

Teknolojiyle Birlikte Gelen Sorun Elektromanyetik Kirlilik

Elektrik enerjisi, günlük yaşamımızın artık vazgeçilemez bir ögesi durumuna geldi. Onun sayesinde birçok işimizi bir düğmeye basarak yapıyoruz; çevremizi aydınlatıyor, ısıtıyor, yiyeceklerimizi soğuk tutuyor, dünyanın hemen her yanıyla anında iletişim kurabiliyoruz... Ne var ki yaşamımızı böylesine kolaylaştıran, ona renk katan elektrikli aygıtları kurarken ve kullanırken çok dikkatli olmamız gerekiyor. Çünkü elektriğin öldürücü bir etkisi de var. İnsan bedeninden geçecek 100 mA'lık bir akım ciddi yaralanmalara hatta ölüme bile yol açabiliyor. Elektriğin bu tehlikeli yanı en başından beri biliniyordu. Ancak yaklaşık 25 yıldır, elektriğin bir başka yönünün de insan sağlığı üzerinde bazı olumsuz etkilerinin olabileceği düşünülüyor; bu yönde araştırmalar yapılıyor. Bilim adamlarının üzerinde çalıştıkları bu yeni konu; elektromanyetik alanların etkisi. Radyo ve televizyon vericileri, radarlar, telsizler, mikrodalga fırınlar, tıbbi aygıtlar ve son olarak da cep telefonları... Son elli yıl içinde elektromanyetik tayfın birçok bölümündeki enerji türleri günlük yaşamımızda birer birer kullanılmaya başlandı. Bunların yanında bir de evlerimizdeki elektrikli aletlerin, onların kablolarının, iş ve büro makinelerinin, elektrik iletim ve dağıtım hatlarının, bilgisayar ekranlarının vb. yaydığı elektromanyetik alanlar var. Her geçen gün biraz daha fazla elektromanyetik alan ve dalgaların etkisinde kalıyoruz. Dünyada ve özellikle de büyük kentlerde tam bir elektromanyetik kirlilik egemen. Doğada bulunan düzeyin çok üstündeki bu alanların insan sağlığı üzerindeki olası etkileri son yıllarda bilim adamlarının sürekli tartıştıkları bir konu. Kamuoyu da bu tartışmanın sonuçlarını merakla bekliyor.

Çevremizdeki EM Alanlar

Işıma (radyasyon), enerjinin dalga (ya da parçacık) biçiminde uzayda yayılması olarak tanımlanır. Elektromanyetik ışımaya da elektrik ve manyetik alan dalgalarının uzayda (birlikte) ilerlemesidir. Bu ilerleme ışık hızıyla olur. Elektromanyetik ışımalarda iki dalga tepesi arasındaki uzaklığa dalgaboyu denir ve metreyle (m) ölçülür. Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı da o ışımının frekansdır ve hertz (Hz) ile gösterilir.

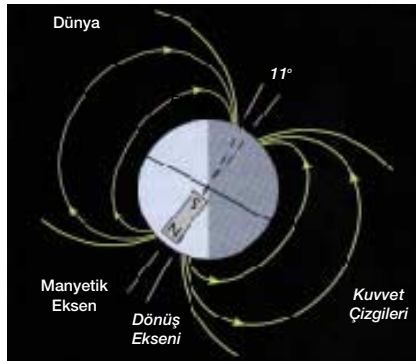
Elektromanyetik ışımının birçok biçimi vardır. Örneğin görünür ışık bunlardan biridir. Bir başkası da bütün cisimlerin, bu arada bizim de yaydığımız kızılötesi ışımlardır. Evet, insanlar da elektromanyetik dalgalar yayarlar. Besinleri yakarak elde ettiğimiz ısının yaklaşık % 60'ı, 10^{12} Hz dolaylarında dalgalar biçiminde çevreye yayılır.

Görünür ışığın dalgaboyu 400 ile 770 nm [nanometre (nm), metrenin milyarda biri] arasındadır. Bu aralıkta, görünür ışığı oluşturan mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renkli ışın-

lar yer alır. Kızılötesi ışınların dalgaboyuysa 770 nm ile 1 mm arasındadır. Elektromanyetik dalgalar, frekansları ya da dalgaboylarıyla tanımlanır. Frekans ekseninde, tüm elektromanyetik dalga türlerini bir arada gösteren çizelgeye *elektromanyetik tayf* denir. Elektromanyetik tayfın bir ucunda gama ışınları yer alır. Yüksek enerjili bu ışınların frekansları 10^{17} Hz'nin üzerindedir; dalgaboylarıysa nanometre düzeyindedir. Bir elektromanyetik dalganın frekansıyla dalgaboyunun çarpımı sabittir ve ışık hızına eşittir. Bu nedenle elektromanyetik dalgaların frekansları arttıkça dalgaboyları da küçülür. Tayfta gama ışınlarının hemen altında yine yüksek enerjili x-ışınları yer alır. Tayfın öteki ucundaysa "aşırı düşük frekanslı" alanlar vardır. Bunların frekansı 3000 Hz'den düşüktür; dalgaboyları da binlerce kilometreyi bulur. Bunlara en güzel örnek, evlerdeki elektrikli aletlerin ve elektrik hatlarının oluşturduğu 50 Hz frekansındaki elektromanyetik alanlardır.

Elektromanyetik alan (EMA) terimi, belirli bir yerde elektromanyetik enerjinin varlığını göstermek için kullanılır. Elektromanyetik alanların iki bileşeni vardır: elektrik alan ve manyetik alan. Elektrik alanların şiddeti metre başına düşen gerilim (V/m) ile ölçülürken manyetik alanın ölçü birimi Tesla'dır. Yaygın olarak kullanılan bir başka birimse Gauss'tur (G).

Elektrik ve manyetik alanların özellikleri farklıdır. Dolayısıyla bu alanların canlıların biyolojik yapıları üzerindeki etkileri de değişik olur. Bu alanların insanları nasıl etkilediği daha tam olarak anlaşılmış değil. Ama yapılan çalışmalar; manyetik alanların, elektrik alanlara göre daha etkili oldu-



Dünyanın, sıvı metal çekirdeğinin hareketinden kaynaklanan doğal manyetik alanı vardır.

ğunu düşündürüyor. Örneğin elektrik alanlar duvarlardan geçemez; hatta insan derisinden bile geçerken şiddeti çok düşer. Öte yandan manyetik alanlar, özel olarak üretilmiş kimi maddeler dışında, hemen hiçbir engel tanımaz. Elektrik alanlar insan bedeninin yüzeyinde zayıf akımlar oluşturur; manyetik alanlarsa bedenin içine girerek bu tür zayıf akımların iç organlarda bile oluşmasına yol açarlar. Gerçekte değişken manyetik alanlar, çevrelerinde bulunan tüm iletkenlerde (insan bedenini de bir iletken olarak düşünebiliriz) akım oluştururlar. Bu akımların yönü manyetik alana diktir.

Dünyamızın, sıvı haldeki metal çekirdeğinin hareketinden kaynaklanan doğal bir değişken (AC) manyetik alanı vardır. Bu manyetik alanın şiddeti 30-100 μG 'tur (Dünya'nın bir de yaklaşık 0,5 Gauss'luk DC manyetik alanı vardır). İnsan bedeninde de değişik manyetik alanlar bulunur. Örneğin 0,1-20 Hz arasındaki beyin dalgaları 10^{-8} G'luk (bir gaussun, yüz milyonda biri) bir manyetik alan oluşturur. Zedeli kalp kası 3×10^{-7} G, karın kasları 10^{-6} G, akciğerler 3×10^{-5} G, gözler 10^{-7} G'luk manyetik alan oluştururlar. Görüldüğü gibi insan bedenindeki doğal manyetik alanlar 10^{-9} - 10^{-6} G arasında değişirken dünyanın AC manyetik alanı da 10^{-5} G düzeyindedir. Ne var ki elektrik hatlarından ev aletlerine değin, insan yapısı elektrik sisteminin tüm öğeleri bu doğal değerlerin çok üzerinde manyetik alanlar oluştururlar. Bizler de günde yirmi dört saat yılda 365 gün bu manyetik alanların etkisinde yaşarız.

Evrimin herhangi bir aşamasında insan ya da öteki canlı türleri, bu denli yoğun bir biçimde elektromanyetik alanların etkisi altında hiç kalmamıştır. Bunun doğal sonucu olarak insanın ve öteki canlıların bunlara karşı bir korunma mekanizması geliştirmiş olması beklenemez. Öte yandan tıp alanında ve elektrik teknolojisindeki baş dönürücü ilerlemelere karşın, elektromanyetik alanların biyolojik dokulara ve insan sağlığına etkileri, üzerinde az çalışılan konular olmuştur. Bu nedenle de bu konuda görece az şey bilinir; hâlâ çok tartışmalı bir konudur.

Son 30 yılda başta ABD ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada bu alanda yüzlerce araştırma yapıldı; hâlâ da yapılıyor. Kimi araştırmalarda dikkat çe-



kici sonuçlara ulaşıldı. Örneğin 1994'te ABD'de ve Finlandiya'da yapılan araştırmalar, elektromanyetik alanların çok sık etkisinde kalan işçilerde alzheimer hastalığının normal insanlara göre erkeklerde 4,9 kat, kadınlarda da 3,4 kat daha çok görüldüğünü ortaya koydu. 1998'de gerçekleştirilen bir başka araştırmada da radyo operatörleri, endüstriyel donanım işçileri, veri işleme aygıtı tamircileri, telefon hattı işçileri, elektrik santralleri ve trafo merkezlerinde çalışan işçilerle film makinistlerinde alzheimer hastalığı, parkinson hastalığı ve başka birtakım nörolojik bozuklukların daha çok görüldüğü ortaya çıktı.

Asıl merak edilen konuya, elektromanyetik alanların kanserle bir ilişkisinin olup olmadığı. Bu konuyla ilgili istatistiksel araştırmalar elektrik ile-

tim hattı yakınlarında yaşayan insanlar üzerinde, özellikle de çocuklar üzerinde yapılıyor. Yaşam biçimleri nedeniyle çocuklar, üzerlerinde gözlem yapılabilmek bakımından yetişkinlere göre daha uygunlar. Çünkü yaşam alanları yetişkinlere göre daha sınırlı. Çalışmıyorlar. İşyerlerinde kanser yapıcı kimyasal maddelerin ya da başka manyetik alanların etkisinde kalma olasılıkları yok.

Elektromanyetik alanlarla kanser arasında ilişki olup olmadığını araştıran istatistiksel çalışmaların yanı sıra laboratuvarlarda da deney hayvanları üzerinde "aşırı düşük frekanslı" elektromanyetik alanların etkileri araştırılıyor.

Elektrik Hatları

Genellikle kentlere uzak bölgelerdeki santrallarda üretilen elektrik enerjisi, gerilim düzeyi yüksek iletim hatlarıyla, (Türkiye'de 380 kV ve 154 kV) kentlere taşınır. Kentlerin girişlerine kurulan büyük trafo merkezlerinde orta gerilime (Türkiye'de 33 kV, 15 kV ya da 10,5 kV) düşürülür. Orta gerilim hatlarından bir bölümü çevre ilçe ve köylerdeki dağıtım trafolarını bir bölümü de kent içindeki dağıtım trafolarını besler. Dağıtım trafolarına orta gerilim düzeyinde gelen elektrik, bu trafolarda 220 V'lik kullanım düzeyinde düşürülerek evlere ve işyerlerine dağıtılır.

Bütün ülkeyi bir ağ gibi saran iletim ve dağıtım hatları ve bu hatlar üzerindeki küçüklü büyüklü on binlerce trafo merkezi, çevrelerinde elektromanyetik alanlar oluşturur. Bu alanların insan sağlığına hangi eşik değerinden sonra zararlı olmaya başladığı hâlâ bilinmiyor. Yine de bilim adamlarının kabul ettikleri kimi referans değerleri var. Bu değerler; elektrik alanları için

		Frekans (Hz)			
Iyonlaştırıcı Işıma			10^{21}	Gama Işınları	
			10^{20}		
			10^{19}		
			10^{18}		
			10^{17}	X Işınları	
			10^{16}	Morötesi Işınları	
			10^{15}	Görünür Işık	
			10^{14}	Kızılötesi Işınları	
			10^{13}		
			10^{12}	Mikrodalgalar	
Iyonlaştırmayan Işıma			10^{11}		
			10^{10}		
	EHF	10.000.000.000	10^9		
	SHF	1.000.000.000	10^8		
	UHF	100.000.000	10^7		
	VHF	10.000.000	10^6		
	HF	1.000.000	10^5		
	LF	100.000	10^4	Radyo Dalgaları	
	VLF	10.000	10^3		
	ULF	1.000	10^2		
ELF	100	10^1			
Kısaltmalar:		HF = Yüksek Frekans			
EHF = Aşırı Yüksek Frekans		LF = Düşük Frekans			
SHF = Süper Yüksek Frekans		VLF = Çok Düşük Frekans			
UHF = Ultra Yüksek Frekans		ULF = Ultra Düşük Frekans			
VHF = Çok Yüksek Frekans		ELF = Aşırı Düşük Frekans			

1-10 V/m arası ve manyetik alanlar için de 1-3 mG'tur. İletim hatlarının çoğuna 50-75 m yaklaşıldığında bu değerlere ulaşılır. Sokaklar boyunca uzanan alçak gerilim dağıtım hatları için bu uzaklık daha düşüktür. Hattaki iletken sayısı ve o anki akım miktarına göre bu uzaklık da değişir. Elektrik hatları ve trafo merkezlerine çok yakın oturanlar bu alanlardan etkilenir.

İletim ve dağıtım hatlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri 20 yıldır birçok epidemiyolojik (tıbbın, insan topluluklarında hastalıkların dağılımını ve bu dağılıma yol açan etkenleri istatistiksel yöntemlerle araştıran bir dal) araştırmaya konu oldu. Bunların kimilerinden korkutucu sonuçlar çıktı; kimilerinden ise şaşırtıcı sonuçlar. Örneğin, 1979'da ABD'de yapılan bir epidemiyolojik araştırma, enerji iletim hatlarına 40 m'den daha yakın yaşayan çocukların, normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığını ortaya koymuştu. 1988'de ve 1991'de yine ABD'de, 1992'de İsveç ve Meksika'da ve 1993'te Danimarka'da yapılan araştırmalarda çocuklarda görülen kanserlerle ve özellikle de lösemiyle iletim hatlarına yakın yaşama arasında bir ilişki olduğunu ortaya koydu. Finlandiya'da yapılan bir başka araştırma erkek çocukların merkezi sinir sisteminde oluşan tümörlerle iletim hatları arasındaki ilişkiyi saptadı.

Ne ki iletim hatlarıyla kanser arasında bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar kadar, herhangi bir ilişki bulunmayan ya da ters yönde (riski azaltıcı) ilişki bulan bilimsel çalışmalar da yapıldı. Doğal olarak, ilişki olduğunu gösteren araştırmalar kamuoyunun daha çok ilgisini çekiyor.

Yalnızca iletim hatlarının değil büyük trafo merkezlerinin de çok yakınlarında yaşayanların daha fazla kanser olduğu yönünde bir görüş de var. Ama bu konuda da güçlü bir ilişki hâlâ kurulabilmiş değil. Ayrıca elektrik teknisyenleri, elektrik mühendisleri, hat

Uzaklık	15 cm	30 cm	60 cm	120 cm
Banyoda				
Saç Kurutma Makinesi	300	1	-	-
Tıraş Makinesi	100	20	-	-
Çamaşır Makinesi	20	7	1	-
Mutfakta				
Blender	70	10	2	-
Kahve Makinesi	7	10	2	-
Bulaşık Makinesi	7	-	-	-
Mutfak Robotu	20	10	4	-
Mikrodalga Fırın	200	40	10	2
Mikser	100	10	1	-
Elektrikli Fırın	9	4	-	-
Buzdolabı	2	2	1	-
Odalarda				
Vantilatör	-	3	-	-
Ütü	8	1	-	-
Elektrikli Isıtıcı	100	20	4	-
Elektrik Stüprügesi	300	60	10	1
Klima	-	3	-	-
Radio/Kasetçalar	1	-	-	-
Renkli TV	-	7	2	-
Siyah-Beyaz TV	-	3	-	-
Büro Aletleri				
Fotokopi	90	20	7	1
Faks Makinesi	6	-	-	-
Floresan Lamba	40	6	2	-
Bilgisayar Ekranı	14	5	2	-
Başka				
Pil Şarj Aleti	30	3	-	-
Matkap	150	30	4	-
Elektrikli Testere	200	40	5	-

Bu tabloda yer alan değerler aynı elektrikli aygıtın onlarca marka ve modelinden alınan ölçümlerin ortalamasıdır. Kimi marka ve modeller bu değerlerin ondan bir kadar manyetik alan oluştururken kimileri de on katı fazla manyetik alan oluşturur.

ve kablo işçileri, trafo merkezlerinde çalışanlar, telefon hattı işçileri, TV ve radyo tamircileri gibi sürekli elektrikle iç içe çalışanların, elektromanyetik alanlardan dolayı kansere yakalanma riskleri üzerine yüze yakın rapor yayımlanmış durumda. Bu raporların bir bölümü "böyle bir risk var" derken, bir bölümü de "risk yoktur" diyor.

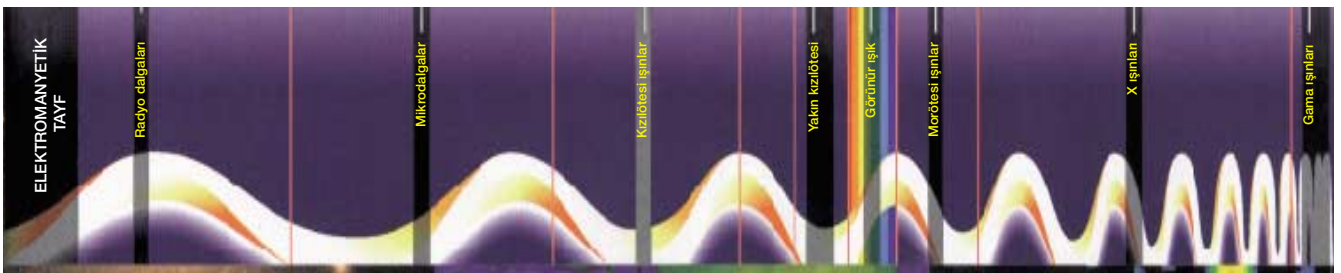
1993'te California'daki büyük bir elektrik şirketinin 36 000 çalışanı üzerinde yapılan bir araştırmada kanserle elektromanyetik alanlar arasında bir ilişki bulunamadı. Lösemili çalışan sayısı, normal oranın üzerinde çıktı ama bu gözlem doğrudan bir ilişki kurabilmek için yeterli değil. Benzer bir araştırma da 1994'te yapıldı. Bu araştırma Kanada'daki iki ve Fransa'daki bir elektrik şirketinin çalışanlarını kapsıyordu. Toplam 223 000 kişi üzerinde gerçekleştirilen bu istatistiksel çalışmada 4000 kanser hastası saptandı. Bu çalışmada yüksek elektromanyetik alanların etkisinde kalanlarda lösemi 2-3 kat fazla görülürken, beyin tümörü 10 kat daha fazla görülüyordu. Tüm bu bulgulara karşın lösemiyle elektro-

manyetik alanlar arasında kuşkuyla yer bırakmayacak biçimde bir ilişki olduğu kanıtlanmadı.

Birçok bilim adamı, elektromanyetik alanların kanser yaptığına inanıyor. Yalnızca kanser mi? Düşük, ölü doğum, depresyon, intihara yönelme, Alzheimer hastalığı, parkinson hastalığı vb. daha birçok hastalıkla elektromanyetik alanların ilişkisi olduğundan kuşulanılıyor. Ancak ne kanserin ne de öteki hastalıkların elektrik hatlarıyla ilişkisi olduğu bir türlü kanıtlanamıyor. Birçok bilimsel çalışma yapılmasına karşın, bu çalışmaların sonucunda birbiriyle çelişen birçok da rapor çıkmış ortaya. Bilim adamları elektromanyetik alanların mı yoksa birtakım başka etkenlerin mi (ya da araştırmalardaki yöntemsel sorunların mı) böylesi sonuçlar çıkarttığından emin değiller.

Şimdiye değin yapılan bilimsel araştırmalarda elektromanyetik alan etkisinin ölçülme yöntemlerinde farklılıklar bulunuyordu. Bu etki, kimi çalışmalarda iletim hatlarına olan uzaklıkla ölçülmüş kimi çalışmalarda da bu uzaklığa kabloların tipi ve sayısı da parametre olarak eklenmişti. Bazı çalışmalarda manyetik alan değerleri gauss-metreyle, doğrudan ölçülürken bazılarında geçmişteki olası manyetik alan değerleri hesaplanmıştı. Kısacası araştırmaların çoğunda ortak bir ölçme ve değerlendirme yöntemi kullanılmamıştı. Öte yandan ABD'deki çalışmaların büyük bir bölümü sokaklardaki alçak gerilim dağıtım hatları üzerinde yapılırken Avrupa'dakilerin çoğu yüksek gerilimli iletim hatları ya da trafolar üzerinde yapılıyordu. Bu tür farklılıklar, çalışmaların bir bütün olarak değerlendirilmelerini zorlaştırıyor.

Yine de bilim adamlarının, yapılan yüzlerce araştırmayı değerlendirecek ölçütleri var. Bu ölçütlerden ilki; araştırmalarda bulunan "ilişki"nin güçlü olması gereğidir (örneğin sigara içenlerin akciğer kanserine yakalanma riskinin içmeyenlerinkinin 20-30 katı ol-



ması, güçlü bir ilişki gösterir). İkinci ölçüt, araştırmaların birbirleriyle tutarlı sonuçlar vermesidir. Üçüncü olarak, araştırmalarda doz-tepki ilişkisi kurulması (artan elektromanyetik alan dozlarında kansere yakalanma riskinin artması gibi) gereklidir. Ayrıca istatistiksel araştırmaların laboratuvar çalışmalarını desteklemesi lazımdır. Son olarak da araştırmaların sonunda, akla yakın biyolojik mekanizmalar ileri sürülmelidir.

İletim hatlarıyla kanser ilişkisini araştıran çalışmalar, bu ölçütlere göre değerlendirildiğinde böyle bir ilişkinin bulunduğunu söylemek zor. Çünkü ölçütler tam olarak sağlanamamıştır. Birinci ölçütteki kadar güçlü bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan tüm araştırmaların ortalaması alındığında, iletim hatlarına çok yakın yaşayanların normal insanlara göre ancak % 30 daha fazla kanser riski taşıdığı görülür. Güçlü bir ilişki için bu değerin en az % 500 olması gerekir. Araştırmalarda birbirleriyle tutarlı sonuçlar bekleyen ikinci ölçütün de sağlandığı söylenemez. Çünkü ortada hepsi de bilimsel çalışmaların sonucu olan birçok çelişkili rapor vardır. Araştırmalarda yeterli düzeyde bir doz-tepki ilişkisi tam olarak kurulamamıştır. Son olarak da istatistiksel çalışmaları destekleyen ve elektromanyetik alanların kansere nasıl yol açtığını gözler önüne serecek, akla yakın mekanizmaları ortaya koymaya çalışan laboratuvar deneyleri, yeterince ikna edici değildir.

Geçen yıl ABD Ulusal Çevresel Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün bu konuda altı yıldır süren ve 60 milyon dolara mal olan araştırması sonuçlandı. Enstitü, araştırma sonuçlarını bir rapor biçiminde ABD Kongresi'ne Haziran ayında sundu. Rapora göre "Elektromanyetik alanların tümüyle güvenli oldukları söylenemez. İnsanlar onların etkisinden olabildiğince kaçınmalıdır. Ama elektrik hatlarının oluşturduğu elektromanyetik alanların, insanların kanser ya da başka bir hastalığa yakalanma riskini artırdığına yönelik kanıtlar zayıftır. Bu konudaki araştırma çalışmaları sürdürülecektir". Benzeri açıklamalar Fransa, İngiltere, Danimarka ve Avustralya'da da bakanlıklar ya da devlete bağlı sağlık kurumlarına yapıldı. Açıklamaların hepsinde de elde edilen kanıtların elektromanyetik alanla-

rın doğrudan kansere yol açtığını gösteren bir ilişki kurmaya yeterli olmadığı ileri sürülüyor. İsveç hükümetiyse, Mayıs 1994'te daha farklı bir açıklama yaptı: "Manyetik alanların sağlık sorunlarına yol açtığından kuşkuluyoruz, ama emin değiliz. Birtakım önlemler almak için nedenler var."

Bu ve benzeri birçok açıklamaya karşın çok sayıda bilim adamı iletim hatlarıyla kanser arasındaki ilişki konusunun daha çözüme kavuşmadığı görüşünde. Hemen hepsi konuyla ilgili daha çok araştırma yapılması gerektiğini savunuyor.

Ya Ötekiler...

Elektromanyetik alanların insanlar üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, elektrik hatlarının toplum için gerçekte pek de büyük bir tehlike oluşturmadığı görülür. Kimi önlemleri alarak var olan tehlikeyi azaltmak ya da tümüyle ortadan kaldırmak olasıdır. Hatların çevresinde yeterli genişlikteki alanlarda yapılaşmaya izin verilmemesi, yeni çekilecek hatların güzergâhlarının da yapılardan uzak seçilmesi bu önlemlerden bazılarıdır. Aynı durum trafo merkezleri için de geçerlidir.

Günlük yaşamımızda elektrik hatlarından ve trafo merkezlerinden başka karşı karşıya kaldığımız daha birçok elektromanyetik alan kaynağı vardır. Bunların başında ev ve işyerlerinde kullanılan elektrikli aygıtlar gelir. Bunların oluşturduğu manyetik alanların büyüklüğü marka ve modele bağlıdır. Bu alanlar çoğunlukla güçlü değildir (yalnızca birkaç aygıtın manyetik alanı şaşırtıcı derecede yüksek düzeydedir). Zaten elektrikli aletlerin çok azının yanında uzun süre kalınır. Genellikle hızlı motorları olan ya da çok akım çeken aygıtlar güçlü manyetik alanlar oluştururlar. Örneğin, traş makinesi, saç kurutma makinesi, elektrikli süpürge ve elektrikli battaniye güçlü birer manyetik alan kaynağıdır.

Çevremizdeki "aşırı düşük frekanslı" manyetik alan kaynakları arasında en az dikkat çeken, duvarların içinden geçen elektrik kablolarıdır. Doğru tesisat ilkelerine bağlı kalınarak yapılan elektrik donanımı genelde çok düşük manyetik alanlar oluşturur. Ne var ki birçok yapıda bu ilkelere uyulmaz. Bu nedenle insanlar hiç farkında



Yüksek gerilim hatları ve trafo merkezlerinin oluşturduğu elektromanyetik alanların, bu hatlara ve merkezlere çok yakın oturan insanların sağlığı üzerindeki etkileri yaklaşık 25 yıldır araştırılıyor.



olmadan yıllar boyu güçlü manyetik alanların etkisi altında kalabilirler. Bu sorunun tek çözümü elektrik tesisatını uygun biçimde düzeltmektir.

Günümüzde kullanımı yaygınlaşan bilgisayarlar da bir başka elektromanyetik alan kaynağıdır. Öteki elektrikli aygıtlardan farklı olarak bilgisayarlar yalnızca 50 Hz değil, çok değişik frekanslarda elektromanyetik alanlar oluştururlar. Bunların etkisinden korunmak için çalışırken bilgisayardan ve özellikle de ekrandan olabildiğince uzak durmak gerekir (en azından 60-70 cm uzaktan çalışılmalıdır). Ama her şeyden önce ekran satın alırken elektrik ve manyetik alanları düşük olanlar yeğlenmelidir. Ekranların yanlarındaki ve arkalarındaki elektromanyetik alanlar daha şiddetlidir. Bu nedenle bilgisayar ekranlarının arkasına 1 m'den fazla yaklaşmamakta yarar vardır. Önemli bir başka nokta da kullanılmayan zamanlarda bilgisayar ekranlarının kapatılması gerektiğidir.

Günlük yaşamımızda etkilendiğimiz manyetik alanlardan korunmanın ilk koşulu o alanların yerini ve şiddetini saptamaktır. Bunun için elektromanyetik alanları ölçebilen bir araç sağlanmalıdır. Bu araçla, uzun süre kalınan yerlerde (mutfak, oturma odası ve yatak odası gibi) ölçümler yapılmalıdır. Bu yerler arasında manyetik alan değerleri yüksek çıkanlar için kimi basit ama etkili önlemler alınabilir. Örneğin mobilyaların ve kaynağın yerleri yeni-



Radyo ve televizyon vericileriyle radarların yaydığı elektromanyetik dalgalara, son yıllarda cep telefonlarının ve onların vericilerinin yaydıkları da eklendi. Sonuç olarak özellikle büyük kentlerde yaşayanlar, doğal düzeyin çok üzerindeki şiddetlerde elektromanyetik alan ve dalgaların etkisi altında kalıyorlar.

den düzenlenebilir. Çünkü elektrik ve manyetik alanların gücü, kaynaktan uzaklaştıkça hızla azalır. Manyetik alanları çok büyük olabilen televizyonlar için bile her yönde 3 m'lik bir açıklık genelde yeterli koruma sağlar. Yatılan ve uzun süre oturulan yerlerde çok akım çeken aletler bulundurulmaması önemlidir. Çünkü elektromanyetik alanlarda kalınan süre önemlidir. Bu süre ne denli kısa tutulursa, etki ve olası zararı da o denli az olacaktır.

Peki Ya “Cep”ler?

Avrupa'nın üçüncü büyük elektrikli aletler üreticisi İtalyan Merloni Elettrodomestici Spa. çalışanlarına kulaklık-mikrofon seti dağıtmaya başladı. Bu set, cep telefonlarında kullanılıyor. Cep telefonlarını kulaklık ve mikrofonla kullananların telefonu başlarına yaklaştırmalarına gerek kalmıyor. İtalyan hükümetiyse daha 1995'te cep telefonu antenlerinin baştan en az 20 cm uzakta kullanılmasına ilişkin bir kararname çıkartmıştı.

İsviçre'de cep telefonlarının güçleri ABD'de kabul edilen düzeyin çok altında olmak zorunda.

İngiltere'de geçtiğimiz Eylül ayında Avam Kamarası'nın Bilim ve Teknoloji Komitesi cep telefonlarıyla ilgili bir rapor hazırladı. Bu raporda cep telefonu üreticilerinin, kullanıcıları daha az elektromanyetik alan etkisinde bırakacak yeni telefon tasarımları geliştirmeleri gerektiği vurgulandı.

İngiltere'nin önde gelen bilim adamları cep telefonu kullanım tarzlarını değiştirdiklerini açıkladılar. Bunların bir bölümü cep telefonlarını artık

kulaklık-mikrofon setiyle birlikte kullanırken bir bölümü de yalnızca çok gerekli durumlarda (ayda en çok 10-15 dakika) kullanıyor. Bilim adamları, her geçen gün cep telefonlarının beyne yönelik olumsuz etkilerinin ortaya çıktığını bu konuda bazı önlemler almak gerektiğini ileri sürdüler.

Aslında hiç de haksız sayılmazlar. Çünkü son yıllarda yapılan araştırmalar “cep telefonları ve insan sağlığı” konusunda hiç de iç açıcı şeyler ortaya koymuyor. Daha geçenlerde İsveçli bilim adamları cep telefonu ile yapılan iki dakikalık bir görüşmenin bile ne denli ciddi sorunlar yaratabildiğini gösterdiler. Araştırmaya göre, iki dakikalık konuşma, kandaki zararlı proteinlerin ve toksinlerin beyne girmesini engelleyen savunma mekanizmasını devre dışı bırakmaya yetiyordu. Bu durumda alzheimer, parkinson ve multiple sclerosis (MS) gibi sinir hastalıklarının oluşma riski artıyor.

Mayıs 1998'de de İsveçli bilim adamı Dr. Kjell Hansso Mild, ekibiyle birlikte gerçekleştirdiği büyük bir araştırmanın sonuçlarını açıkladı. Bu araştırma, İsveç ve Norveç'te yaşayan 11 000 cep telefonu kullanıcısını kapsıyordu. Çalışmanın sonuçlarına göre, cep telefonu ile uzun süre konuşanlarda yorgunluk, baş ağrısı ve deride yanma hissi ortaya çıkıyordu. Kulaklık-mikrofon seti kullananların % 80'inde bu tip sorunların olmadığı gözlemlendi. Bir ay sonra Almanya'daki Freiburg Üniversitesi Nöroloji Kliniği'nde yapılan bir araştırmada da cep telefonlarının yüksek tansiyonla ilişkisi ortaya kondu. Bu araştırmada on gönüllünün başlarına cep telefonları bağlandı.

Araştırmacılar, deneklere haber vermeden telefonları açıp kapadılar. Telefonlar açıkken, deneklerin tansiyonlarında 5-10 mmHg'lik bir artış gözlemlendi. İngiltere'de yapılan ve 11 000 kişinin gönüllü olarak katıldığı bir başka araştırmadaysa, uzun süre cep telefonu ile konuşanlarda baş ağrıları, baş dönmesi ve dikkat dağınılığı gözlemlendi.

Bilimsel araştırmaların art arda gelen bu olumsuz sonuçları insanları kuşkulandırıyor. Artık, “cep telefonlarının insan sağlığına daha ciddi etkileri olabilir mi” diye düşünüyor herkes. Yine ilk akla gelen soru: “Cep telefonlarıyla kanser arasında bir ilişki olabilir mi?”

Kanser

Atomlardan ya da moleküllerden elektron kopmasına *iyonlaşma* denir. Elektron kopması, moleküler yapıyı değiştirir. Eğer bu işlem biyolojik dokularda olursa dokuda ciddi hasarlara yol açabilir. Örneğin DNA'nın yapısını bozabilir; kansere yol açabilir. İyonlaşma, yüksek enerjili fotonların çarpmasıyla olur. Yani x- ışınları ve gama ışınları iyonlaşmaya yol açarlar; bu nedenle iyonlaştırıcı ışınlar olarak bilinirler.

Radyo dalgaları ve mikrodalgalar, elektromanyetik tayfin 300 kHz ile 300 GHz arasındaki bölgesinde yer alırlar. Bu bölgenin yüksek frekanslı kısımlarında mikrodalgalar bulunurken daha düşük frekanslı kısımlarında da radyo dalgaları yer alır. Radyo dalgaları ve mikrodalgalar, günümüzde temelde iletişim alanında kullanılır; radyo, televizyon, cep telefonu, telsiz yayınları vb. Cep telefonları mikrodalgalarla çalışır. Mikrodalgalar yeterince yüksek enerjili olmadıklarından iyonlaşmaya yol açamazlar. Başka bir deyişle, bu yolla kansere neden olmazlar. Öte yandan mikrodalga ışıması, su moleküllerine çok verimli bir ısı aktarımı yapar. (Enerjileri artan su molekülleri de çevrelerine ısı yayarlar. Besinlerin büyük bir bölümü su yönünden zengindir. Bu nedenle mikrodalgalarla yararlanarak besinlerin ısıtılması düşüncesi mikrodalga fırınların doğmasına yol açmıştır.) Yani başa yakın tutulan cep telefonlarının antenlerinden yayılan mikrodalgalar antene yakın bölgede ısınma yaratır. Mikrodalgaların ısıtma etkisinin hücre ölümlerine ve kalıcı doku hasarlarına yol

açabildiği biliniyor. Ama başın bir bölgesindeki bu ısınmanın beyinde ne düzeyde ve nasıl bir etkisi olduğu daha ortaya çıkmış değil.

Dünyada 200 milyon dolayında cep telefonu kullanıcısı bulunuyor. Bu sayı ABD'de 80 milyonun üzerinde ve her ay buna yaklaşık bir milyon ekleniyor. Cep telefonunun insan sağlığına etkileri ve özellikle de kanserle ilişkisi üzerine yürütülen araştırmalar ABD'de büyük bir merakla izleniyor. Çünkü beyinlerinde tümör oluşmuş onlarca kişi, iletişim şirketlerine dava açmış durumda. Tümör oluşumlarına cep telefonlarının mikrodalga yayınlarının yol açtığını ileri sürüyorlar. Benzer davalar başka ülkelerde de açılmış durumda. Bilimsel araştırmaların sonuçları bu davaların seyri açısından büyük önem taşıyor.

ABD'de cep telefonu endüstrisi beş yıldır, cep telefonlarının insan sağlığı üzerine etkilerini araştıran çalışmalarını destekliyor. Hatta bunun için Telsiz İletişim Endüstrisi Birliği 1993'te Telsiz Teknoloji Araştırmaları (WTR) adlı bir araştırma kurumu bile kurdu. Bu kurumun asıl amacı, öncelikle beyin tümörleri olmak üzere birçok hastalıkla cep telefonları arasında bir ilişki olup olmadığını saptamak. İki koldan yürütülen araştırmalar için beş yılda toplam 25 milyon dolar harcandı. Bir yandan epidemiyolojik araştırma sürdürüldü; bir yandan da laboratuvarlarda hayvanlar üzerinde deneyler yapıldı. Laboratuvar çalışmaları da iki konu üzerinde yoğunlaştı: beyin tümörü oluşumu ve genetik yapının değişimi.

Bu sırada Avrupa ve Avustralya'da da konuyla ilgili birçok araştırma yapıldı; hâlâ süren çok sayıda araştırma da var. Bunlardan birkaçında düşük düzeyli radyo dalgalarının hayvanların bağışıklık ve sinir sistemlerinde bozukluklara, davranışlarında değişimlere yol açtığı ve kanser oluşumunu hızlandırdığı gözlemlendi. Örneğin Avustralya'daki bir araştırmada, fareler 18 ay boyunca cep telefonunun yaydığı mikrodalgaların etkisinde bırakıldı. Bu farelerde kanser oluşum oranının normal farelere göre iki kat arttığı saptandı.

Öte yandan ABD'de yapılan kimi araştırmalarda da cep telefonlarıyla kanser oluşumu arasında herhangi bir ilişki olmadığı ortaya çıktı. ABD'de bu



alandaki araştırmaların büyük çoğunluğunun giderlerini iletişim şirketlerinin karşılıyor olması doğal olarak bu sonuçların üzerine biraz gölge düşürüyor. Ama ABD'nin iletişim ve sağlık alanındaki bağımsız örgütlerinin yayımladığı raporlar ve kılavuzlar da böyle bir ilişkinin bilimsel olarak daha kanıtlanmadığını ileri sürüyorlar.

Ne var ki son gelişmeler, cep telefonlarının insan sağlığı üzerinde hiç de küçümsenemeyecek tehlikeleri olabileceğini ortaya koyuyor. Bunlardan biri İsveçli Dr. Lennart Hardell'in araştırmasının geçen yıl Mayıs ayında yayımladığı sonuçlarıydı. Bu araştırmaya göre cep telefonu kullanımı insanlarda beyin tümörü oluşumunu hızlandırmıyordu. Ama beyni tümörlü hastaların, telefon tuttukları tarafta tümör oluşma oranının 2,5 kat fazla olduğu ortaya çıkmıştı. Aynı araştırma ABD'de de yapılmış ve aynı sonuçlara ulaşılmıştı.

En önemli gelişme ise, WTR'nin beş yıllık araştırmasının sonuçlarını açıklaması oldu. Araştırmanın başındaki Dr. George Carlo "Bu veriler insanlarla doğrudan ilişkili ilk verilerdir.



Bunlara göre cep telefonu yayınları insanlarda beyin tümörü riskini biraz artırıyor, insan kan hücrelerini etkiliyor ve ferelerde de DNA bozukluklarına yol açıyor." diyor. Telefon şirketlerince desteklenen bir araştırma kurumundan böyle bir açıklamanın gelmesi çok önemliydi. Aslında şirketler böyle bir açıklamayı pek beklemiyorlardı. WTR'nin kurucularından olan dünyanın en büyük cep telefonu üreticilerinden Motorola'dan hemen bir yanıt geldi. Açıklamayı Motorola'nın biyolojik araştırmalar programının başkanı yaptı: "Şimdiye değin bu konuda birçok araştırma yapıldı. Bunların büyük çoğunluğunda cep telefonlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz hiçbir etkisi olmadığı görüldü ya da olumlu etkiler saptandı. Az sayıdaki araştırmalarda da bu son araştırmadaki gibi kanserle bir ilişki olduğu ortaya çıktı. Gerçekçi bir değerlendirme, bu son araştırma yinelenip sonuçlarının doğruluğu kanıtlandıktan sonra yapılabilir".

Görünen o ki bilimsel araştırmalar sürdükçe cep telefonlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri yavaş yavaş ortaya çıkıyor. Tam olarak kanıtlanamamış olsa bile bu etkiler arasında kanserin de bulunduğu yöneltiş işaretleri var.

Birkaç yıl öncesine değin cep telefonlarının yalnızca uçak, otobüs ve otomobillerin elektronik sistemleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu sanılıyordu. Ama son gelişmeler insan sağlığı açısından da çok ciddi zararları olabileceğini gösteriyor. Hatta bazı bilim adamları cep telefonlarının, 21. yüzyılın "sigara sorunu" benzeri bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkacağını düşünüyorlar. Bu nedenle de cep telefonlarının yalnızca klasik telefonların bulunmadığı, çok gerekli durumlarda kullanılmasını öneriyorlar. Hatta kimiileri yalnızca acil durumlarda kullanılmaları gerektiğini söylüyor. "Böylece hem beyniniz, hem de cebiniz rahat eder" diyorlar.

Çağlar Sunay

Konu Danışmanı: Haldun M. Özaktaş
Prof. Dr., Bilkent Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar
Bilişim Toplumuna Giren Elektromanyetik Kirlilik Etkileri
Sempozyumu, Kasım 1999, Ankara
<http://www.ec.bilkent.edu.tr/~haldun/emis.pdf>
<http://iago.lib.mcu.edu/gcra/cop/powerlines-cancer-FAQ/QandA.html>
<http://www.microwaveweb.com/epa.html>
<http://www.newscentist.com/nsplus/insight/phones/mobilephones.html>
<http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/QandA-Workplace.html>