

Çok Düşük Frekans Elektromanyetik Alanın Cinsiyet Dağılımı Üzerine Etkileri

İbrahim EKER¹ Yusuf Ziya GÜZEY²

¹ Hatay Polis Meslek Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İskenderun Karayolu Üzeri 11. Km, Hatay

² Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 31060, Hatay

Özet

Ülkemizde yüksek gerilim hatlarından yayılan elektromanyetik alanlarla ilgili bir güvenlik limit düzenlemesi olmaması iletim hatlarının, evlerin 4 metre gibi çok yakınından geçmesine yol açmaktadır. Nitekim ikamet edilen yerin yüksek gerilim iletim hatlarına yakınlığı ile çocukların cinsiyet oranları arasındaki ilişkiye dair yapılmış çalışmalar mevcuttur. Bu çalışma ile 50-60 Hz frekans aralığında elektromanyetik alan kaynağı olan hücre dağıtım ve trafo merkezleri yakınında ikamet eden ailelerin çocuklarında cinsiyet insidansı araştırılmıştır. Kahramanmaraş ve Şanlıurfa il merkezlerinde yer alan hücre dağıtım merkezleri ve trafo merkezleri çevresinde 100 m yarıçaplı alan içerisinde ikamet eden ailelerden, çocuk sahibi erkek bireyler ile toplam 19 sorudan oluşan anketler yüz yüze görüşme ile doldurulmuştur. Sonuçlar, elektromanyetik alan kaynaklarına yakınlığa, cevaplayıcıların anketin yapıldığı evde ikamet sürelerine ve evde geçirdikleri sürelere göre değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. Araştırma sonucunda söz konusu etkilerin erkek çocuk sayısı üzerine önemli bir etki yapmadığı fakat maruz kalınan elektromanyetik alan yoğunluğunun kız çocuk sayısı üzerine önemli derecede etki yaptığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Elektromanyetik alan, cinsiyet oranı, çok düşük frekans, EMA

Effects of Very Low Electromagnetic Field on Sex Ratio

Abstract

Due to the lack of legal regulation on the distance of power transmission lines from residences in our country, power lines as a source of electromagnetic fields can set close edge up to 4 meters. Research reports concerning the relationship between power lines and sex ratio are already available. We conducted a survey consist of 19 questions in an area of 100 m diameter around the power lines in Kahramanmaraş and Şanlıurfa provinces in order to investigate effects of electromagnetic fields on sex ratio. Questionnaires directed to males from each residence with more than one child in a face to face meeting. Data evaluated according to the fixed factors of distance, residential period and hours that spent at home in 24h period. As a consequence, no significant effects of mentioned factors on the number of males has found but only effect of residential period and interaction effects of distance to residential period and hours spent at home on number of girls found very significant.

Key words: Electromagnetic field, sex ratio, very low frequency, EMF

Giriş

Yaşayan organizmalar çok çeşitli kaynaklar tarafından yayılan manyetik alana her gün maruz kalmaktadır ve bu kaynakların her birinin etki düzeyi ayrı ayrı belirlenememektedir. Dünya yüzeyinden maruz kaldığımız jeomanyetik alan, konuma bağlı olarak değişmek koşulu ile, 35-70 μT

(ortalama 50 μT) arasında değişmektedir (Shafey ve ark., 2011). Son yıllarda elektrik kullanımının hızla artması sonucu teknolojik aygıtların da kullanımı ile maruz kalınan elektromanyetik alan (EMA), jeomanyetik alanın 100 000 katından (9400 μT) daha

fazladır (Anonim, 2013; Lacy-Hulbert ve ark., 1998, Shafey ve ark., 2011, Gabr, 2010).

Elektrik akımıyla çalışan her araç veya ona enerji taşıyan kablolar; çevresinde elektrik, manyetik veya elektromanyetik alan oluşturur. Günlük yaşamda maruz kalınan radyo frekans seviyelerinin baş ağrısı ve uykusuzluk gibi sorunlara yol açtığı kesin olarak gösterilememiştir (Levent, 2013).

Gezeganimiz üzerindeki binlerce yıllık insan varlığı süresince erkek:kadın oranı hep bir denge içerisinde kalmış fakat günümüzde herhangi bir sebeple bu denge bozulmaya başlamıştır. Söz konusu oran Y kromozomu taşıyan spermatozoanın canlılığını azaltan bir etki vasıtasıyla değiştirilebilir. Ayrıca spermatozoanın ovuma penetrasyonu esnasında X kromozomu taşıyan spermatozoaya avantaj sağlayan faktörlerin varlığı ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Y kromozomu taşıyan spermatozoa, X kromozomu taşıyana oranla biraz daha küçüktür. Spermatozoa'nın hareketi kalsiyum ve siklik adenozin-monofosfat (cAMP) tarafından düzenlenmektedir. James (1986), siklusun erken aşamalarında ve ovulasyonun hemen sonrasında gerçekleşen fertilizasyonda erkek oranının arttığını bildirmiştir (Mubarak ve Mubarak, 1996).

Saadat (2005)'in bildirdiğine göre insanlarda cinsiyet oranı üzerine birçok çevre faktörünün etkisi mevcuttur. Özellikle babanın mesleği ile çocukların cinsiyet arasındaki ilişkiye dair yapılmış çalışmalar mevcuttur. Ebeveynin EMA maruz kalması sonucu çocuklarda cinsiyet oranının etkilendiğini bildiren çalışmalar (Irgens ve ark., 1997; Wang ve ark., 2003) olduğu kadar aksi sonuçları rapor eden araştırmalar da vardır (Ohnishi ve ark., 2002; Ryan ve ark., 1999).

James (2005)'in bildirdiğine göre yapılan çalışmalar (Nordström ve ark., 1983; Knave ve ark., 1979; Mubarak ve Mubarak, 1996; Larsen ve ark., 1991; Gubéran ve ark., 1994) EMA maruz kalan erkek ve dişi bireylerin daha çok dişi döller yönünde eğilim göstermiştir.

Yapılacak bu çalışma ile amaçlanan, seçilecek illerde yer alan yüksek gerilim hatları ve trafolardan kaynaklanan çok düşük frekans elektromanyetik alanın, çevrede ikamet eden

ailelerin çocuklarında gerçekleşen cinsiyet insidansı üzerine etkilerinin belirlenmesi ve bu oran üzerine babanın etkisinin tespit edilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Verilerin Toplanması

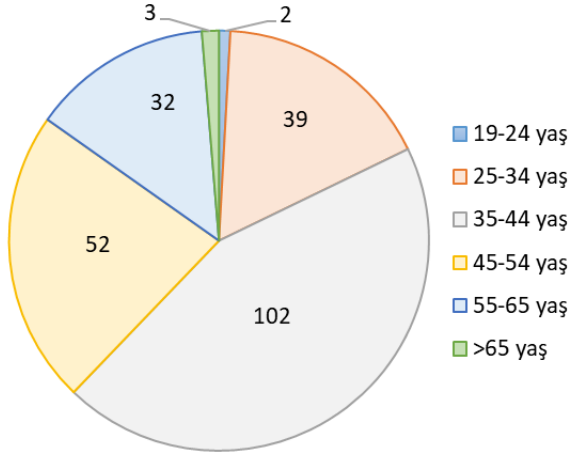
Çalışma materyalini Kahramanmaraş (27° 11' ve 38° 36' Kuzey; 36° 15' ve 37° 42' Doğu) ve Şanlıurfa (36° 40' ve 38° 02' Kuzey; 37° 50' ve 40° 12' Doğu) il merkezlerinde yer alan elektrik hücre dağıtım merkezleri (HDM, 2500-31500 kVA) ve trafo merkezleri (TM, 25-400 kVA) çevresinde, 100 metre yarıçaplı alan içerisinde, yüz yüze görüşme yolu ile yapılan toplam 230 adet anket oluşturmuştur. Anket kapsamında her haneden çocuk sahibi erkek bireylere 5 adet kapalı uçlu ve 14 adet açık uçlu olmak üzere toplam 19 adet soru yöneltilmiştir.

Anket sorularına cevaplayıcıların verdikleri yanıtlar SPSS paket programı (Kinneer ve Gray, 1994) ile değerlendirilmiştir. Her soru için çapraz tablolardan yararlanarak çıkarılan tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Ayrıca cevaplayıcıların yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi ve süresi ile gün boyunca evde geçirdikleri sürelerle bağlı olarak SPSS paket programında çok değişkenli istatistik modele göre analizleri yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Demografik göstergeler

Verilen yanıtlara göre 23 ile 72 arasında değişen cevaplayıcı yaş dağılımı toplam 6 grupta sınıflandırılmıştır. Elde edilen verilere göre ankete katılanların %67'ye yakını orta yaş olarak kabul edilen 35-54 yaş grubunda yer almakta, 25-34 yaş aralığındaki bireylerin temsil oranı ise %17 civarında kalmıştır (Şekil 1).

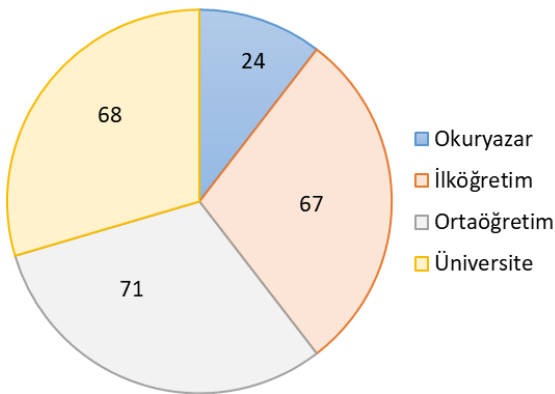


Şekil 1. Katılımcıların yaş dağılımları (n)

Figure 1. Age distribution of participants (n)

Elektromanyetik alanların bireyler üzerinde gözlemlenen değişen etkileri, yaş vb bireysel farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. Yaşlanma hücre, organ ve makro moleküllerde geri dönüşü mümkün olmayan hasarlara neden olabilen, çok değişkenli bir süreçtir. Örneğin, yapılan araştırmalar DNA hasarı birikimi ile yaşlanma arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir (Ivancsits ve ark., 2003).

Eğitim durumlarına göre yöneltilen soruya verilen cevaplar doğrultusunda yapılan sınıflandırmada cevaplayıcıların yaklaşık % 10'luk kısmının tahsili olmadığı ancak okuyazar oldukları tespit edilmiş; ilköğretim, orta öğretim ve üniversite mezunlarının oranının ise birbirlerine çok yakın olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Eğitim durumuna göre katılımcıların dağılımı (n)

Figure 2. Distribution of participants according to educational status

Çizelge 1. Meslek gruplarına göre cevaplayıcıların dağılımı

Table 1. Distribution of participants according to occupational cluster

Meslek Grubu	%
Kamu görevlisi	26,5
Serbest meslek	26,5
Mühendis, Teknik eleman	7,8
Nitelik gerektirmeyen meslek	23,0
Tarım ve Hayvancılık	2,2
Öğrenci	0,4
Emekli	7,4
İşsiz	6,1

Katılımcıların mesleki dağılımlarını tespit etmek amacıyla açık uçlu olarak yöneltilen soruya verilen cevaplar içerisinde mesleki açıdan en yaygın grup kamu görevlileri ve serbest meslek sahibi kişiler olarak belirlenmiş ve bunları ise nitelik gerektirmeyen meslek grupları takip etmiştir. En az rastlanan meslek grubunu ise % 4 oran ile öğrenciler oluşturmuştur. Emeklilerin oranı ise % 7,4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Kişilerin mesleki olarak elektromanyetik alan kaynaklarına maruziyetleri açısından bir soru yöneltilmemiştir.

Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

Vücut Kitle İndeksi temel metabolik değerlendirmede kullanılan popüler bir göstergedir. Özellikle son 15 yıllık dönem içerisinde obezite, sağlıksız beslenme, sedanter yaşam tarzı ve stres gibi faktörlerin de etkisi ile modern toplumu tehdit eden en tehlikeli musibetlerden birisi olmuştur. Elektromanyetik alanlara karşı vücut hassasiyeti ve bozucu etkileri üzerine yapılan tartışmalarda VKİ bir düzeltme faktörü olarak kullanılabilmektedir (Vesselinova, 2015).

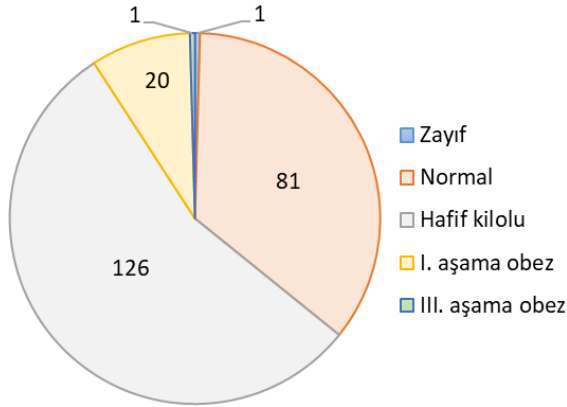
Birçok araştırmacı özellikle prenatal ve/veya postnatal dönemde maruz kalınan EMA'ların memelilerde obeziteye neden olabileceğini bildirmiştir (Bulas ve Egloff, 2013; Li ve ark., 2012; Melega ve ark., 2012). Bu nedenle bu tür etkilerin varlığını teyit etmek amacıyla çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda kişilerde EMA kaynaklı fizyolojik değişimler incelenmiştir.

Bu kapsamda ankete katılanların VKİ'leri verilen eşitliğe göre (Eşitlik 1) hesaplanmıştır. Katılımcıların boy ve ağırlık verilerine göre hesaplanan VKİ değerleri, toplam 6 sınıfta değerlendirilmiştir.

$$VKİ = w / h^2 \quad [\text{Eşitlik 1}]$$

Bu sınıflandırmaya göre cevaplayıcıların yarısından fazlasının (% 54,7) hafif kilolu sınıfına girdiği, normal kilolu kişilerin ise %35.2 oranla ikinci sırada yer aldığı gözlenmiştir. Obez olarak sınıflandırılabilir katılımcıların toplam oranı ise %9,1 oranında kalmıştır (Şekil 3). Elektromanyetik alanların etkilerinin bir teyidi olması amacıyla üzerinde durulan VKİ bakımından elde edilen bulgular, üzerinde durulan popülasyon açısından çok düşük frekanstaki EMA kaynaklarının obeziteyi tetikleyici yönde önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$) şeklinde yorumlanabilir.

EMA ile obezite arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere yapılan çalışmaların tamamına yakını *in utero* ya da çocukluk dönemindeki maruziyetleri inceler niteliktedir (Milham, 2014). Yapmış olduğumuz anket çalışmasında, cevaplayıcıların çocukluk dönemlerinde maruz kalmış oldukları EMA'lara dair bir bilgi bulunmadığından bu konuda kesin bir yargıya varılamamıştır.



Şekil 3. VKİ göre katılımcıların dağılımı (n)
Figure 3. Distribution of participants according to body-mass index

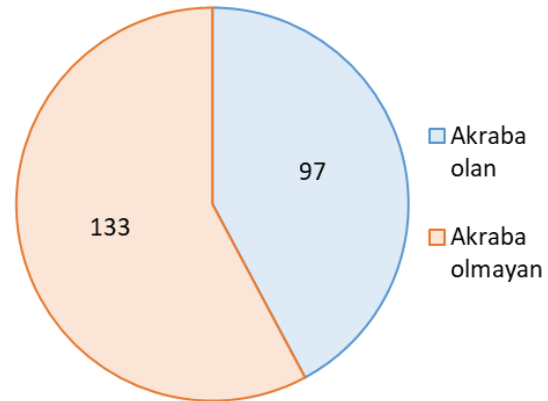
Anne – Baba Akrabalık Durumu

Cinsiyet oranı üzerine etki eden biyolojik ve/veya çevresel birçok faktör mevcuttur (Özdemir ve ark., 2005).

Fisher'in ilk olarak 1930 yılında ortaya attığı ve daha sonra 1958 yılında Shaw, 1965

MacArthur ve son olarak da 1975 yılında Charnov tarafından geliştirilen teoriye göre cinsiyet seleksiyonu her durumda birbirine denk erkek ve dişi varlığını beraberinde getirmektedir. Söz konusu araştırmacılara ait argümanlar detayda farklılıklar içerse de azınlıktaki cinsiyetin *çiftleşmede seçici olabilme avantajı* temeli üzerinden hareket etmektedir. Bir örnek ile açıklayacak olursak, erkek varlığının sınırlı olduğu bir popülasyonda dişi başına ortalama döl sayısı erkeklerden az olacaktır. Bu durumda ise erkek nesil yönündeki olası bir genetik eğilim, bahsedilen seleksiyon dolayısı ile avantajlı konuma gelecektir. Sonuç olarak da erkek sayısı çoğalacak ve azınlık olmaktan çıkacaklardır. Cinsiyet bakımından popülasyonun denge içerisinde olması durumunda hiçbir cinsiyetin diğerine oranla avantajı olmayacaktır. Bu durumda da popülasyon hemen hemen tüm zamanlarda erkek ve dişi varlığı bakımından dengede olacaktır (Williams, 1979).

Daughterless (DI) faktörü adı verilen ve babadan oğula aktarılan bir faktör sebebi ile bazı erkekler yalnızca erkek çocuk sahibi olma eğilimindedirler. Buradaki etki dişi döllerin mortalitesinden ziyade erkek döllerin sayıca fazla olmasından ileri gelmektedir. DI ektrakromozal kalıtım yolu izlemektedir. Düşük frekansta da olsa bir kez popülasyon içerisinde bu faktör gözleniyorsa, yalnızca birkaç generasyon sonra predominant gözlenebilmektedir (Werren, 1981).

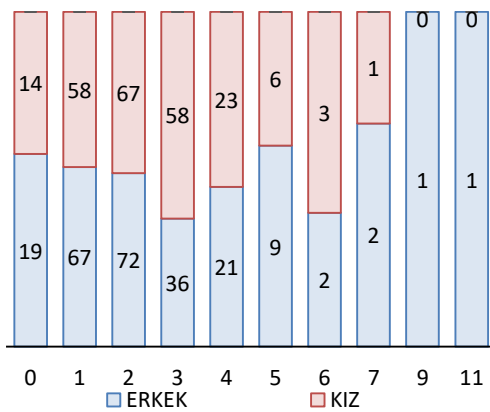


Şekil 4. Katılımcıların anne-babalarının akrabalık durumu
Figure 4. Affinity relationship of parents of the participant

Anne ve babanın akrabalık durumu ile ilgili olarak yöneltilen soruyla, çocuklarda cinsiyet dağılımı üzerine akrabalığa bağlı olası dejenerasyonların ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ankete katılanların % 42.2'lik kısmının ebeveynlerinin akraba olduğu, % 57.8'inin ise ebeveynlerinin akraba olmadığı belirlenmiştir. Anketin temel hedefi olmamasına rağmen, yapılan istatistiki karşılaştırmada da akraba evliliğinin çocuklarda cinsiyet seçimi üzerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Şekil 4).

Kardeş ve Çocuk Sayıları ile Cinsiyetlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Katılımcılara erkek kardeş, kız kardeş, erkek çocuk ve kız çocuk sayılarına dair açık uçlu toplam 4 adet soru yöneltilmiştir. Yöneltilen sorulara tüm katılımcılar yanıt vermiş olup kardeş sayısı bakımından cevaplayıcılar içerisinde en büyük payı 2 kardeşe sahip kişilerin (sırasıyla erkek %31.3 ve kız 29.1) aldığı gözlenmiştir. Tek erkek kardeşe sahip bireyler %29.1 oranla ikinci sırada yer alırken 6 ve üzeri erkek kardeşe sahip cevaplayıcıların oranı toplam %2.6'da kalmıştır. Benzer biçimde kız kardeş sayısı bakımından da 1 ve 3 kardeşe sahip bireylerin oranı her iki grup için de % 25.2 olarak hesaplanmış, 6'dan fazla kız kardeşe sahip bireylerin oranı ise toplam %1.7 olarak belirlenmiştir (Şekil 5).

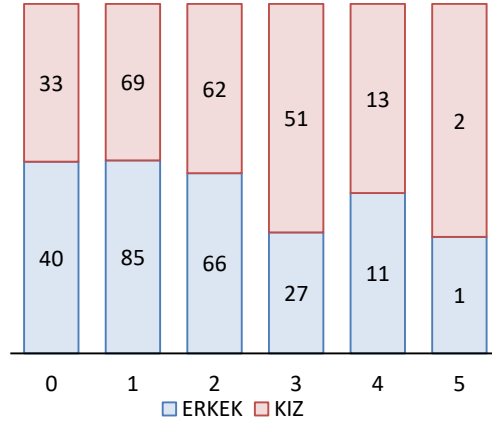


Şekil 5. Katılımcıların kardeş sayıları (n)

Figure 5. Number of siblings (n)

Cevaplayıcıların çocuk sayıları ve cinsiyetleri göz önüne alındığında 1 erkek çocuk sahibi katılımcıların oranı % 37 ile en

yüksek iken, 2 erkek çocuk sahibi bireyler %28.7 ile ikinci sırada yer almıştır. Kız çocuk sayısı bakımından tek kız çocuk sahibi bireylerin oranı %30 iken, 2 kız çocuk sahibi bireylerin oranı % 27 olarak belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Katılımcıların çocuk sayıları (n)

Figure 6. Number of offspring (n)

Elektromanyetik Alan ve İkametgâh İlişkisi

EMA kaynağına yaklaştıkça alan yoğunluğu artmaktadır. Bu nedenle katılımcıların elektromanyetik alanlara maruz kalma durumlarının daha net anlaşılabilmesi açısından yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi, açık uçlu soru cevaplayıcılara yöneltilmiştir.

Hücre dağıtım merkezi ve trafo merkezi çevresinde 100 metre yarıçaplı alan içerisinde oturan bireylerle yapılan ankette her cevaplayıcı için hangi mesafede oturduğu kaydedilmiş ve sonuçların daha anlamlı olması açısından yanıtlar istatistik analizler aşamasında toplam 5 sınıfta gruplandırılmıştır (Çizelge 2).

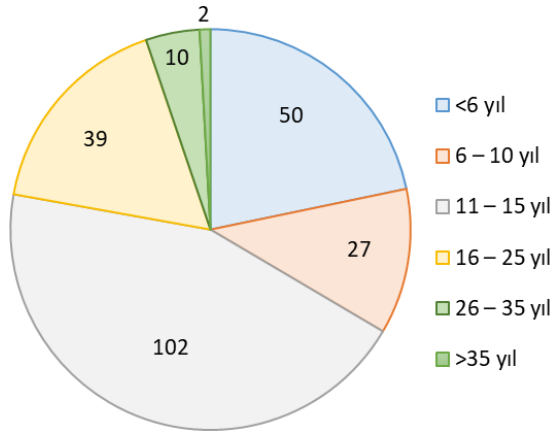
Çizelge 2. Katılımcıların yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi

Table 2. Distance of residence to high-voltage transmission line

Mesafe	%
20 metreye kadar	2,2
20 – 39 metre	27,0
40 – 59 metre	33,0
60 – 79 metre	22,0
80 – 100 metre	17,8

Ankete katılanların, yüksek gerilim kaynakları yakınına yeni taşınan bireyler olmamasına dikkat edilmiş ve değerlendirme aşamasında ikamet süresinin çocukların yaşından az olmamasına azami özen gösterilmiştir.

Yapılan değerlendirmede anket yapılan popülasyon içerisinde en yoğun grubu 11-15 yıl süre ile ikamet eden kişiler oluşturmuş (%44.3), 35 yıldan uzun süredir aynı yerde ikamet edenlerin oranı ise % 0,9'da kalmıştır (Şekil 7).

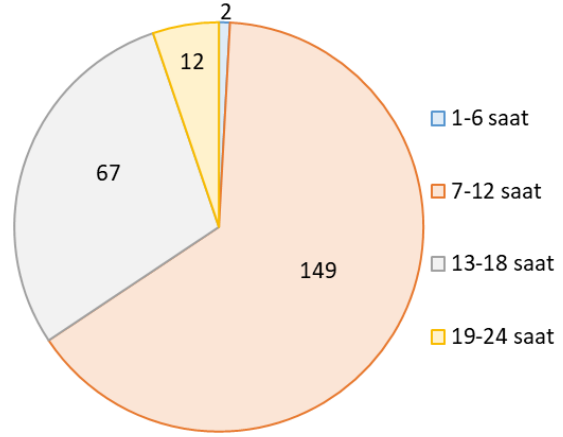


Şekil 7. Katılımcıların yüksek gerilim kaynakları civarında ikamet süreleri (n)

Figure 7. Residential period of participants next to high-voltage transmission lines (n)

Elektromanyetik alana maruz kalma koşulları içerisinde elektrik/manyetik alan kuvveti, güç yoğunluğu ve maruz bırakılma süresi de önem arz etmektedir (Otto ve von Mühlendahl, 2007). Bu nedenle elektromanyetik alan kaynaklarına yakınlık yanında maruz kalınan sürenin net olarak anlaşılabilmesi amacıyla, katılımcılara gün içerisinde evde geçirdikleri süre sorulmuş ve alınan yanıtlar toplam 4 zaman diliminde değerlendirilmiştir (Şekil 8).

Cevaplayıcıların yaklaşık % 65'lik kısmının günlük 7-12 saat aralığında elektromanyetik alana maruz kaldığı, yaklaşık %29'unun ise günün 13-18 saatini evde geçirdiği hesaplanmıştır. Erkek bireylerin genel olarak çalışan kişiler olduğu göz önüne alındığında elde edilen bulgular olağan görünmektedir.



Şekil 8. Cevaplayıcıların saat cinsinden gün içerisinde evde geçirdikleri süre (n)

Figure 8. Time spent at the residence during the day (n)

Kronik Rahatsızlıklar

Parkinson, Alzheimer (Campdelacreu, 2012; Banaceur ve ark., 2013; Frei ve ark., 2013) astım (Li ve ark., 2011) ve böbrek yetmezliği gibi kronik hastalıkların görülme sıklığı üzerine etki eden çevresel faktörler içerisinde elektromanyetik alanlar da sayılabilir. Özellikle 18 yaş altı çocuklarda astım, yaygın görülen bir kronik rahatsızlıktır ve son 30 yıllık periyotta hızla artan prevalansa sahiptir. Bu artış ise genetik faktörler dışında diğer çevre faktörlerinin risk oluşturduğu görüşünü hâkim kılmaktadır. Özellikle gebelik süresince maruz kalınan çevresel olumsuzluklar immün sistem ve ciğerlerin fütal gelişimini olumsuz etkilemektedir (Li ve ark., 2011).

Çizelge 3. Katılımcılarda kronik rahatsızlıkların görülme oranı

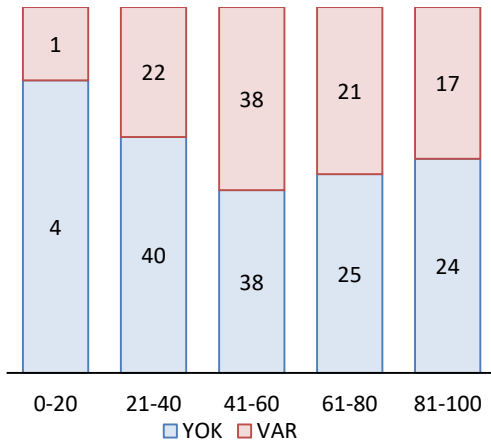
Table 3. Incidence of chronic diseases

Kronik rahatsızlığınız var mı?	n
Hayır	131
Astım	70
Böbrek yetmezliği	23
Parkinson / Alzheimer	6

Kronik rahatsızlıklar açısından elektromanyetik alanlara uzun süre maruz kalan bireylerde sıklıkla rastlanan astım,

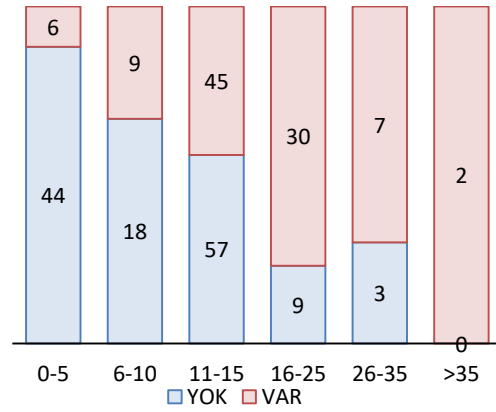
böbrek yetmezliği, Parkinson ve Alzheimer hastalıkları için soru yöneltilmiştir. Anket sonuçları değerlendirildiğinde katılımcıların yarısından fazlasının kronik rahatsızlığının bulunmadığı bununla birlikte %30.4'ünde Astım, % 10'unda Böbrek Yetmezliği ve %2.6'sında ise Parkinson ya da Alzheimer bulunduğu gözlenmiştir (Çizelge 3).

Ayrıca yapılan değerlendirmeler sonucunda kronik rahatsızlıkların görülme sıklığı üzerine kişinin yüksek gerilim kaynakları yakınında ikamet süresi (Şekil 10) ile gün boyunca evde geçirdiği sürenin (Şekil 11) kronik rahatsızlıkların görülme insidansı üzerine etkisinin önemli olduğu ($p<0,01$), yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi ve diğer interaksiyon etkilerinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir (Şekil 9).



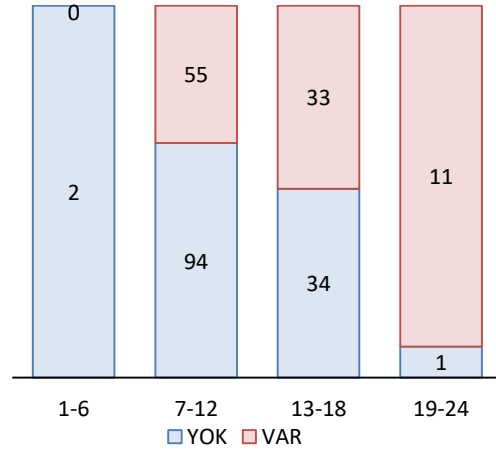
Şekil 9. Mesafeye (metre) bağlı olarak kronik rahatsızlıkların görülme sıklığı (n)

Figure 9. Prevalence of chronic diseases depending on distance to high-voltage transmission lines (m)



Şekil 10. İkamet süresine (yıl) bağlı olarak kronik rahatsızlıkların görülme sıklığı (n)

Figure 10. Prevalence of chronic diseases depending on residential period (year)



Şekil 11. Evde geçirilen süreye (saat) bağlı olarak kronik rahatsızlıkların görülme sıklığı

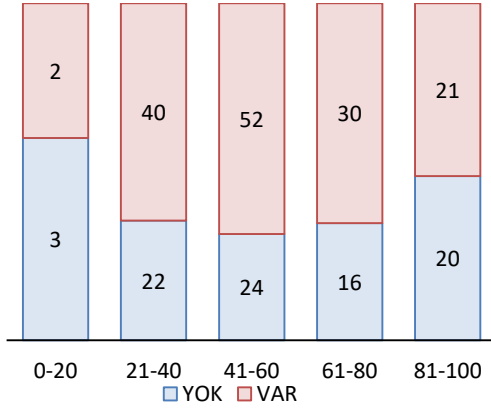
Figure 11. Prevalence of chronic diseases depending on time spent at the residence (h) during the day

Duyusal Bozukluklar

Uzun süre düşük frekans EMA'lara maruz kalınması durumunda akut sinir ve kas uyarımlarına ve ellerde uyuşma gibi duyuşal arazlar gözlenebilmektedir (Çerezci ve ark., 2012).

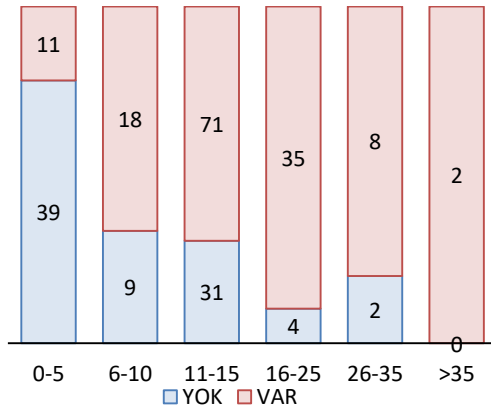
Yapılan anketler sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde katılımcıların % 37'sinin uyuşma, karıncalanma ve istemsiz kas hareketleri gibi duyuşal bozuklukları yaşamadıkları, %42.6'sının ise nadiren bu rahatsızlıklarla karşılaştıkları gözlenmiştir. Elektromanyetik alan kaynakları yakınında ikamet edilen sürenin (Şekil 13) artması ile birlikte cevaplayıcıların bu tür duyuşal

arazlarla karşılaşma sıklıklarının önemli derecede arttığı ($p<0.01$), yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi (Şekil 12) ve gün içerisinde evde geçirilen sürenin (Şekil 14) ve bu interaksiyon etkilerinin ise önemli olmadığı belirlenmiştir.



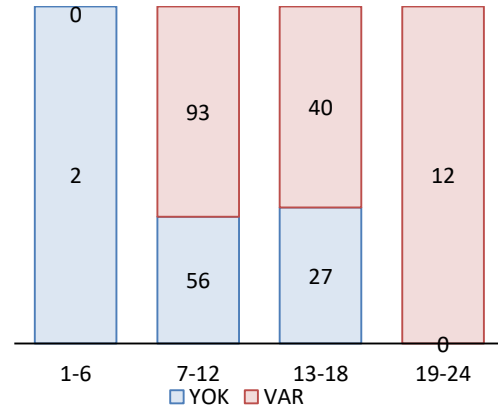
Şekil 12. Yüksek gerilim kaynaklarına yakınlığa (mt) bağlı olarak duyuşal rahatsızlıkların görölme sıklığı

Figure 12. Prevalence of sensory disorders depending on distance (m) to high-voltage transmission lines



Şekil 13. Yüksek gerilim kaynakları yakınında ikamet süresine (yıl) bağlı olarak duyuşal rahatsızlıkların görölme sıklığı

Figure 13. Prevalence of sensory disorders depending on residential period (year)

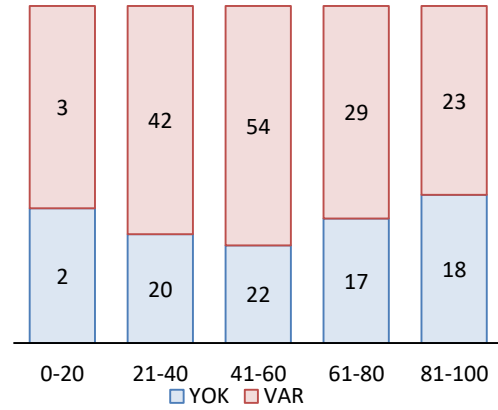


Şekil 14. Evde geçirilen süreye (saat) bağlı olarak duyuşal rahatsızlıkların görölme sıklığı

Figure 14. Prevalence of sensory disorders depending on time spent at the residence (h) during the day

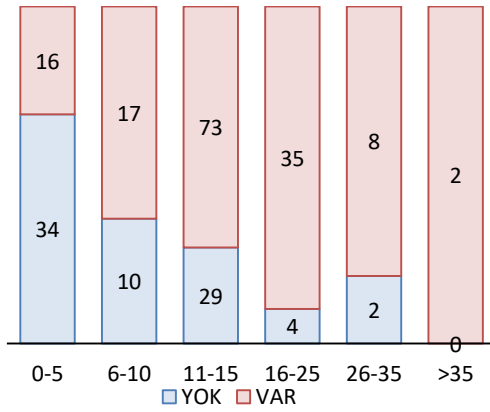
Uyku Problemleri ve Görölme Sıklığı

Enerji iletim hatları ve diğer düşük frekans elektromanyetik alan kaynakları insanlarda uyku düzensizliklerine neden olabilmektedir (Schreier ve ark., 2006).



Şekil 15. Yüksek gerilim kaynaklarına yakınlığa(mt) bağlı olarak uyku problemlerinin görölme sıklığı

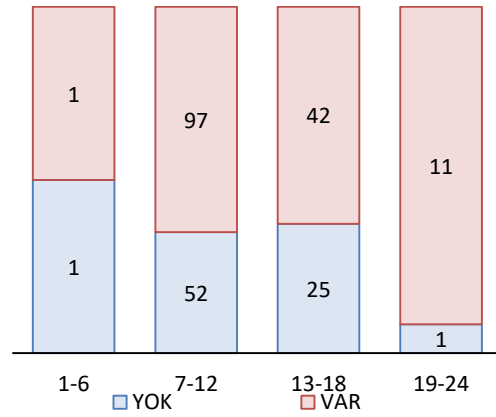
Figure 15. Prevalence of sleep disorders depending on distance (m) to high-voltage transmission lines



Şekil 16. Yüksek gerilim kaynakları yakınında ikamet süresine (yıl) bağlı olarak uyku problemlerinin görülme sıklığı

Figure 16. Prevalence of sleep disorders depending on residential period (year)

Katılımcıların özellikle gece uyku sorunları yaşadıkları (geceleri uyuyamama ve geceleri sık sık uyanma) belirlenmiştir. Uyku problemleri yaşamadığını belirten katılımcıların oranı ise % 34,3 olarak gerçekleşmiştir. Yapılan değerlendirmede yüksek gerilim kaynakları civarında ikamet edilen sürenin (Şekil 15) kişilerde uyku düzensizlikleri üzerine olumsuz etkisinin çok önemli ($p < 0,01$) olduğu, diğer tüm etkilerin ise önem arz etmediği belirlenmiştir (Şekil 16 ve Şekil 17).



Şekil 17. Evde geçirilen süreye (saat) bağlı olarak uyku problemlerinin görülme sıklığı

Figure 17. Prevalence of sleep disorders depending on the time spent during the day (h)

Çocuklarda Cinsiyet İnsidansı Üzerine Elektromanyetik Alanların Etkileri

Bu araştırma ile yüksek gerilim kaynaklarına ikamet mesafesi, ikamet edilen süre ve gün içerisinde evde geçirilen süreler bakımından erkek ve kız çocuk sayıları karşılaştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda katılımcıların ortalama erkek çocuk sayısı 1,51 ve kız çocuk sayısı ise 1,80 olarak hesaplanmış, incelenen etkilerin hiçbirinin erkek çocuk sayısındaki değişim üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4. Çocuklarda cinsiyet dağılımları

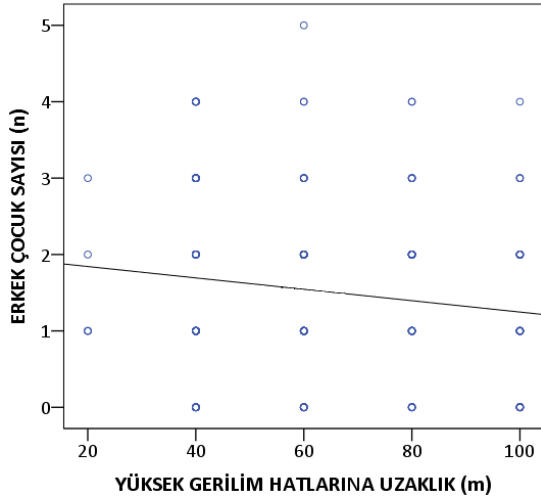
Table 4. Sex distribution of offspring

	\bar{x}	YGH ¹	İES ²	EGS ³	YGH×İES	YGH×EGS
Erkek çocuk sayısı	1,51±0,07	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Kız çocuk sayısı	1,80±0,07	ÖD	0,003	ÖD	0,000	0,010

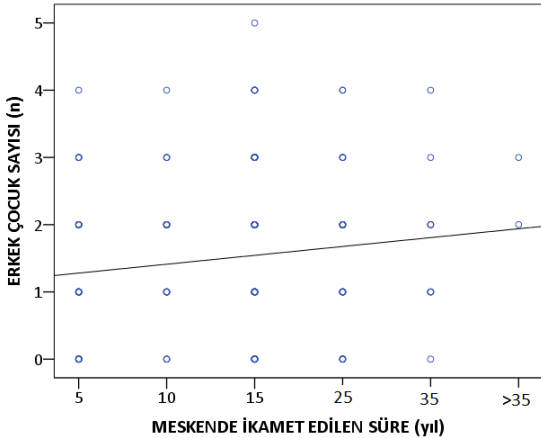
¹ Yüksek gerilim hatlarına yakınlık, ² İkamet edilen süre, ³ Evde geçirilen süre, ÖD: istatistiki bakımdan önemli değil

Elektrik alanların etki düzeyi ile bu alana mesafe arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Cevaplayıcıların erkek çocuk sayıları ile ikamet edilen meskenin yüksek gerilim hatlarına uzaklığı bakımından yapılan korelasyon hesaplamasında mesafenin

artmasına bağlı olarak erkek çocuk sayısının azaldığı ($R^2=0,022$) tespit edilmiştir (Şekil 18). Kız çocuk sayısı ile elektrik alan kaynağı arasında ise bir korelasyon bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

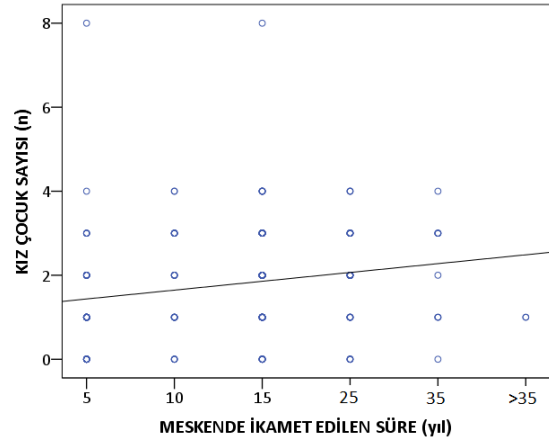


Şekil 18. Meskenin yüksek gerilim hatlarına uzaklığı ile erkek çocuk sayısı arasındaki ilişki
Figure 18. The relationship between the number of male offspring and distance of residence to high-voltage transmission lines



Şekil 19. Meskende ikamet edilen süre ile erkek çocuk sayısı arasındaki ilişki
Figure 19. The relationship between the number of male offspring and residential period

Gün içerisinde konutta geçirilen süre ile çocukların cinsiyetleri bakımından yapılan korelasyon karşılaştırmasında, her iki cinsiyet üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı, bununla birlikte mevcut meskende ikamet edilen süre bakımından yapılan karşılaştırmada erkek ($R^2=0,033$) ve kız çocuk ($R^2=0,003$) sayılarının geçen yıllarla orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 19 ve Şekil 20).



Şekil 20. Meskende ikamet edilen süre ile kız çocuk sayısı arasındaki ilişki
Figure 20. The relationship between the number of female offspring and residential period

Kız çocuk sayısı bakımından yapılan değerlendirme sonucunda 100 m yarıçaplı alan içerisinde olmak kaydı ile ikametgâh mesafesinin yüksek gerilim hatlarına uzaklığının ve erkek bireyin evde geçirdiği sürenin kız çocuk sayısındaki artış üzerine etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Benzer biçimde interaksiyon etkileri değerlendirildiğinde çocuk sahibi erkek bireyin yüksek gerilim kaynakları yakınında ikamet etme süresi ile evde geçirdiği süre interaksiyon etkisinin ve her 3 etkinin interaksiyon etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bununla birlikte, kız çocuk sayısı üzerine yüksek gerilim kaynakları yakınında ikamet edilen sürenin tek başına ve yüksek gerilim kaynağına uzaklık ile birlikte interaksiyon etkisinin önemli ($p<0,01$) ve yine yüksek gerilim kaynağına uzaklık ile kişinin evde geçirdiği süre interaksiyon etkisinin de istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. Buradaki söz konusu etki EMA maruziyetine bağlı olarak kız çocuk sayısındaki artış şeklinde gerçekleşmiştir.

Nitekim; bu bulguları destekler nitelikte, prenatal/postnatal dönemde maruz kalınan EMA'ların kısmi kız çocuk insidansının arttığını (Baste ve ark., 2008; Larsen ve ark., 1991) gösteren araştırmalar mevcut iken, herhangi bir önemli etki bulunmadığını (Baste ve ark., 2012; Saadat, 2005; Auger ve ark., 2011; Nishimura ve ark., 2011; Takashi ve ark., 2010;

Lee ve ark., 2009; Ogawa ve ark., 2009) bildiren birçok araştırma sonucu da vardır.

Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada esas odak noktası prenatal ve postnatal dönemi içine alacak biçimde uzun süreli ve şiddetli çok düşük frekans elektromanyetik alanlara maruz kaldığı tahmin edilen bireylerin çocuklarında cinsiyet seçimi açısından etkili bir mekanizmanın varlığını test etmek ve yapılacak çalışmalar açısından bir rota belirlemek olmuştur. Bu amaç doğrultusunda katılımcılara, özellikle çok düşük frekans EMA etkilerinin kanıtlandığı kronik rahatsızlıklar, duyuşsal problemler ve uyku düzensizliklerinin görülme sıklığını belirlemek üzere teyit edici sorular yöneltilmiş ve elde edilen bulgular yorumlanmaya çalışılmıştır.

Cinsiyet oranı üzerine etkili birçok mekanizma mevcuttur ve hormon profillerindeki değişimler bu mekanizmalardan yalnızca biridir. Erkeklerde testosteron/gonadotropin oranındaki değişimin cinsiyet oranı üzerine doğrudan etki yaptığı kabul edilmektedir ve özellikle radyo frekanslı elektromanyetik alanlara maruz kalan erkek bireylerde bu oran azalmaktadır. Yapılan bu çalışmada da kız çocuk insidansındaki artışın hormon profilleri ile ilgili olduğu kabul edilebilir. Bununla birlikte günümüz dünyasında maruz kalınan elektromanyetik alanların çeşitliliği ve yoğunluğu dikkate alındığında, EMA yoğunluğu ile ilgili ölçümler yapılmadığından yalnızca hücre dağıtım ve trafo merkezlerinin yalın etkisinin bu sonucu ortaya çıkardığını söylemek fazla iyimser bulgu olacaktır. Kaldı ki, cevaplayıcıların mesleki olarak maruz kaldıkları elektromanyetik alanların çeşidi ve yoğunluğu da belirlenemediğinden yalın etkiler ile ilgili tahminlerin yapılabilmesi oldukça güçtür.

Her ne kadar benzer konuda çok sayıda araştırma sonucu bulunsa da, yalın etkilerin belirlenmesine yönelik in vitro çalışmalara ağırlık verilmesinde faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu yayın İbrahim Eker'in 382547 no'lu Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2013. Elektromanyetik alan ölçümleri. <http://olcum.org/oelcuemler/elektromanyetik-alan-oelcuemleri.html>, Erişim Tarihi: 20.12.2013.
- Auger N, Joseph D, Goneau M, Daniel M, 2011. The relationship between residential proximity to extremely low frequency power transmission lines and adverse birth outcomes. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65 (1): 83 – 85.
- Banaceur S, Banasr S, Sakly M, Abdelmelek H, 2013. Whole body exposure to 2.4 GHz WIFI signals: effects on cognitive impairment in adult triple transgenic mouse models of Alzheimer's disease (3xTg-AD). *Behavioural Brain Research*, 240:197-201.
- Baste V, Riise T, Moen BE, 2008. Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. *European Journal of Epidemiology*, 23(5):369-377.
- Baste V, Moen BE, Oftedal G, Strand LA, Bjørge L, Mild KH, 2012. Pregnancy outcomes after paternal radiofrequency field exposure aboard fast patrol boats. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 54(4):431-438.
- Bulas D, Egloff A, 2013. Benefits and risks of MRI in pregnancy. *Seminars in perinatology*, 37(5):301-304.
- Campdelacru J, 2012. Parkinson disease and Alzheimer disease: environmental risk factors. *Neurologia*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2012.04.001>, Erişim tarihi: 13.02.2014.
- Çerezci O, Yener Ş, Kanberoğlu B, 2011. Yüksek Gerilim Hatlarından Yayılan İstemdisi Elektromanyetik Kirlilik Ölçümleri. *TSE Standard*, 589:52-57.
- Çerezci O, Kartal Z, Pala K, Türkkkan A, 2012. Elektromanyetik kirlilik ve sağlık etkileri (A. Türkkkan, Editör), *Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri*, F. Özsan matbaacılık san. Tic.

- Ltd. Şti., 106-117, Bursa.
- Elhasoğlu D, 2006. Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, 122 s, Adana.
- Frei P, Poulsen AH, Mezei G, Pedersen C, Cronberg Salem L, Johansen C, Rösli M, Schüz J, 2013. Residential Distance to High-voltage Power Lines and Risk of Neurodegenerative Diseases: a Danish Population-based Case-Control Study. *American Journal Of Epidemiology*, 177(9):970-978.
- Gabr AA, 2010. Biological Effects of Electromagnetic radiation. PhD Thesis, Agricultural University of Athens, 107p, Athens, Greece.
- Gubéran E, Campana A, Faval P, Gubéran M, Sweetnam PM, Tuyn JW, Usel M, 1994. Gender ratio of offspring and exposure to shortwave radiation among female physiotherapists. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 20(5):345-348.
- Irgens A, Krüger K, Skorve AH, Irgens LM, 1997. Male proportion in offspring of parents exposed to strong static and extremely low-frequency electromagnetic fields in Norway. *American Journal of Industrial Medicine*, 32(5):557-561.
- Ivancsits S, Diem E, Jahn O, Rüdiger HW, 2003. Age-related effects on induction of DNA strand breaks by intermittent exposure to electromagnetic fields. *Mechanisms of Ageing and Development*, 124(7):847-850.
- James WH, 1986. Hormonal control of sex ratio. *Journal of Theoretical Biology*, 118:427-41.
- James WH, 2005. Offspring sex ratios of people exposed to electromagnetic fields. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 59(9):810.
- Kinnear PR, Gray CD, 1994. SPSS for Windows. Department of Psychology Univ. of Aberdeen, UK.
- Knave B, Gamberale F, Bergström S, Birke E, Iregren A, Kolmodin-Hedman B, Wennberg A, 1979. Long-term exposure to electric fields. A cross-sectional epidemiologic investigation of occupationally exposed workers in high-voltage substations. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 5(2):115-125.
- Lacy-Hulbert A, Metcalfe JC, Hesketh R, 1998. Biological Responses to Electromagnetic Fields. *FASEB Journal*, 12(6):395-420.
- Larsen AI, Olsen J, Svane O, 1991. Gender-specific reproductive outcome and exposure to high-frequency electromagnetic radiation among physiotherapists. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 17(5):324-329.
- Lee HJ, Pack JK, Gimm YM, Choi HD, Kim N, Kim SH, Lee YS, 2009. Teratological evaluation of mouse fetuses exposed to a 20 kHz EMF. *Bioelectromagnetics*, 30(4): 330-333.
- Levent F, 2013. Elektromanyetik tehlikenin farkında mısınız? <http://www.faruklevent.com/index.php/25-sample-data-articles/joomla/extensions/plugins/68-captcha>, Erişim tarihi: 27.12.2013.
- Li DK, Chen H, Odouli R, 2011. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 165(1):945-950.
- Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry CP, 2012. A prospective study of in-utero exposure to magnetic fields and the risk of childhood obesity. *Scientific reports*, 2:540.
- Melega WP, Lacan G, Gorgulho AA, Behnke EJ, De Salles AA, 2012. Hypothalamic deep brain stimulation reduces weight gain in an obesity-animal model. *Plos One*, 7(1):e30672.
- Moulder, J, 2000. Cellular Phone Antennas (Base Stations) and Human Health. <http://dwb.unl.edu/teacher/nsf/C03/C03Links/www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html>, Erişim tarihi 05.02.2013.
- Mubarak AA, Mubarak AA, 1996. Does high voltage electricity have an effect on the sex distribution of offspring? *Human Reproduction*, 11(1):230-231.
- Nishimura I, Oshima A, Shibuya K, Negishi T, 2011. Lack of teratological effects in rats exposed to 20 or 60 kHz magnetic fields. *Birth defects research. Part B, Developmental and reproductive*

- toxicology, 92(5):469-477.
- Nordström S, Birke E, Gustavsson L, 1983. Reproductive hazards among workers at high voltage substations. *Bioelectromagnetics*, 4(1):91-101.
- Ogawa K, Nabae K, Wang J, Wake K, Watanabe S, Kawabe M, Fujiwara O, Takahashi S, Ichihara T, Tamano S, Shirai T, 2009. Effects of gestational exposure to 1.95-GHz W-CDMA signals for IMT-2000 cellular phones: Lack of embryotoxicity and teratogenicity in rats. *Bioelectromagnetics*, 30(3): 205-212.
- Ohnishi Y, Mizuno F, Sato T, Yasui M, Kikuchi T, Ogawa M, 2002. Effects of power frequency alternating magnetic fields on reproduction and pre-natal development of mice. *The Journal of toxicological sciences*, 27(3):131-138.
- Otto M, von Mühlendahl KE, 2007. Electromagnetic fields (EMF): Do they play a role in children's environmental health (CEH)? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210(5):635–644.
- Özdemir O, Ocaktan E, Kanyılmaz D, 2005. Toplumlarda cinsiyet oranı ve etkilendiği düşünülen faktörler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 58:180-188
- Ryan BM, Symanski RR, Pomeranz LE, Johnson TR, Gauger JR, McCormick DL, 1999. Multigeneration reproductive toxicity assessment of 60-Hz magnetic fields using a continuous breeding protocol in rats. *Teratology*, 59(3):156-162.
- Saadat M, 2005. Offspring sex ratio in men exposed to electromagnetic fields. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 59:339.
- Schreier N, Huss A, Rösli M, 2006. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Sozial- und Präventivmedizin*, 51(4):202-209.
- Shafey TM, Aljumaah RS, Swillam SA, Al-mufarrej SI, Al-abdullatif AA, Ghannam MM, 2011. Effects of short term exposure of eggs to magnetic field before incubation on hatchability and post-hatch performance of meat chickens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(4):381–386.
- Takahashi S, Imai N, Nabae K, Wake K, Kawai H, Wang J, Watanabe S, Kawabe M, Fujiwara O, Ogawa K, Tamano S, Shirai T, 2010. Lack of adverse effects of whole-body exposure to a mobile telecommunication electromagnetic field on the rat fetus. *Radiation research*. 173(3):362-372.
- Vesselinova L. 2015. Body mass index as a risk prediction and prevention factor for professional mixed low-intensity EMF burden. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 34(3):238-43.
- Wang SM, Wang DW, Peng RY, Chen HY, Gao YB, Cao XZ, Cui XM, Zhao ML, 2003. Effect of electromagnetic pulse irradiation on mice reproduction. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.*, 21(5):329-331 (İngilizce özet).
- Williams GC, 1979. The Question of Adaptive Sex Ratio in Outcrossed Vertebrates *Proceedings of The Royal Society B, Biological Sciences*, 205:567-580.
- Werren JH, Skinner SW, Charnov EL. 1981. Paternal Inheritance of a Daughterless Sex Ratio Factor. *Nature*, 293:467-468.