik sayısının Fransa'da 73,7, USA'da 32,6 ol-

duğu saptanmıştır(39). Hollanda'da US ile yapılan yıllık tetkik sayısı 1982 yılında bin kişiye 8,5 iken, 1987'de 28,6, 1993'te ise 39,3 olarak hesaplanmıştır (29). İsveç'te 1990 yılında bin kişiye US ineleme 37,0'dır(28). US cihazının sağlık hizmetleri içinde kullanımında özel kesimin büyük bir ağırlığı söz konusu olmaktadır. Fransa'da 1982 yılında 3000 US cihazının %80'den fazlası özel kesimde bulunmaktaydı(5). Aynı yıllarda Brezilya'da ise 5000 US'nin sadece 93'ü devlete aitti(4).

US'nin yaygın kullanımının artması ve bu cihazı kullananların konuya ilişkin yeterli bilgi ve birikimlerinin olması gerekliliği, bu konuda bazı devletlerle birlikte Dünya Sağlık Örgütü'nün de bazı düzenlemeler yapmasını ve kurallara göre bir pratisyen hekimin US kullanabilmesi için asgari bir ay bu konuda eğitim görmesi ve 200 inceleme yapması gereklidir(30).

V - Ülkemizde Tıbbi Görüntüleme Cihazları :

Ülkemizde tıbbi görüntüleme cihazları sağlık hizmetlerinde gördükleri işlev ve sağlık harcamalarındaki payları açısından tıbbi cihazlar arasında önemli bir yere sahip konumdadır. 1993 yılında 42 milyon dolar olan tıbbi görüntüleme cihazları ithalatı tıbbi cihaz ithalatının %19,6'sını oluşturmaktadır (53). Röntgen filmi ve radyolojik tetkiklerde kullanılan teşhis reaktifleri ithalatı da birlikte göz önüne alındığında tüm tıbbi cihaz ve malzeme ithalatının %20'si tıbbi görüntüleme cihazları ile ilgili olmaktadır(53).

1985-1993 yılları arasında BT ithalatı değeri de toplam 62,9 milyon dolara ulaşmıştır. Aynı dönem radyografi (röntgen) cihazı ithalatı 56,5 milyon dolar, US cihazı ithalatı 64,6 milyon dolar ve 1989'dan sonra ülkemizde kullanılmaya başlayan MR cihazının 1989-1993 ithalatı da 25,4 milyon dolar olmuştur(53).

Ülkemizde X-ışınli cihazlara yapılan yıllık tetkik sayısı 1980'li yılların başında bin kişiye 80 olarak belirtilmiştir(54).

Tıbbi görüntüleme cihazlarının fiyatları marka ve modele göre önemli değişiklikler göstermekle birlikte, 1992 yılı için US'nin 35-600 milyon lira (5,9-101 bin dolar), BT'nin 2 milyar lira (338 bin dolar), MR'ın 4-7 milyar lira (677-1016 bin dolar) değerinin olduğu belirtilmektedir(55).

Tıbbi görüntüleme cihazları ile yapılacak tetkik fiyatları özel hekimler ve sağlık kuruluşları için Türk Tabipleri Birliği (TTB) tarafından tespit edilmektedir. Maliye Bakanlığı'na her yıl yayınlanan "Bütçe Uygulama Talimatı" ile de kamu sağlık kuruluşları ve resmi ödemeler için tıbbi görüntüleme cihazları ile

yapılacak tetkik fiyatları tespit edilmektedir.

Tıbbi görüntüleme cihazları ile yapılan bazı önemli tetkiklerin TTB'ince tespit edilen fiyatlarının düzeyi ilden ile değişmekle birlikte ortalama olarak İzmir ili için örneklenirse; 1993 yılında toraks grafisinin tetkik fiyatı 313 bin lira, batin ultrasonografisi 280 bin lira, bilgisayarlı beyin tomografisi 1,7 milyon lira, manyetik rezonans beyin tetkiki 3,9 milyon liradır. 1994 yılında ise bu fiyatlar toraks grafisi için 644 bin lira, batin ultrasonografisi için 573 bin lira, bilgisayarlı beyin tomografisi için 3,4 milyon lira, manyetik rezonans beyin incelemesi için 8,0 milyon lira olarak tespit edilmiştir(56). Dolar üzerinden hesaplanırsa 1993 yılında bilgisayarlı beyin tomografisi asgari tetkik fiyatının yaklaşık 150 dolar, manyetik rezonans beyin tetkiki fiyatında 350 dolar olduğu söylenebilir. Bu tetkiklerin fiyatlarının büyüklüğü aynı yıl ülkemizde aylık asgari ücretin yaklaşık 225 dolar olduğu gerçeğiyle daha iyi anlaşılabilir.

Maliye Bakanlığı Bütçe Uygulama Talimatı'na resmi sağlık kuruluşları için tespit edilen tıbbi görüntüleme cihazları ile ilgili bazı tetkiklerin fiyatlarına ilişkin olarak da; toraks grafisinin 1993 yılında 150 bin lira, 1994'te 255 bin lira, batin ultrasonografisinin 1993'te 150 bin lira, 1994'te 300 bin lira, bilgisayarlı beyin tomografisinin 1993'te 1,2 milyon lira, 1994'te 2,1 milyon lira, manyetik rezonans beyin tetkikinin 1993'te 2,2 milyon lira, 1994'te 3,7 milyon lira olduğu belirtilmiştir (57,58).

SSK tıbbi görüntüleme tetkiklerinin de bulunduğu bazı sağlık hizmetlerini özel ve resmi sağlık kuruluşlarından özel anlaşmalar yoluyla da temin etmektedir.

X-ışınli görüntüleme cihazlarının sayısı ve kullanım düzeyinin bu cihaz grubu içinde önemli bir yeri bulunmaktadır. X-ışınli görüntüleme cihazları içinde röntgen cihazları sayısının yaklaşık 3500 olduğu tahmin edilmektedir(26). Bu cihazların Sağlık Bakanlığı'nda 1334 (59), SSK'da 375 tanesi bulunmaktadır (60), ülke genelinde ise 946 özel radyoloji laboratuvar faaliyet göstermektedir(61).

Tıbbi görüntüleme cihazları içinde US cihazının kullanımında da son yıllarda önemli artışlar gündeme gelmiştir. Ülkemizde yapılan bir araştırma özel muayenehanelerde US ile ilgili bir dalda uzman ya da pratisyen olan hekimlerin %39,0 gibi azımsanmayacak bir oranda US bulunduğunu göstermiştir(62). US cihazının özel muayenehanelerde radyoloji uzmanlarında %69,2, kadın-doğum uzmanlarında %66,1, Pratisyenlerde %33,3 oranında bulunduğu belirtilmektedir. US cihazı ile ilgili bulunmayan bölümlerle birlikte özel muayenehanelerin %15,6'sında US bulunmaktadır (62).

Aynı araştırmanın bulgularına göre ülkemizde özel muayenehanelerde yaklaşık 3000 US cihazının olduğu tahmin edilmektedir. 1993 yılında Sağlık Bakanlığı yataklı tedavi kurumlarında ise 225 tane US cihazı bulunmaktadır.

Tıbbi görüntüleme cihazlarının en önemlilerinden olan BT cihazının ülkemizde kullanılmaya başlaması 1976 yılında Hacettepe Tıp Fakültesi'nde olmakla birlikte yaygınlık kazanması özellikle 1980'li yılların ikinci yarısından sonra gerçekleşmiştir. Hacettepe Tıp Fakültesi'nden sonra ikinci BT Adana'da Çukurova Tıp Fakültesine 1981 yılında alınmıştır.

OECD ülkelerinde yüksek teknolojinin gelişimini karşılaştıran bir araştırmaya göre de ülkemizde 1985 yılında yaklaşık 34, 1990 yılında 90 BT bulunmaktadır(20). Ayrıca Sağlık Bakanlığı'nca 1989 yılında yaptırılan "Master Plan" çalışmasına göre de ülkemizde o dönemde 50 tane BT vardı(63).

Ülkemizde tıbbi görüntüleme cihazlarının sayısal durumuna ve kullanım düzeylerine ilişkin istatistiki bilgiler ve araştırmalar çok azdır. Özellikle son yıllarda kullanımları ve sayıları artan US, MR, BT cihazları hakkında bilgiler yeterli düzeylerde değildir. Bu cihazların Sağlık Bakanlığı ve SSK'da sayısal durumlarına ilişkin veriler olmakla birlikte bu cihazların esas kullanıldığı yerler olan özel sağlık kuruluşları ve tıp fakültelerindeki sayısal durumları hakkında veriler çok sınırlıdır. Yurt dışında gelişmiş ülkelerde tıbbi görüntüleme cihazları hakkında özellikle ileri teknoloji ürünü olan BT, MR vb cihazların sayısal durumu ve kullanım düzeylerine ilişkin bir çok araştırma ve yayın söz konusuken, ülkemizde bu tür araştırmalar çok yetersiz durumdadır.

Sonuç olarak sayıları ve kullanımları son yıllarda önemli artışlar gösteren tıbbi görüntüleme cihazları, bir yanda bilimsel anlamda tıbbin gelişimine önemli katkılar sağlayan, diğer yanda yüksek maliyetleri nedeniyle gereksiz kullanımlarının önlenmesi doğrultusunda bir çok düzenlemenin yapıldığı bir cihaz grubudur. Bu anlamda ülkemizde tıbbi teknoloji açısından olduğu gibi, tıbbi görüntüleme cihazlarına ilişkin olarak ta, gerekli araştırmalarla birlikte, toplum sağlığını yükseltmeyi hedefleyen düzenlemelere ve planlamalara artan bir gereksinim söz konusu olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ward P. Euro Radiologists Cope With Economic Change. *Diagnostic Imaging International*. January-February 1993:21-24.
2. Sunshine H., Mabry M., Bansal S. The Volume and Cost of Radiologic Services in the United States in 1990. *AJR*. 1991; 157:610-613.
3. Cockshott P., Palmer S. Imaging Technologies. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:355-361.
4. Figley M., Margulis R. The Impact of New Imaging Technology on Health Care, Research and Teaching: An International Symposium. *AJR*. 1987; 149:1111-1126.
5. International Symposium. The Impact of New Imaging Technology on Health Care, Research, and Teaching: 1. Current Status. *AJR*. 1983; 141:1335-1350.
6. Berenson R., Holahan J. Sources of the Growth in Medicare Physician Expenditures. *JAMA*. 1992; 267:687-691.
7. Mettler A, et al. Use of Radiology in U.S. General Short-Term Hospitals: 1980-1990. *Radiology*. 1993; 189:377-380.
8. Mettler A. Diagnostic Radiology Usage and Trends in the United States. 1964-1980. *Radiology*. 1987; 162:263-266.
9. Sunshine J. Radiology Performed By Nonradiologists in the USA. *AJR*. 1993; 161:419-429.
10. Hillman B., et al. Physicians' Utilization and Charges for Outpatient Diagnostic Imaging in a Medicare Population *JAMA*. 1992; 268:2050-2054.
11. Yazgan E. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri. *Elektrik Mühendisliği*. 1993; 38:341-359.
12. Benett G. Exposures From Medical Radiation World-wide. *Radiation Protection Dosimetry*. 1991; 36:237-242.
13. Racoveanu T., Fresle A. Diagnostic Imaging in Small Hospitals. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:363-373.
14. 22-Fuchs V. No Pain No Gain Perspectives on Cost Containment. *JAMA*. 1993; 269:631-633.
15. The Royal College of Radiologists. Making the Best Use of a Department of Clinical Radiology. London. 1993.
16. Soyer A. Bilgisayarlı Tomografi Yayılıyor. *Toplum ve Hekim Mart* 1985:14-16.
17. Office of Technology Assessment. Policy Implications of the Computed Tomography (CT) Scanner: An Update. Background Paper. Washington. 1981.
18. Shirimpton C., et al. Survey of CT Practice in the UK. National Radiation Protection Board. Oxon. 1991.
19. Thrall H. Capital Planning in Radiology. *AJR*. 1992; 159:1107-1111.
20. Lazoro P. Big Ticket Medical Technologies: An International Comparison 1993 (Medical Devices Directorate. Department of Health. London).
21. Banta D. Selected Technologies and Apparatus in Selected Countries 1993. Unpublished Reports.
22. Shirimpton C., Wall F. The Increasing Importance of X-Ray Computed Tomography as a Source of Medical

- Exposure. CEC/USL7Workshop 1993. Unpublished Article.
23. 28-Mohr P. Distributing and Transferring Medical Technology. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:281-292.
 24. Banta D. Medical Technology and Developing Countries: The Case of Brazil. *International Journal of Health Services*. 1986; 16:363-373.
 25. Samuelson R. *Health Care*. Newsweek. 1993 (October 4): 20-24.
 26. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly. With Scientific Annexes. United Nations. 1993:269-282.
 27. Jessen A, et al. Determination of Collective Effective Dose Equivalent Due to Computed Tomography in Denmark in 1989. *Radiation Protection Dosimetry*. 1992; 43:37-40.
 28. Whalen E. The Impact of New Imaging Technology on Worldwide Health Care. Research and Teching. Fifth International Symposium. Augst 1992. *AJR*. 1993; 160:195-201.
 29. Binkhuysen B., Arge P., Valois J. Dutch Radiology Benefit From New Technologies. *Diagnostic Imaging International*. 1991; July/August: 21-28.
 30. WHO Scientific Group. Future Use of New Imaging Technologies in Developing Countries. WHO. 1985 No:723.
 31. Binkhuysen B., Puylaert J. Influence of CT on Radiologic Utilization in the Netherlands. *Radiology* 1988; 169:827-829.
 32. Moore T, et al. Cost-Benefit Evaluation of Body Computed Tomography. *Health Trends*. 1987; 19:8-11.
 33. 1994 Yılı Programı. Resmi Gazete. 30.10.1993. Sayı:21743.
 34. Arrildt A. The Cost of High-Tech Care. *Radiology*. 1994; 190:41A-42A.
 35. Henderson G. et al. The Rise of Technology in Chinese Hospitals. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:253-261.
 36. Ian C.F. Decision Making on the Adoption of Advanced Medical Technology in Taiwan. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:293-302.
 37. Banta D. Medical Technology in China. *Health Policy*. 1990; 14:127-137.
 38. Margulis R., Shea W. Advances in Imaging Technology and Their Impact on Medicine. *BJR*. 1986; 59:309-315.
 39. Fagnani F., Moatti P., Weill C. The Diffusion and Use of Diagnostic Imaging Equipment in France. *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 4:531-545.
 40. WHO Scientific Group. Effective Choices for Diagnostic Imaging in Clinical Practice. Report of WHO. 1990. No: 795.
 41. Southern P. An Audit of Clinical Use of Magnetic Resonance Imaging of the Head and Spine. *Health Trends*. 1991; 23(2):75-79.
 42. Steinberg P. The Status of MR in 1986. Rates of Adoption in the United States and Worldwide. *AJR*. 1986; 147:453-455.
 43. Royal College of Radiologists. Report of the Working Party on Provision of Magnetic Resonance Imaging Services in the UK. September 1992:3-10.
 44. Marshall D. Magnetic Field Strength Issues in MRI. Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment Report. March 1993:12-14.
 45. Young S.W. Current Status of Magnetic Resonance Angiography Economics. *Cardiovascular Imaging*. 1993; 5: 81-84.
 46. Evens G. The Globalization of Radiology Practice. *AJR*. 1994; 162:511-512.
 47. Hillman L., Schwartz S. The Diffusion of MRI: Patterns of Siting and Ownership in an Era of Changing Incentives. *AJR*. 1986; 146:963-969.
 48. Evens G., Evens G. Jr. Analysis of Economics and Use of MR Imaging Units in the United States. 1990. *AJR*. 1991; 157:603-607.
 49. Cooper L, et al. The Poor Quality of Early Evaluation of Magnetic Resonance Imaging. *JAMA*. 1988; 259:3277-3280.
 50. Teasdale M. Comparison of Magnetic Resonance Imaging And Computed Tomography in Suspected Lesions in the Posterior Cranial Fossa. *BMJ*. 1989; 299:349-355.
 51. Hillman L, et al. The Diffusion of Magnetic Resonance: Imaging Scanners in a Changing U.S. Health Care Environment *Int. J. of Technology Assessment in Health Care*. 1987; 3:545-559.
 52. Tanyolaç N. Biyomedikal Mühendisliği Eğitimi. *Elektrik Mühendisliği*. 1993; 38:359-362.
 53. Şemin S. 1980'den Günümüze Tıbbi İthalatın Gelişimi. IV. Halk Sağlığı Kongresi Kitabı. 1994; 309-314.
 54. Mettler A., Haygood M., Meholic J. Diagnostic Radiology Around the World. *Radiology*. 1990; 175:577-579.
 55. Ataklı E. Ultrason, Bilgisayarlı Tomografi ve Nükleer Manyetik Rezonans Doğru Kullanılabiliyor mu? *Tıp Dünyası*, 1992; 5:6-7.
 56. TTB Asgari Ücret Tarifesi. TTB Yayını. 1992
 57. Maliye Bakanlığı 1993 Mali Yılı Bütçe Uygulama Talimatı. Resmi Gazete. 9.3.1993. Sayı: 21519.
 58. Maliye Bakanlığı 1994 Mali Yılı Bütçe Uygulama Talimatı. Resmi Gazete. 11.4.1994. Sayı: 21902.
 59. Sağlık Bakanlığı Yataklı Tedavi Kurumları İstatistik Yılığ 1993. Sağlık Bakanlığı. (Yayınlanmadı).
 60. SSK Stok-Kontrol Dairesi Bilgisayar Kayıtları. 1994.
 61. Sağlık Bakanlığı. Özet Sağlık İstatistikleri 1993. Sağlık Bakanlığı Yayını. Yayın No: 558. 1993.
 62. Şemin S., Amato Z. Özel Muayenehanelerde Ultrasonografi Cihazı Kullanımı. IV Halk Sağlığı Kongresi Kitabı. 1994; 237-241.
 63. Price Waterhouse. Sağlık Bakanlığı. Master Plan Etüdü Mevcut Durum Raporu. Ocak 1990.