

**KUZEY KIBRIS TÜRK  
CUMHURİYETİ ENERJİ İLETİM  
HATLARI ELEKTROMANYETİK  
İŞİNİMİN ÖLÇÜM RAPORU**

**Prof. Dr. Hasan Dinçer  
Kocaeli Üniversitesi  
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü**

## İçindekiler

### Önsöz

1. Elektriksel Alanlar ve Canlılara Etkileri
- 1.1 Elektriksel Alanlar
- 1.2 Konutlarda ELF Manyetik Alanlar ile İlgili Epidemiyolojik Kanser Çalışmaları
- 1.3 ELF Alanların Maruziyetinin Biyolojik Etkilerin ve Epidemiyolojik Çalışmaların

### Özeti

- 1.4 EMF Maruziyet İçin Temel Sınırlamalar ve Referans Seviyeleri
- 1.5 Ülkelerde Kullanılan ELF Elektrik ve Manyetik Alanların Sınır Değerleri
- 1.6 Kıbrıs Rum Kesiminde Kullanılan EMF Maruziyet Sınırları
- 1.7 ELF Elektrik ve Manyetik Alanların Maruziyetinin Sağlık Riskleri
- 1.8 Önleyici Önlemler
- 1.9 Tedbir Temelli Politika Yaklaşımları
2. Enerji İletim Hatları
- 2.1 KKTC’de Elektrik Enerjisi Üretimi, İletimi ve Dağıtımı
- 2.2 Yüksek Gerilim Hatlarına Olan Uzaklıklar
- 2.3 Enerji İletim Hatlarının Oluşturduğu Manyetik ve Elektrik Alanlar
- 2.4 Havai Hat Tarafından Üretilen Alanlara Etki Eden Etkenler
- 2.5 66 kV luk Enerji İletim Hattının Meydana Getirdiği Alanlar
- 2.6 132 kV’luk Enerji İletim Hattının Meydana Getirdiği Alanlar
3. EM Işınım Ölçümü
- 3.1 St. Hilarion Yolu Girne, Boğaz Piknik Alanı’ndan Geçen 132 kV luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçümü
- 3.2 Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü’nden Geçen 66 kV’luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçümü
- 3.3 Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü’nden Geçen 66 kV’luk Enerji İletim Hattının Mülver Sokak’da Binalara olan Uzaklıkları
4. Sonuç
5. Kaynaklar

## Önsöz

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde mevcut olan 66 kV ve yeni çekilen 132 kV yüksek gerilim hatları ile ilgili şikayet konusu problemleri bilimsel açıdan inceleyip rapor hazırlamak üzere görevlendirilmem Kıbrıs Elektrik Mühendisleri Odası tarafından Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü'nden talep edilmiştir. Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü tarafından konu ile ilgili olarak görevlendirildim. İnceleme ve ölçüm yapmak üzere iki defa Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde bulundum. Yaptığım çalışmalar sonucunda konu ile ilgili görüşlerim aşağıda sunulmuştur.

Bu raporda; yaptığım çalışmalar faydalanılan kaynaklarla birlikte verilmiştir. Ayrıca genel anlaşılma ve karşılaştırmalar için |1|, |2|, |3|, |4|, |5|, |6| ve |15| kaynaklarından alıntılar ve derlemeler yapılmıştır.

## 1. Elektriksel Alanlar ve Canlılara Etkileri

### 1.1 Elektriksel Alanlar

Elektriksel olaylar çevredeki canlılara ve cansızlara (örneğin; elektriksel cihazlara) etki etmektedir. Canlılara ve cansızlara etki eden Elektriksel Alanlar; Elektrik alanı, Manyetik alan ve Elektromanyetik alan diye üçe ayrılır. Bu Elektriksel Alanlar; elektrik enerjisi üretildiğinde, enerji iletim hatlarından veya kablolardan veya havadan gönderildiğinde veya dağıtıldığında veya elektriksel aletlerde kullanıldığında oluşurlar. Elektrik enerjisinin kullanımı; modern yaşantımızın tümleyen bir parçası olduğundan bu alanlar çevremizde her yerde vardır. Bu Elektriksel Alanlar; EMF (elektrik ve manyetik alanlar/electric and magnetic fields) olarak da bilinmektedir. EMF'in frekans aralığı; 0-300 GHz'dır. Frekansı 100 kHz'e kadar olan alanlara ELF (oldukça alçak frekans/extremely low frequency) alanları, 100 kHz-300 GHz frekans bandındaki alana da RF (radyo frekansı/radio frequency) alanı denilmektedir. |1|

Elektrik alanı elektriksel yük olduğunda oluşur. Elektriksel yükler etrafındaki (uzayda) her noktada elektrik alanı meydana getirir. Elektrik alanı  $E=(1/q)F$  şeklinde tanımlanır. Elektrik alan şiddeti E in birimi V/m (=N/C)'dir. Meydana gelen elektrik alanı, bu alan içerisindeki her elektriksel yüke kuvvet uygular. Elektrik alanı içerisindeki q yüküne uygulanan kuvvet aşağıda gibi

$$F=qE \quad [1]$$

verilmektedir. Elektriksel iletken malzemelerde canlı doku ve cihazların iletkenlerinde bu F kuvveti elektriksel yüklerin hareketine ve dolayısıyla elektriksel akımın oluşmasına neden olurlar. Oluşan akımın akım yoğunluğu J elektriksel alan ile orantılıdır.

$$J= \sigma E \quad [2]$$

Sabit orantı katsayısı  $\sigma$ 'ya ortamın elektriksel iletkenliği denir. Manyetik alan hareket halinde elektriksel yükler tarafından oluşturulur. Manyetik alan hareket halinde elektriksel yüklere kuvvet uygular.

$$F=qv \times B \quad [3]$$

Manyetik alan, manyetik akı yoğunluğu B veya manyetik alan şiddeti H ile iki şekilde belirtilir. Manyetik akı yoğunluğu Tesla (T) veya Gauss (G) birimleri ile ifade edilir.  $1T=10^4 G$ 'dir. Manyetik alan şiddetinin birimi ise A/m'dir.

Ayrıca  $1 \mu T= 10 \text{ mG} =1 \mu T = 0,8 \text{ A/m}$ 'dir.

İletkenden akan akımın meydana getirdiği manyetik alanı açıklamak için manyetik akı yoğunluğu B, manyetik alan şiddeti H'den daha çok kullanılır.  $B=\mu H$ 'dir. Manyetik geçirgenlik katsayısı  $\mu$  ortamın özelliği tarafından belirlenir. Birçok biyolojik maddede havanın  $\mu$  manyetik geçirgenlik katsayısı  $\mu_0$ 'a eşittir. Elektriksel kaynaktaki yükler zaman göre değiştiğinde bu yükler tarafında üretilen E ve H alanları dalga halinde bir enerji yayacaktır. Kaynağın boyutları yüklerin hareketinin dalga boyu ile aynı mertebede olduğunda

yayılan dalga enerji büyüklüğü artacaktır. Bu şekilde elektriksel enerji yayılımını elektro manyetik (EM) dalga yayılması veya EM ışınım denir. Havada EM dalga enine dalga (TEM) halinde yayılır. TEM dalgasında yayılma doğrultusu boyunca E, H alan bileşimleri sıfırdır. Yayılma doğrultusuna dik düzlemde E, H alan bileşenleri vardır ve bunlar bu düzlemde birbirine diktirler. E / H oranı sabittir ve dalga empedansı olarak bilinir. Serbest uzay için  $E/H=377 \Omega$ 'dur. E ve H, r uzaklığı ile ters orantılı (1/r) olarak değişir.

Zamanla değişen elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlar canlıların vücudunda akım oluşturur ve dokuları tarafından enerji yutulur. Bu olay alan ile vücuda enerji geçiş mekanizmasının ve alanın frekansına bağlıdır. Canlı ile alan arasında doğrudan enerji geçişi üç şekilde oluşmaktadır. Alçak frekanslarda elektrik alanından canlıya enerji geçişi, alçak frekanslarda canlıya enerji geçişi ve canlı tarafından EM alandan enerji yutulması. Bu her üç elektriksel alan canlılara ve elektriksel cihazlara etki etmektedir.

RF EM ışıması etkisinde kalan canlılar, EM enerjisini soğurmaktadır. EM ışınımın etkisi Isıl etki ve ısıl olmayan etki olarak ikiye ayrılmaktadır. Soğurulan EM enerjisi vücutta ısınmaya yol açmaktadır.

Isıl etki bilimsel olarak doğrulandığı için EM ışınımın büyüklüğü konusunda sınırlamalar getirilmiştir.

Isıl olmayan etkilerin aşağıdaki olaylara neden olduğu iddia edilmektedir.

“EM ışınım; bazı organlardaki elektrik akımlarının değişmesine neden olduğu, doku hücrelerinin kimyasal yapısını bozduğu, hücrelerdeki büyük moleküllerin bozulmasına, hücre zarlarının birbirine yapışmasına, hücre iyon dengesinin bozulmasına, sinir sisteminin etkilenmesine, beyinin elektriksel işaretin (EEG) değişmesine, uykusuzluğa, baş ağrısına, baş dönmesine neden olduğu” iddia edilmektedir.

Ayrıca “EM ışınımının soğurulmasının; baş ağrısı, hafıza kaybı, sinir sistemi bozuklukları, dolaşım sistemi bozuklukları, bağışıklık sisteminin zayıflaması, karmaşık rüyaların görülmesi gibi hasarlara yol açtığı ve göze, üreme organlarına, sinir sistemine, dolaşım sistemine de kötü etkileri olduğu” da iddia edilmektedir.

Isıl olmayan etkiler bilimsel olarak doğrulanmamıştır. Bu konuda bilimsel çalışmalar devam etmektedir. Fakat ileride bu iddialarının veya bir kısmının doğrulanması olasılığından dolayı EM ışınımın sınırları ihtiyati tedbir olarak daha küçük değerlere çekilmektedir.

Yapılan çalışmalar EM ışımasının belirli bir değer altında olduğunda insan üzerinde zararlı etkilerinin az olduğunu göstermektedir. | 1 |

## **1.2 Konutlarda ELF Manyetik Alanlar İle İlgili Epidemiyolojik Kanser Çalışmaları**

ELF manyetik alanlar ve güç hatlarının evlere yakınlığı ve kanser riski ile çocuk kanserinden kaynaklanan ölüm vakası arasında bir bağı Wertheimer ve Leeper'in (1979) ortaya koymasından bu yana birçok rapor ortaya çıkmıştır. Çocuklardaki kanser artışının ELF'ye bağlanması konusu; güç hatları kadar diğer harici kaynaklarla birlikte çevreyi kuşatan 50/60 Hz'lik manyetik alana bağlayan özgün çalışmadan sonra ortaya çıkan temel hipotezdir. Yakında bulunan güç hatları tarafından evde ortaya çıkan elektro manyetik alanlar maruziyeti ve çocuk kanserini araştıran bugüne kadar birçok çalışma vardır. | 2 |

Bu çalışmalar, birçok durumda hattın kurulumu ile ev ve güç hatları arasında mesafe temelinde veya kısa süreli ölçümlerde manyetik alan maruziyetini içermektedir. Ayrıca bazı çalışmalar hattın yükünü de dikkate almıştır.

Lösemiyle bağlantı kuran bulgular en tutarlı olanlardır. 13 çalışma vardır. (Bunlar: Wertheimer and Leeper 1979; Fulton,1980; Myers, 1985; Tomenius, 1986; Savitz, 1988; Coleman, 1989; London, 1991; Feychting and Ahlbom, 1993; Olsen, 1993; Verkasalo, 1993; Michaelis, 1997; Linet, 1997; Tynes and Haldorsen, 1997). Bu çalışmaların 5'i hariç diğerlerinde bağıl risk tahminin 1,5 - 3 arasında olduğu rapor edilmiştir.

Hem doğrudan manyetik alan ölçümleri ve hem de lösemi teşhis edilmeden önce güç hatlarının yakınında birçok defa yapılan kaba maruziyet ölçümleri temelli tahmin yönteminden hiçbirinin daha geçerli tahmin sağladığı açık değildir. Lösemi riski ile bağ kurmada, gerçekten manyetik alanın bir rol oynayabildiğini açıklamalarına rağmen, örnek sayısının az olması ve güç hatlarına yakınlık ve manyetik alan arasında bir ilişkidendirilmesini şüphe vardır. (Feychting, 1996)

Çocuk kanserinin birçoğunun sebebi az bilinir. Fakat motorlu taşıt egzoz dumanı, hava kirliliği ve sosyoekonomik durum gibi potansiyel tehlikeleri kontrol etmek için yapılan birkaç çalışma, sonuçta büyük etki yaratmadı. Diğer sağlık problemleri ve kansere ilişkin elektrikli aletler (ilk sırada elektrikli battaniye) kullanılmasını inceleyen çalışmalar, genellikle negatif sonuç gösterdi. (Preston-Martin, 1988; Verreault, 1990; Vena, 1991, 1994; Li, 1995) Biri, Denver’de (Savitz, 1990) elektrikli battaniyenin doğum öncesi kullanımı sırasında bir bağlantıyı gösterdi; diğeri, Los Angeles’de gerçekleştirilen siyah-beyaz televizyon seyreden ve saç kurutucu makine kullanan çocuklar ve lösemi arasında bir bağlantıdır. İşte bu sonuçlar güç hatlarına yakın olan evlerde, lösemi incelemesi temelinde, lösemi riskini arttırdığı gözlemlenen güç hatları yakınında yaşayan çocukların durumu için ABD Bilim Komitesi Ulusal Akademisi (NAS, 1996), inceleme kararı almıştır. Başka çalışmalarda manyetik alanda kısa süreli ölçümlerde; çocuklardaki kanserin diğeri bir şekli veya lösemi riski ile 50/60 Hz alanlara maruziyet arasında ortak bir ilişki olmadığı görülmüştür. Riskteki bu artışın bir ilişki kurulmaksızın manyetik alanlara maruziyetle ilişkilendirilmesine, Komite inandırılmadığından, lösemi durumu evlerde manyetik alan ölçümlerinden tahmin edilmiştir. Güç hatları çevresindeki yerleşimle ilişkilendirilmiş çocuk lösemisi için, bazı bilinmeyen risk faktörü ile kafa karıştırıldığı ortaya konulmuş, fakat bu durumların gerçek olduğu varsayılmıştır. Daha sonra NAS komitesi bununla ilgili incelemeyi tamamlamıştır.

Norveç’te yapılan bir çalışmanın sonuçları rapor edilmiştir. (Tynes and Haldorsen 1997) Bu çalışma çocuk kanserinin bütün tiplerini (500 durumu) içermiştir. Her bir bireysel maruziyet; iletim hatları yakınında yerleşik olan, üretilen manyetik alanın hesabıyla, tüm bir yılın ortalamasıyla tahmin edilmiştir. Ancak manyetik alanlar ve lösemi riski arasında bir bağ oluşturulamamıştır. Güç hattındaki mesafe, gebe kalma döneminde annenin maruziyeti ve orta düzeyden daha yüksek maruziyet ve bebeğin ilk yılı sırasındaki maruziyet, beyin kanseri ya da lenfoma ve lösemi ile bağ oluşturamamıştır. Ancak maruz kalınma durumunun sayısı oldukça azdı.

Ayrıca, NAS incelemesinin (Michaelis, 1997) tamamlanmasından sonra, Almanya’da bir çalışma yapıldığı rapor edilmiştir. Bu, 129 durum ve 328 kontrole dayanan çocuk lösemisinde bir durum kontrol çalışmasıydı. Maruziyet değerlendirmesi, tanının tarihinden önce en uzun dönem için çocuğun yaşadığı konuttaki yatak odasında 24 saatin üstünde manyetik alanın ölçülerini içermiş ve bağıl risk, 0.2  $\mu\text{T}$ ’den büyük değerler için 3,2 olarak gözlemlenmiştir.

Akut çocuk lenf hücreli lösemisinin olup olmadığını test etmek için geniş bir U.S durum-kontrol çalışması (638 durum ve 620 kontrol), 1997 yılında Linet tarafından yayınlanmış ve 60 Hz’lik manyetik alana maruziyetle ilişkilendirilmiştir. Manyetik alan maruziyetleri çeşitli şekillerde, yatak odasında 24 saat süreli ortalama ölçümler ve bir başka odadaki 30 saniyelik ölçümle yapılmıştır. Ölçümler, kontroller için uygun dönem ya da tanı konulduğu önceki 5 yılın yüzde 70’inde yaşamış çocuğun evinde alınmıştır. Tanı öncesi yıllar esnasında konutunu değiştirmeyen durum-kontrol çiftleri sabit ikamet ettiği için tel kodları (evin dışındaki hattın özelliklerine ve tellerin evden uzaklıklarına bağlı olarak evlerin sınıflandırılması) da değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede çiftlerin sayısı 416 idi. Orada lösemi ve tel kodu kategorisi arasında bir bağ yoktu. Manyetik alan ölçümlerine gelince, sonuçlar daha fazla merak uyandırmaktadır. 0,2  $\mu\text{T}$  kesim noktası için uyumlu ve uyumsuz (unmatched and matched) analizler, sırasıyla 1.2 ve 1.5 bağıl riskleri vermiştir. 0.3

$\mu$ T kesim noktası için uyumsuz göreceli risk tahmini, 45 maruziyet durumunda 1,7'dir. Bu nedenle ölçüm sonuçları, manyetik alanlar ve lösemi riski arasında pozitif bir bağ anlamlıdır. Verinin istatistiksel analizi için katılım oranları ve yöntemleri, kontrol yöntemi önemlidir. Çalışmanın büyüklüğü bu yöntemlere bağlıdır.

Yıllar boyunca, çocuklarda kanser bulgusunun ikinci en çok rastlanan tipi olan çocuk beyin kanseri ile manyetik alan maruziyeti arasında bir bağ var olup olmadığı merak uyandırmıştır. NAS Komite'nin incelemesinden sonra tamamlanan, son zamanlarda üç çalışma (Gue'nel, 1996; Preston-Martin, 1996; Tynes ve Haldorsen, 1997), çocukların manyetik alana maruziyeti ve beyin kanseri arasındaki ilişki bulunması çabası başarısız kalmıştır. Ancak kaynak, güç hatları ya da elektrikli battaniyeler mi, yoksa tel kodları veya hesaplamalarla tahmin edilmiş manyetik alanlar olarak mı alındı bilinmemektedir. Yetişkinlerde kanser verisi ve yerleşik manyetik alan maruziyeti nadir görülmüştür. (NAS 1996) Maruz kalma durumlarının sayısı az olmasına rağmen bütün zararları geniş olarak yayınlanmıştır. (Wertheimer ve Leeper 1979; Mc-Dowall, 1985; Seversen, 1988; Coleman, 1989; Schreiber, 1993; Feychting ve Ahlbom, 1994; Li, 1996; Verkasalo, 1996)

Kanser ve EMF alan maruziyetinde epidemiyolojik araştırma sonuçları, çocuk lösemi içermesi ICNIRP'nin görüşüdür. Maruziyet kılavuzu için bir bilimsel temel oluşturmak, deneysel araştırma desteği olmazsa yeterince güçlü değildir. Bu değerlendirme ayrıca son günlerdeki incelemelerle uyumaktadır. (NRPB, 1992, 1994b; NAS, 1996; CRP, 1997) | 2 |

### **1.3 ELF Alanların Maruziyetinin Biyolojik Etkilerin ve Epidemiyolojik Çalışmaların Özeti**

Meme tümörleri istisnasıyla, tümör ilerlemesine etki eden, güç-frekans manyetik alanlarda yapılan laboratuvar çalışmalarında az sayıda delil vardır. Sayısı daha fazla olan hayvansal deney çalışmalarına rağmen, salgıya (endocrine) ait düzenleme ve hücrelerdeki işaret üretiminde (her ikisi de hızla çoğalan hücrelerin katkısıyla tümörün gelişmesini etkileyebilir) ELF alanların olası etkilerine açıklık getirme ihtiyacı vardır. Gelişen maruziyet kılavuzları temelinde kullanılmayan bu bilgi ile bu alanların kanser etkisi hakkında halen geçerli bir kanıt olmadığı sonucuna varılabilir.

Hücreler ve hayvansal sistemler üzerindeki laboratuvar çalışmalarında, 10 mA/m<sup>2</sup>'in altında bir akım yoğunluğu olduğu zaman, ters sağlık etkilerinin belirtisi olan düşük frekans alan etkilerinde görüldüğü gibi bir kanıt olmadığı bulunmuştur. Yüksek seviyelerdeki (10-100 mA/m<sup>2</sup>) akım yoğunluğunda daha önemli doku etkileri, diğer doku etkileri ve sinir sisteminde fonksiyonel değişimler gibi oluşumlar sürekli olarak gözlemlenmiştir. (Tenforde 1996)

ELF alanlara maruziyetle ilişkilendirilen kanser riskindeki bilginin, güç hatlarına yakın yaşayan bireyler arasında, özellikle çocuklar arasındaki lösemilerin biraz yüksek risk göstermesine dayandığı açıktır. Bu sorunla ilgili son zamanlardaki çalışmalar daha fazla olmasına rağmen, zayıf bir ilişkilendirme önceki çalışmalarda gözlemlenmiştir. Çalışmalar, yine de yetişkin kişideki bir kanser şekli ya da başka tip çocuk kanserine benzer bir risk artışını göstermemiştir. Güç hatlarına yakın yerde oturmak ve çocuk lösemisi arasında varsayıma dayanan bir bağ kurulması halinde; eğer bağlantıda, bilinmeyen risk faktörleri varsa, lösemilerin, güç hatlarıncı üretilen ELF elektrik ve manyetik alanlarla ilişkisi olduğu bilinemez. Laboratuvar çalışmalarındaki epidemiyolojik veri, maruziyet kılavuzları tahsis edilmesi için yetersizdir. Elektrik işçileri arasında lösemi için sınırlı bir şekilde yayılan göğüs kanseri ve sinir doku tümörleri gibi kesin kanser tipinde bir risk artışı rapor edilmiştir. Birçok çalışmada konu başlıkları, manyetik alan maruziyet varsayım seviyelerine göre konular sınıflandırılmıştır. Son günlerdeki bir kaç çalışma, şüphesiz maruziyet değerinin daha fazla karmaşık yöntemlerini kullanmış; sonuçta bu çalışmalar, beyin tümörleri ya da lösemide bir risk artışı olduğunu ortaya koymuştur. Fakat büyük ölçüde artan riskte kanser tipine göre bir tutarsızlık vardır. Veri, ELF alan maruziyet kılavuzları için bir temel sağlanması konusunda

yetersizdir. Çok sayıdaki epidemiolojik çalışmalar, olumsuz reprodaktif etkilerin kanıtları olmadan sağlanmıştır.

Gönüllü kişiler üzerinde ve laboratuvar çalışmalarında biyolojik tepkinin ölçüsü, düşük frekans alanlarında aynı maruziyet seviyelerinde ters etkili küçük belirtiler olarak görülmüştür. 1 kHz'a kadar frekanslarda 10 mA/m<sup>2</sup> akım yoğunluğu, sinir sistemi fonksiyonlarında minör etkiler için bir eşik olduğu değerlendirilmiştir. Gönüllüler arasında maruziyetle oluşan birçok etki, ELF alanlara maruziyetten hemen sonra kalp atım orandaki bir minör azalış olarak veya fosfor ışınımı olması gibi izlenim verir. Fakat uzun vadeli sağlık riskiyle bu geçici etkilerin ilişkilendirilmesi konusunda bir kanıt yoktur. Zayıf ELF elektrik ve manyetik alanlara maruz kalan farelerin takip edilmesi sonucunda vücutta gece oluşan pineal bezdeki melatoninde bir azalma gözlemlenmiştir. Fakat kontrollü durumlar altında ELF alanlara maruz kalan insanlarda rapor edilmiş bir etki mevcut değildir. 20 µT'nın altında 60 Hz'lik manyetik alanlara maruziyetleri içeren çalışmalarda; kanda, melatonin seviyelerinde bir etki rapor edilmemiştir. | 3 |

#### 1.4 EMF Maruziyet İçin Temel Sınırlamalar ve Referans Seviyeleri

Maruziyet (maruz bırakma, elektriksel alanların etkisinde kalma) sınırlamaları, doğrulanmış sağlık etkileri temelinde ve uzun süreli temel sınırlamalardır. EMF'ye maruziyette temel sınırlamaları belirleyen fiziksel değerler, frekansa bağlı olarak akım yoğunluğu, SAR ve güç yoğunluğudur. Kötü sağlık etkilerine karşı korunmak için bu temel sınırlamaların aşılmaması gerekir.

Maruziyetin referans seviyeleri fiziksel değerlerin ölçülen değeriyle karşılaştırma için verilmiş olup; bu kılavuzlarda verilen tüm referans seviyelere uyma, temel sınırlamalara uyum sağlayacaktır. Eğer ölçüm değerleri referans değerlerden daha yüksekse, aşılacak temel sınırlamaların takip edilmesi gerekli değildir. Fakat daha detaylı incelemeler temel sınırlamayla uyumluluğu değerlendirmek için gereklidir.

Farklı bilimsel temellerde çeşitli frekans bölgelerinde temel maruziyet sınırlamaları geliştirilmesinde:

- 1 Hz - 10 MHz arasında temel sınırlamalarda, sinir sistemi fonksiyonlarındaki etkilerini önlemek için akım yoğunluğu belirlenmiştir.
- 100 kHz - 10 MHz arasında temel sınırlamalarda, tüm vücut ısınması ve aşırı yerel doku ısınmasını önlemek için; her iki akım yoğunluğu belirlenmiştir.
- 10 MHz - 300 GHz arasındaki sınırlamalarda, vücut yüzeyine yakın dokuda fazla ısınmayı önlemek için güç yoğunluğu belirlenmiştir.

Birkaç Hz'den 1 kHz'e kadar, 100 mA/m<sup>2</sup>'nin üstünde akım yoğunluğuna neden olan seviyelerde eşik değerde, kolay uyarılmaya neden olan merkezi sinir sistemindeki akut değişimler ve diğer akut etkiler olabilir, hayal görme gibi bir ters etkiye yol açmaz. Güvenlik önlemleri dikkate alınarak, 4 Hz - 1 kHz arasındaki frekanslarda mesleki maruziyet için, 10 mA/m<sup>2</sup>'den daha az akım yoğunluğuna neden olan alanlarla sınırlandırılmış olacağından, 10 kat güvenlik katsayısı olması ve halk için ilave katsayı 5 kat uygulanması ile 2 mA/m<sup>2</sup> temel maruziyet sınırlandırmasına karar verilmiştir. Bu temel sınırlama, bu frekans aralığında sinir uyarılması için eşik değerindeki artışa uymaktadır.

10 MHz'den birkaç GHz'e kadar frekans bandında biyolojik ve sağlık etkilerin ortaya konulması, 1°C den daha fazla bir vücut sıcaklığı yükselişine verilen cevapla uyudur. Uygun çevresel şartlar altında bireylerin maruziyetinde 1°C lik ısı artışında tüm-vücut SAR değeri, 30 dakikada yaklaşık olarak 4 W/kg'dır. Mesleki maruziyet için uygun korumayı sağlayan tüm-vücut SAR ortalaması 0.4 W/kg'dır. İlave olarak, halk maruziyeti için 5 misli bir güvenlik faktörü alınarak, tüm-vücut ortalama SAR limiti 0.08 W/kg değeri ortaya çıkarılmıştır. | 2 |

Halk ve işçi maruziyeti için farklılık gösterebilen sağlık durumu ve yaşları gerçekte hesaba katılarak daha düşük temel kısıtlamalar konulabilir. Düşük frekans ve kısa süreli

akımlarda sağlık etkilerini içeren birkaç veri vardır. ICNIRP bundan dolayı zaman ortalamalı olmayan, anlık değerlerle uyuşan çok kısa dönem pik alanlar ya da geçici akım yoğunluklarına neden olan alanda sınırlamaları tavsiye eder.

### 1.5 Ülkelerde Kullanılan ELF Elektrik ve Manyetik Alanların Sınır Değerleri

ICNIRP Kılavuzu'nda elektrik ve manyetik alanların mesleki ve halk için referans değerleri verilmiştir. | 2 | Çizelge 1'de 50 Hz ve 60 Hz için elektrik ve manyetik alanların mesleki ve halk için referans değerleri verilmiştir.

**Çizelge 1. Elektrik ve manyetik alanların 50 Hz ve 60 Hz için mesleki ve halk için referans değerleri**

Frekans Bölgesi	Elektrik Alan Şiddeti, E (V/m)	Manyetik Alan Şiddeti, H(A/m)	Manyetik akı yoğunluğu, B (µT)
1. Zaman değişimli elektrik ve manyetik alanların halk için referans değerleri (rms)			
0,025-0,8 (kHz)	250/f	4/f	5/f
50 Hz	5000	80	100
60 Hz	4166,66	66,66	83,33
2. Zaman değişimli elektrik ve manyetik alanların mesleki referans değerleri (rms)			
0.025–0.82 (kHz)	500/f	20/f	25/f
50 Hz	10000	400	500
60 Hz	8333,33	333,33	416,66

Avrupa Birliği ve İngiltere EMF maruziyeti konusunda ICNIRP Kılavuzu'nu benimsemiştir. Ülkeler maruziyet sınırlarını zaman zaman değiştirmektedirler. Farklı ülkelerde kullanılan şu andaki EMF maruziyet sınırları verilmiştir. | 4 | Çizelge 2'de bu sınır değerleri belirtilmiştir.

**Çizelge 2. Farklı ülkelerde kullanılan şu andaki EMF maruziyet sınırları**

ICNIRP sınır değerlerini kendi sınır değerleri olarak kullanan ülkeler	Avrupa Birliği, Avusturya, Hırvatistan, Estonya, Çekoslovakya, Finlandiya, Fransa, İrlanda, Malta, Portekiz, Singapur, Güney Afrika, Güney Kore, Tayvan, İngiltere
ICNIRP kılavuzlarının öncekilerden birini esas alan ve dolayısıyla ICNIRP değerleri ile kendi sınır değerleri benzer olan ülkeler	Bulgaristan, Almanya, Macaristan
İhtiyati tedbir sınırlarını kullanan ülkeler. (Genelde özellikle güç hatlarına uygulanır.)	
10-100 µT	Çin, Polonya
1-10 µT	İtalya, Slovenya
<1 µT	İsviçre, Hollanda
Sınır değerleri tedbir politikaları (yaklaşımları) ile verilen ülkeler	Avustralya, Danimarka, Lüksemburg, İsveç, ABD

Maruziyet sınırları özellikle ilginç olanlar ülkeler ve sınır değerleri aşağıda verilmiştir.

#### **Avustralya**

Avustralya'nın maruziyet kılavuzu (geçici olarak tanımlanmıştır) Uluslararası Sağlık ve Tıbbi Araştırma Konseyi tarafından belirlenmiştir. Bu kılavuz diğer ülkelerdeki kılavuzlara benzerdir. Halk için sınır değerleri:



Elektrik Alanı: 5 kV/m günde 24 saat maruziyet için, günde birkaç saat için 10 kV/m olabilir, günde birkaç dakika için bu sınır aşılabılır.

Manyetik Alan: 100  $\mu$ T günde 24 saat maruziyet için, günde birkaç saat için 1000  $\mu$ T olabilir, günde birkaç dakika için bu sınır aşılabılır.

Son zamanlardaki tanıtım yapan Logan şehri ile ilgilidir. Kamu hizmet kuruluşu Energex bazı yeni cihazları yerleştirme izni için başvuru yapmıştır. İzin başlangıçta reddedilmiştir ve konu Kasım 2001'de Queensland Planlama ve Çevre Mahkemesi'ne götürülmüştür. Mahkeme sırasında Logan Şehri Meclisi ve Energex sözleşmeye ulaştılar ve Mahkeme bu sözleşmeyi uygun buldu. Bu sözleşmedeki bazı hükümler (maddeler) belirli mülkiyetlerde kesin belirtilmiş konumlarda (bu konum; cadde boyunca giden gerçek hattın gerisi olarak tanımlanmıştır.) manyetik alanın 0,4  $\mu$ T'yı aşmayacağını belirtir. Bu koşullar gerçekte, Energex tarafından başlangıçta önerilen, herhangi bir farklılık ve değişim olmayan kurulum tasarımı düşüncesiyle ile yerine getirilmektedir.

Bu şirket ile yerel yönetim arasında ulaşılan uygulamacı sözleşme gibi görünmektedir. Bu herhangi bir mahkeme veya başka bir yetkili kurum tarafından kabul ettirilmemiştir. Bu sözleşme cihaz tarafından üretilen maksimum alanı sınırlamamaktadır ve tüm Avustralya'ya uygulanan maruziyet sınırlarını değiştirmedini göstermektedir.

### **İtalya**

Şu anki Ulusal İtalyan EMF sınırları Ağustos 2003 tarihli Başbakanlık Kararnamesi ile düzenlenmiştir. Bu Başkanlık Kararnamesi 1992 tarihli bir önceki kararnameyi değiştirmiştir. Bu kararnamedeki halk maruziyet sınırları aşağıda belirtilmiştir:

Elektrik Alanı: 5 kV/m

Manyetik Alan: 100  $\mu$ T

Bunlara ek olarak Manyetik Alan için yalnız havai hatlarda uygulanacak olan ilave iki değer daha vardır.

Uyarı değeri: 10  $\mu$ T. Günde 4 saatten fazla oluşan maruziyete uygulanan değer

Hedef değeri: 3  $\mu$ T. Yalnız yeni hatlara ve evlere uygulanır.

(Bu iki değer; günlük ortalama sınır değerleridir, gün içerisinde herhangi bir zamanda bu değerler aşılabılır.)

Üç İtalyan bölge Yönetimi; Veneto, Emilia-Romagna ve Toscana 1999 ve 2000'de enerji hatları için maruziyet sınırları uyguladı. (gerçekleştirdi) Bu sınır değerleri; Ana Okulu, Okul, Hastane, Evler ve Halkın günde 4 saatten fazla zaman geçirdiği yerlerin yakınındaki, yeni tesislerde 0,2  $\mu$ T dır. Veneto; Elektrik alanı için 0,5 kV/m gibi benzer sınırlama kullandı. Bu üç bölgesel yasa uygulamadadır. Fakat Ulusal kararname diğer bölgelerin aynı şekilde davranmasını önlemektedir.

### **İsviçre**

Bilindiği kadarı ile İsviçre, İtalya ile birlikte dünyada güç frekanslarında çocukluk dönemi kanserine ihtiyatı tedbir esasına dayanan yaklaşımlı, ulusal limitleri gerçekleştiren tek ülkedir.

Bu limitler Kasım 1999 Yönetmeliği ile gerçekleştirildi; 01.02.2001'de yürürlüğe girdi; var olan tesislere bu koşulları gerçekleştirmek için üç yıl verildi.

Bir çok diğer ülkede olduğu gibi İsviçre'de de temel limitler; 5 kV/m ve 100  $\mu$ T'dir. Bunlara ek olarak; yalnızca "duyarlı konumlar" için (binalarda uzun süre düzenli kullanılan odalar, çocukların oyun alanları, v.s) havai hatlar ve 1 kV'dan büyük gerilimli yeraltı kabloları, trafo merkezleri ve demiryolları için limit 1  $\mu$ T'dir. Bununla birlikte, tekniksel, işlemsel uygulanabilirlik ve uygulanabilir mali önlemler alınmışsa yeni tesisler için muafiyet garanti edilmiştir. Hatta bazı temel koşullar oluşturulmuşsa bazı eski tesislerde muafiyet garantisi sağlanmıştır.

Bununla birlikte; bu şüphesiz yalnız belirlenmiş bölgelere ve yalnızca esas olarak yeni cihazlara uygulanan, bir ihtiyatı tedbir limit örneğidir.

## **Hollanda**

Kasım 2005’de, Hollanda Hükümeti yerel yönetimlere tebliğ (tavsiyename) sundu. Bu tebliğde güç hatlarının “0.4 µT bölgesi”nin içinde yeni evlerin yapılmasına izin vermeyeceğini belirtti. Bunun uygulamada nasıl işleyeceğini çok yakında öğreneceğiz.

### **1.6 Kıbrıs Rum Kesimi’nde Kullanılan EMF Maruziyet Sınırları**

Kıbrıs Rum Kesimi’nde, enerji iletiminde havai hatlar ve yeraltı kabloları kullanılmaktadır. 31.12.2006 tarihi itibarı ile havai hatlarda 66 kV, 132 kV, 132 kV/66 kV (66 kV’da çalışan 132 kV’luk sistem) ve 220 kV/132 kV (132 kV’da çalışan 220 kV’luk sistem) sistemler, yeraltı kablo sistemlerinde de 66 kV, 132 kV ve 132 kV/66 kV (66 kV’da çalışan 132 kV’luk sistem) sistemler vardır. Havai hatlarda 132 kV/66 kV hattının uzunluğu 1,4 km ve yeraltı 132 kV/66 kV hattının uzunluğu ise 8,33 km’dir.

Kıbrıs Rum Kesimi’nde, ELF elektrik ve manyetik alanların maruziyeti konusunda Avrupa Birliği’nin talimat ve önerileri uygulanmaktadır.

Kıbrıs Rum Kesimi’nde ELF Elektrik ve Manyetik Alan Maruziyeti Halk İçin Sınır Değerleri

ELF 50 Hz Manyetik Alan Maruziyeti Halk İçin Sınır Değeri 100 µT

ELF 50 Hz Elektrik Alan Maruziyeti Halk İçin Sınır Değeri 5000 V/m

Bu değerler Avrupa Konseyi’nin “Recommendation of the European Council 1999/519/EC of July 12, 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz- 300 GHz)” önerisine dayanarak belirlenmiştir.

Kıbrıs Rum Kesimi’nde ELF Elektrik ve Manyetik Alan Maruziyeti Mesleki Sınır Değerleri

ELF 50 Hz Manyetik Alan Maruziyeti Mesleki Sınır Değeri 500 µT

ELF 50 Hz Elektrik Alan Maruziyeti Mesleki Sınır Değeri 10000 V/m

Bu değerler Avrupa Parlamentosu’nun “The Directive 2004/40/EC The European Parliament and Council of April 29, 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (electromagnetic fields)” talimatına dayanarak belirlenmiştir.

Kıbrıs Rum Kesimi’nde 132 kV’luk havai enerji iletimin hatların altındaki manyetik alanın ortalama değeri 0,5 µT -7 µT arasında değişmektedir. Bir başka deyişle, bu değerler Avrupa Konseyi tarafından belirlenen 100 µT sınır değerinden 200-14 defa daha azdır.

Elektrik alanın ortalama değeri ise 40 V/m-1000 V/m arasında değişmektedir. Bu değerler ise Avrupa Konseyi tarafından belirlenen 5000 V/m sınır değerinden 125-5 defa daha azdır. | 5 |

### **1.7 ELF Elektrik ve Manyetik Alanların Maruziyetinin Sağlık Riskleri**

Ekim 2005’de WHO (DSÖ, Dünya Sağlık Örgütü) bilimsel görev gurubunu; 0-100 kHz frekans aralığındaki ELF elektrik ve manyetik alanların maruziyetinin sağlığa olacak herhangi bir riskini değerlendirmek üzere topladı. IARC (International Agency for Research on Cancer; Uluslararası Kanser Araştırma Kuruluşu) 2002’deki kanser delillerini incelerken, bu görev gurubu da birçok sağlık etkisi için delilleri gözden geçirdi ve kanser delillerini güncelledi. Bu görev grubunun görüşleri ve tavsiyeleri WHO EHC, Vol. 238’de sunulmuştur. | 6 |

### **1.8 Önleyici Önlemler**

Bu WHO EHC, Vol. 238 Çevresel Sağlık Ölçütü; muhtemelen Çok Düşük Frekans (ELF; Extremely Low Frequency (>0 Hz – 100 kHz)) (>0 Hz – 100 kHz) elektrik ve manyetik alanların maruziyetinin muhtemelen sağlık etkileri ile ilgilidir.

Önleyici önlemler konusunda, WHO EHC, Vol. 238’de sunulan görüşlerden bazıları aşağıda özetlenmiştir:

1. ELF elektrik ve manyetik alan maruziyetinin (maruz kalma) kötü etkisini önlemek için temel maruziyet sınırları gerçekleştirilmiştir. Maruziyet sınırları uygun bilimsel

incelemelere dayanmalıdır. Yalnız ani ve şiddetli kısa süren (akut; acute) etki için yeterli bilimsel çalışmalar gerçekleştirildiğinden, bu etkilere karşı önlem için iki tane uluslararası kılavuz gerçekleştirilmiştir. Bunlar; ICNIRP, 1998a | 3 |, | 2 | ve IEEE Std C95.6-2002, | 7 |.

2. Ani ve şiddetli, kısa süren etki için yeterli bilimsel çalışmalar gerçekleştirildiği halde; ELF manyetik alan maruziyeti ve çocuk kanseri (lösemi) arasındaki delillerin sınırlı olmasından dolayı uzun süreli etkinin (uzun süreli ve aşırı rahatsız etmeyen etki=chronic) varlığında belirsizlik vardır. Bundan dolayı tedbirli yaklaşımların kullanımı daha uygundur. Bununla birlikte, tedbir adına kılavuzlardaki maruziyet sınır değerlerini rastgele bir seviyeye azaltılması önerilmemektedir. Bu uygulama, sınırlamalara dayalı bilimsel görüşleri zayıflatır ve olası pahalıdır ve önlemeyi sağlayan muhakkak etkili yol değildir.

3. Maruziyeti azaltmak için diğer uygun tedbir (önlem) işlemlerinin gerçekleştirilmesi, kabul edilebilir ve faydalıdır. Bununla birlikte elektrik gücü açıkça; sağlıksal, sosyal ve ekonomik faydalar getirmektedir ve tedbirli yaklaşımlar bu faydaları azaltmamalıdır.

Ayrıca hem ELF manyetik alan maruziyeti ve çocuk kanseri arasındaki bağlantı (ilişki) ve hem de bu bağlantı var ise bunun halk sağlığı üzerindeki sınırlı etkisi için verilen delillerin zayıflığından dolayı; sağlıktaki maruziyetin azaltılmasının faydası açık değildir. Tedbir önlemlerinin maliyeti az olmalıdır. Maruziyet azaltılmasının gerçekleştirilmesinin maliyeti ülkeden ülkeye değişmektedir. ELF alanından gelen risk potansiyeline karşı maliyeti dengelemek için genel bir tavsiye sağlamak zordur.

4. Yöneticiler; halk ve çalışanların her ikisi için de ELF alanlar maruziyeti ile ilgili kılavuz geliştirmelidirler. Maruziyet seviyeleri ve bilimsel ilkelerin incelenmelerinin her ikisi içinde en iyi kılavuz, uluslararası kılavuzlardır.

5. Var olan ELF kaynakları değiştiğinde ELF alanlarının azıtılması ile birlikte güvenlik, güvenebilirlik (görevini yeterli bir şekilde yerine getirebilme yeteneği) ve ekonomik çözümler düşünülmelidir.

6. Devlet ve endüstri; ELF alan maruziyetinin sağlık üzerine etkisinin bilimsel delillerindeki belirsizliği azaltmak için araştırma programlarını teşvik etmelidir.

7. ELF manyetik alan maruziyetinin genel halk için değeri; uluslararası maruziyet kılavuzlarındaki değerden genelde oldukça küçüktür. Bununla birlikte halkın ilgisi, düşük seviye çevresel maruziyetin neden olduğu muhtemel uzun süreli etkiye odaklanmıştır. ELF manyetik alanlar muhtemelen kanserojen olarak sınıflandırıldığından (kahve, benzinli makine egzoz gazı da muhtemelen kanserojen olarak sınıflandırılan bu gurubun içindedir.) | 8 |, | 9 |, | 10 |; bazı ülkeler ELF maruziyet sınırlarının yeterli koruma sağlayıp sağlamadığını yeniden incelemeye başladılar. Bu yeniden inceleme birçok ülkede ve yerel yönetimlerde tedbir önlemlerinin gelişmesine neden oldu. Bu tedbir önlemleri aşağıda verilmiştir.

### 1.9 Tedbir Temelli Politika Yaklaşımları

ELF alan maruziyetinin sağlık üzerine etkisinin, bilimsel delillerindeki belirsizliğinden kaynaklanan endişeleri azaltmak üzere önlemler alınmaktadır. Bu önlemlerin bazılarını yasal olarak uyulması zorunludur, diğerleri ise gönüllülük temeline dayalı kılavuzlardır. Bu önlemlerin bazıları Çizelge 3’de verilmiştir. (WHO - ELF F Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, WHO, 2007, Table 85 pp. 364.) | 6 |

#### Çizelge 3. Tedbirli Yaklaşım Örnekleri

Tedbirli Yaklaşım	Ülke	Önlemler
1.Tedbirli Önleme	Yeni Zelanda Avusturya İsveç	ICNIRP Kılavuzlarını benimsemek ve maruziyeti azaltmak için düşük maliyetli gönüllülük esaslı önlemleri kullanmak
2.Pasif mevzuat eylemi	ABD	Maruziyeti azaltma önlemleri konusunda halkı eğitmek

3. Salınımın denetimi tedbiri	İsviçre	ICNIRP Kılavuzlarını benimsemek ve salınımın sınırlarını düzenlemek
4. Maruziyeti sınırlama tedbiri	İtalya	Rastgele azaltma etkenlerini kullanarak maruziyet sınırlarını azaltmak

Enerji frekanslı alanların maruziyetine uygulanan tedbir politikalarının (yaklaşımlarının) çeşitli tiplerinden örnekleri Çizelge 4’de verilmiştir. (WHO - ELF F Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, WHO, 2007, Table 86 pp. 364-365) | 6 |

**Çizelge 4. Halk için EMF maruziyet sınırına çeşitli yaklaşımlar**

Kuruluş/Ülke	Limitler	Yorumlar	
<b>Maruziyet Sınırları Temelli Tedbir Politikaları (Yaklaşımları)</b>			
İsrail, 2001	1	$\mu T$	Yeni yapılmış tesis ve tesisatlarda Günde 4 saatten fazla oluşan maruziyete uygulanan uyarı değeri Yalnız yeni hatlara ve evlere uygulanan hedef değer
İtalya, 2003	100	$\mu T$	
	10	$\mu T$	
	3	$\mu T$	
ABD	15-25	$\mu T$	Maksimum yük koşullarında. Bazı Federal hükümetlerde yönetmelik (Örneğin, Florida) ve diğerlerinde (Örneğin, Minnesota) resmi olmayan kılavuzlar tarafından gerçekleştirilen değerler.
	0,2-0,4	$\mu T$	Bazı yerel yasalarda (hükümleri) benimsendi. (Örneğin, Irvine, California)
<b>2. Maruziyet Kaynaklarından Halkın Uzaklaştırılması (ayrılması) Esasına Dayalı Tedbir Politikaları (Yaklaşımları)</b>			
İrlanda, 1998	Yeni Enerji İletim Hatları ve Trafo Merkezleri; var olan okul ve yapılara 22 metreden daha fazla yakın olmamalı.	Yerel hükümetler; okul ve çocuk yuvası yakınında yapılacak elektriksel güç tesislerinin yapım izinlerini desteklemeyeceklerdir.	
Hollanda, 2005	Çocukların çok fazla zaman harcadığı yerlerle enerji hattı arasındaki uzaklık; ortalama maruziyet $0,4 \mu T$ ’ı aşmayacak şekilde artırıldı.	Bu yaklaşımlar mevcut enerji hatlarının yakınındaki yeni yapılar veya mevcut yapılarının yakınındaki yeni enerji hatları içindir.	
ABD	Mevcut enerji iletim hatlarının yakınındaki, yeni okul yerleşimine (yapımına) sınırlama getirilmiştir.	California eğitim bölümünce benimsenmiştir.	
	Tekniksel olarak gerçekleştirilemez olmadıkça, yeni hatlar yeraltında olmalıdır. Yerleşim alanının, okulun, Çocuk Yuvalarının ve Gençlik kamplarının yanında tampon bölge olmalıdır.	Connecticut yerel yönetimince benimsenmiştir.	
<b>3. Maliyet Esasına Dayalı Tedbir Politikaları (Yaklaşımları)</b>			
ABD	Yeterli alan azaltılmasına (%15’den fazla) ulaşıldığında; tasarım veya yönlendirme değişimi düşük maliyetli	California yerel devleti halk hizmetleri kurulu tarafından benimsenmiştir.	

	(Proje maliyetinin % 4 karşılaştırma için kullanılır.) veya maliyetsiz olmalı.	
<b>4. Nicel Olmayan Amaçlar Temelli Tedbir Politikaları (Yaklaşımları)</b>		
Avusturya, 2003	Kolayca gerçekleştirilebilen maruziyet azaltımı	
İsveç, 1996	Seviyelerle ilgili tavsiyeler olmaksızın maruziyet azaltılması	Yeni iletim ve dağıtım tesisleri tasarlanırken EMF'nin göz önüne alınmasını ve bu tesislerin duyarlı bölgelerden uzakta tutulmasını içerir.

## 2. Enerji İletim Hatları

### 2.1 KKTC'de Elektrik Enerjisi Üretimi, İletimi ve Dağıtımı

KKTC'de elektrik enerjisi üretimi yedi üretim santrali tarafından gerçekleştirilmektedir. Bazı köyler de Güney'den beslenmektedir. | 11 | Toplam kurulu güç 221 MW'dır. Bu üretim santralleri aşağıda verilmiştir:

1. Tek. Buhar Türb. S.U.1
2. Tek. Buhar Türb.S.U.2
3. Dik Gaz Türb.S. TG20
4. Tek. Gaz T.S. TG20
5. Tek. Gaz T.S. TG16
6. Kalecik DG
7. Teknecik Dizel Jen

Elektrik enerjisi; üretim santrallerinden (merkezlerinden) enerji iletim hatları (66 kV, 132 kV v.s gibi yüksek gerilimde çalışmaktadır) ile dağıtım merkezlerine oradan da dağıtım hatları ile tüketicilere sunulmaktadır. KKTC'deki enerji iletim hatları, havai hatlı 66 kV, 132 kV, 132 kV/66 kV tek devre, 132 kV/66 kV çift devre ve 154 kV/66 kV çift devre sistemlerinde oluşmuştur. Enerji iletim hatları şebekesini uzunluğu 317,39 km'dir. Dağıtım şebekesinin uzunluğu ise 11 kV'luk sistem 1591,7 km ve 240/415 V'luk sistem 2099,4 km'dir. | 12 |

### 2.2 Yüksek Gerilim Hatlarına Olan Uzaklıklar

Enerji iletim hattının yakınından geçtiği konuta uzaklıkları Elektrik Kuvvetli Akım Yönetmeliği'nde (EKATY [13]) verilmiştir.

EKATY 44h maddesinde "İletkenlerin en büyük salgılı durumda üzerinden geçtikleri yer ve cisimlere olan en küçük düşey uzaklıkları Çizelge-8'de verilmiştir" diye belirtilmiştir. Bu değerler; 36 KV, 72,5 KV ve 170 KV için "üzerinde herkes tarafından çıkılabilen düz ve eğik damlı yapılar" için sırasıyla 3,5 m, 4 m ve 5 m olarak verilmiştir. 380-420 KV için bu en küçük düşey uzaklık 8,7 m olarak verilmiştir.

EKATY'nın 44i maddesi "Hava hattı iletkenleri ile yanından geçtikleri yapıların en çıkıntılı bölümleri arasında, en büyük salınım konumunda en az Çizelge-5'te verilen yatay uzaklık bulunmalıdır" diye belirtilmektedir. "EKATY'de Çizelge 5", Çizelge 5'de verilmiştir.

**Çizelge 5. EKATY'de hava iletkenlerinin en büyük salınlımlı durumda yapılara olan en küçük yatay uzaklığı**

Hattın İzin Verilen En Yüksek Sürekli İşletme Gerilimi (KV)	Yatay Uzaklık (m)
0-1 (1 dahil)	1
1-36 (36 dahil)	2
36-72,5 (72,5 dahil)	3
72,5-170 (170 dahil)	4

En küçük yatay uzaklık için farklı yorumlar yapılmasına rağmen EKATY 44 i maddesi 72,5-170 KV'luk hatlarda hava hattı iletkenleri ile yanından geçtikleri yapıların en çıkıntılı bölümleri arasında, en büyük salınım konumunda en küçük yatay uzaklığın 4m olduğu açıkça belirtilmektedir.

Enerji iletim hatları; konutlara yasalar ve yönetmeliklerin belirlediği mesafelerde olmalıdır.

Türkiye'deki tipik bir yüksek gerilim hattının görünüm resimleri Şekil 1'de verilmiştir.

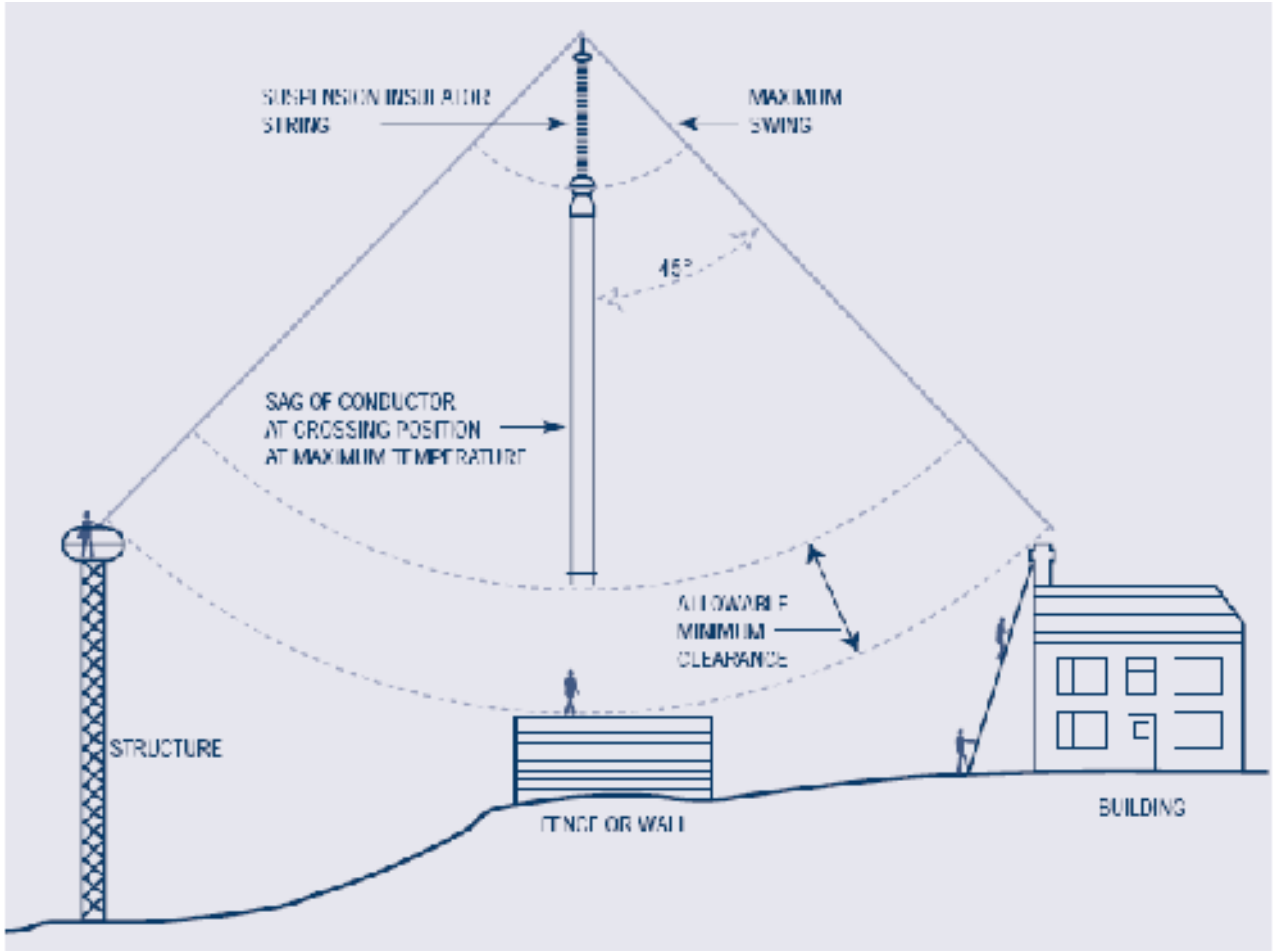






Şekil 1. Derince İzmit, Türkiye’deki Tipik Bir Yüksek Gerilim Hattının Görünüm Resimleri

İngiltere’de kullanılan yüksek gerilim hatlarına olan uzaklıklarla, ilgili büyüklükler Şekil 2’de verilmiştir. | 14 |





## Şekil 2. İngiltere'deki Yüksek Gerilim Hatlarının Yapılara Olan Konumları | 14 |

İngiltere'deki yüksek gerilim hatlarının üzerinden geçtiği yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları Çizelge 6'da verilmiştir.

### Çizelge 6. İngiltere'deki Yüksek Gerilim Hatlarının Üzerinden Geçtiği Yerlere Olan En Küçük Düşey Uzaklıkları

İletkenlerin Üzerinden Geçtiği Yer	En Küçük Uzaklık (m)	
	275 kV da	400 kV da
Zemin	7,0	7,6
Normal Yol	7,4	8,1
Üç Şeritli Otoban	15,6	16,3
Bina veya Üzerinde herkes tarafından çıkılabilen yapılar	4,6	5,3

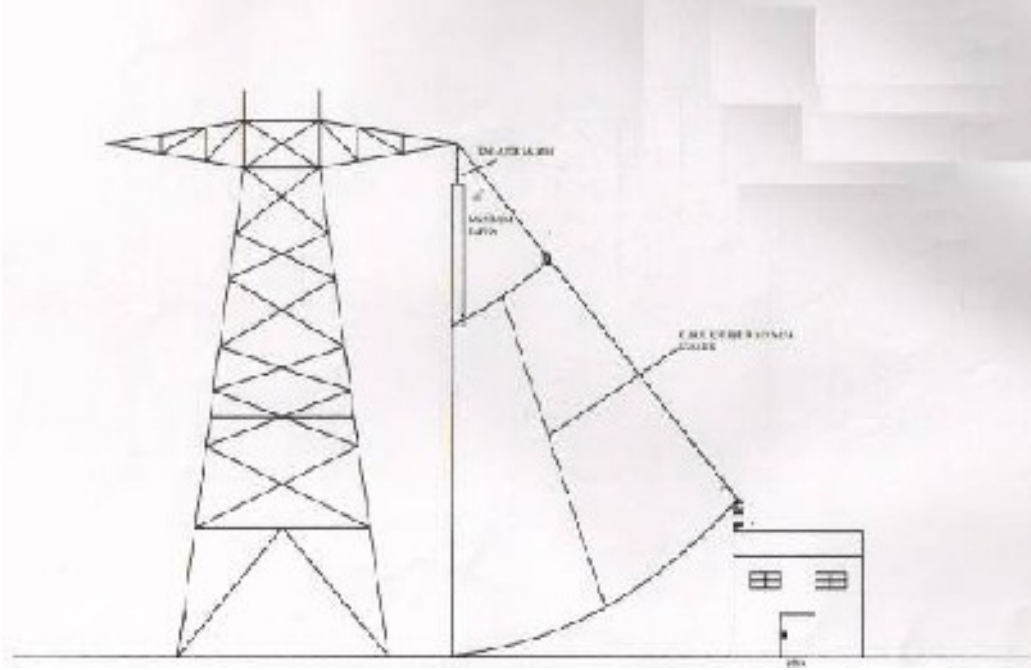
Şekil 3'de İngiltere'deki 275 kV ve 400 kV 'luk enerji iletim hatlarının bazı resimleri verilmiştir. | 15 |



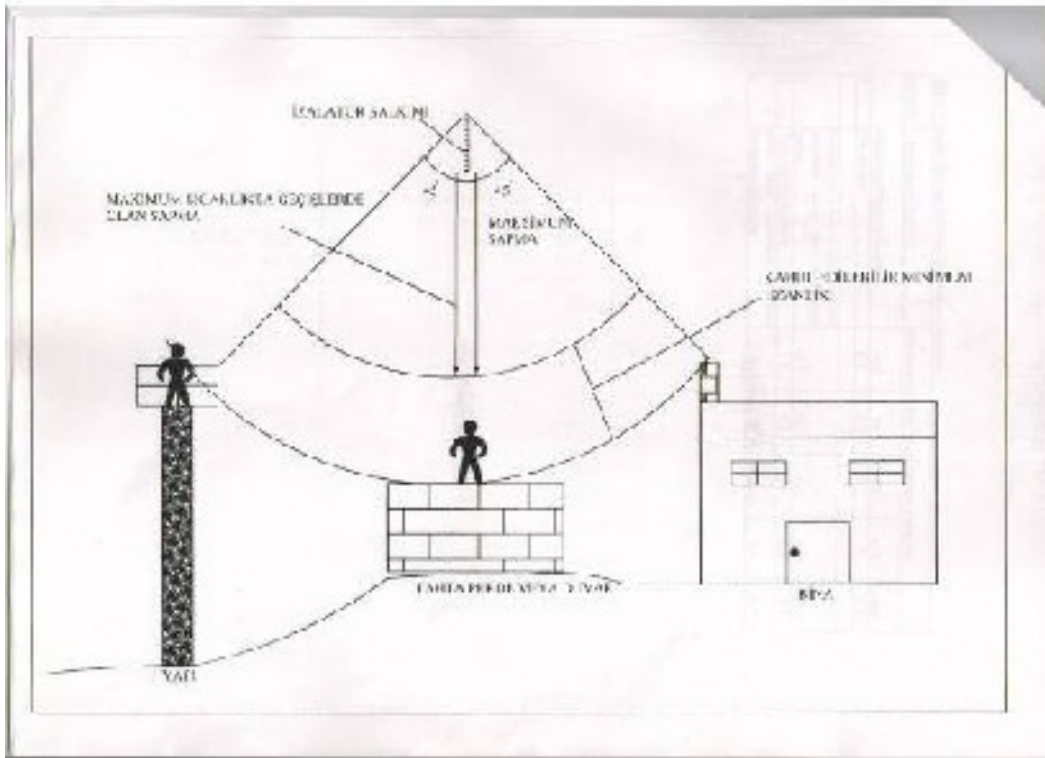


**Şekil 3. İngiltere'deki 275 kV ve 400 kV'luk Enerji İletim Hatlarından Bazı Resimler**

KKTC'de kullanılan yüksek gerilim hatlarına olan uzaklıklarla ilgili büyüklükler Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.



**Şekil 4. KKTC'de Enerji İletim Hattının Binalara Göre Konumu**



**Şekil 5. İnsanın Üzerinde Ayakta Durabileceği Bina veya Yapıların İletim Hatlarına Göre Konumu**

KKTC'de yüksek gerilim hatlarının üzerinden geçtiği yerlere olan en küçük düşey uzaklıkları Çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 7. KKTC’de Yüksek Gerilim Hatlarının Üzerinden Geçtiği Yerlere Olan En Küçük Düşey Uzaklıkları**

İletkenlerin Üzerinden Geçtiği Yer	Çalışma Gerilimleri (kV)				
	33	66	132	275	400
	En Küçük Uzaklıklar (m)				
Zemin	6,1	6,1	6,7	7,0	7,6
Yoldaki yer seviyesi veya hareketli araçların (vinç gibi) uzanacağı yerler	10,7	10,7	11,2	11,5	12,2
Tren Rayı seviyesi	7,3	7,3	8,0	8,2	8,7
İnsanların üzerinde durabileceği bina veya yapılar	3,0	3,0	3,7	4,6	6,1

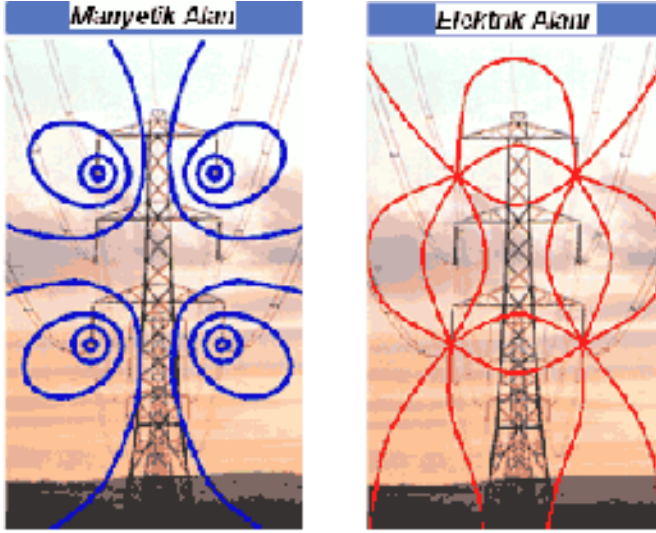
KKTC’de 66 kV’luk enerji iletim hattının iletkenlerinin bina veya yapılara uzaklıkları  $L = 22 \times 0,30,48 = 6,7$  m’dir.

66 kV’luk enerji iletim hattının her bir uç iletkeninden 6,7 m olmak üzere her iki uç iletkeni arasındaki uzaklık 16,46 m’dir. Yani 66 kV’luk enerji iletim hattının geçtiği yerlerde bina veya yapıların yapılmasına izin verilmediği 16,46 m’lik bir bölge oluşturulmuştur.

**2.3 Enerji İletim Hatlarının Oluşturduğu Manyetik ve Elektrik Alanlar**

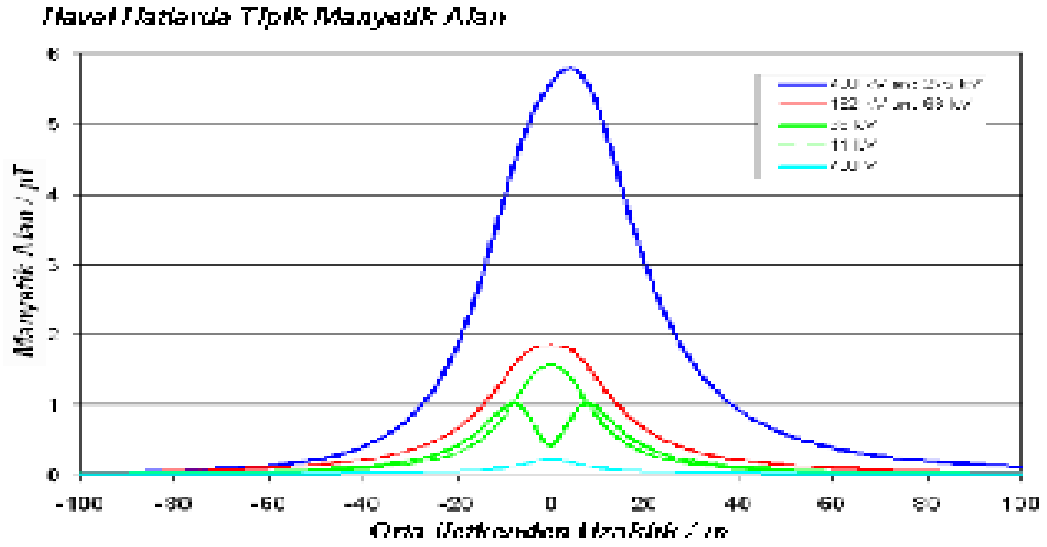
Tipik bir havai iletim hattı tarafından üretilen manyetik alan ve elektrik alan çizgileri Şekil 6’da verilmiştir.

**Şekil 6. Tipik bir havai iletim hattı tarafından üretilen manyetik alan ve elektrik alan çizgileri**



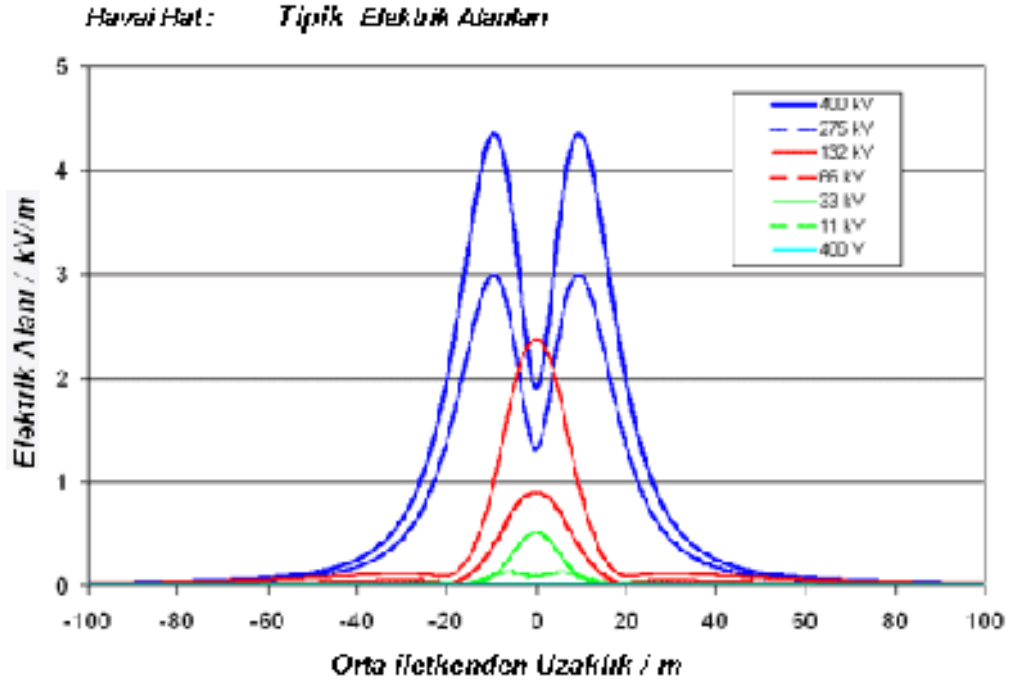
Havai hat kullanılarak elektrik enerjisi, çeşitli yüksek gerilimlerde ülkenin her tarafına taşınabilir. Bütün havai hatlar, elektrik ve manyetik alanlar üretirler. Alan havai hattın tam altında en büyüktür ve kenarlarda azalır. Çeşitli yüksek gerilimlerdeki havai hatların ürettiği tipik manyetik alanın orta iletkeniden itibaren uzaklığa göre değişimi Şekil 7’de verilmiştir.

**Şekil 7. Havai hatların ürettiği tipik manyetik alanın orta iletkeniden itibaren uzaklığa göre değişimi**

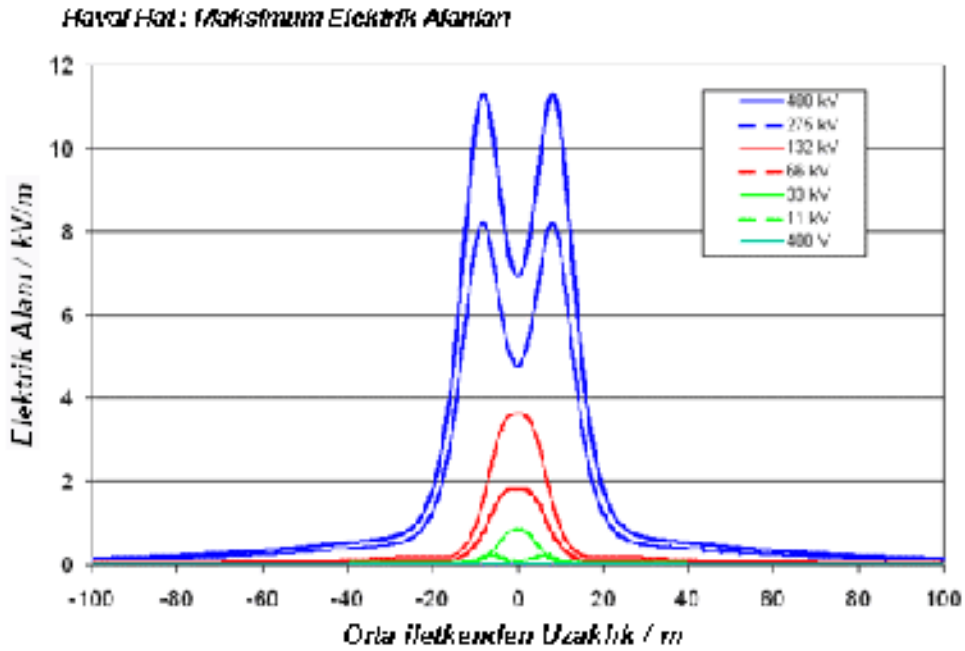


Çeşitli yüksek gerilimlerdeki havai hatların ürettiği tipik ve maksimum elektrik alanın orta iletkeniden itibaren uzaklığa göre değişimi Şekil 8 ve Şekil 9’da verilmiştir.

**Şekil 8. Havai hatların ürettiği tipik elektrik alanın orta iletkeniden itibaren uzaklığa göre değişimi**



Şekil 9. Havai hatların ürettiği maksimum elektrik alanın orta iletkenden itibaren uzaklığa göre değişimi



İngiltere’de havai hatların zemin seviyesinde oluşturduğu alanların tipik değerleri Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. İngiltere’de Havai Hatların Zemin Seviyesinde Oluşturduğu Alanların Tipik Değerleri

Çalışma Gerilimi	Alanın Büyüklüğü	Manyetik Alan ( $\mu\text{T}$ )	Elektrik Alanı (V/m)
275 kV ve 400 kV (Çelik büyük kafes direk)	Hat altında maksimum Alan değeri	100	11000

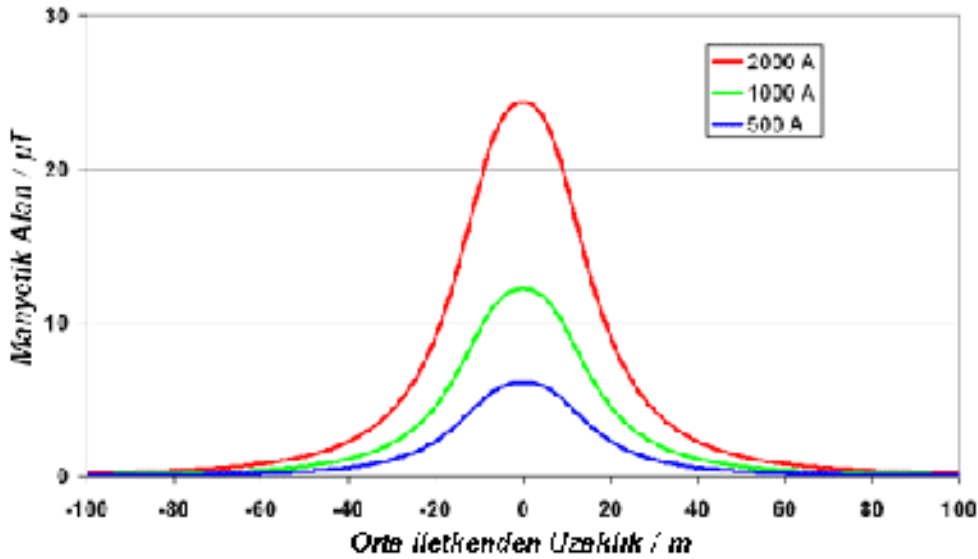
	Hat altında tipik Alan değeri	5-10	3000-5000
	Hattın 25 m ötesinde tipik Alan değeri	1-2	200-500
132 kV (Çelik küçük kafes direk)	Hat altında maksimum Alan değeri	40	4000
	Hat altında tipik Alan değeri	0,5-0,2	1000-2000
	Hattın 25 m ötesinde tipik Alan değeri	0,05-0,2	100-200
11 kV ve 33 kV (Ahşap direk)	Hat altında maksimum Alan değeri	7	700
	Hat altında tipik Alan değeri	0,2-0,5	200
	Hattın 25 m ötesinde tipik Alan değeri	0,01-0,05	10-20

#### 2.4 Havai Hat Tarafından Üretilen Alanlara Etki Eden Etkenler

Havai hat tarafından üretilen gerçek alanlar birçok etkene bağlıdır. Örnek olarak tipik yüklü 400 kV L12 standart hattını inceleyeceğiz.

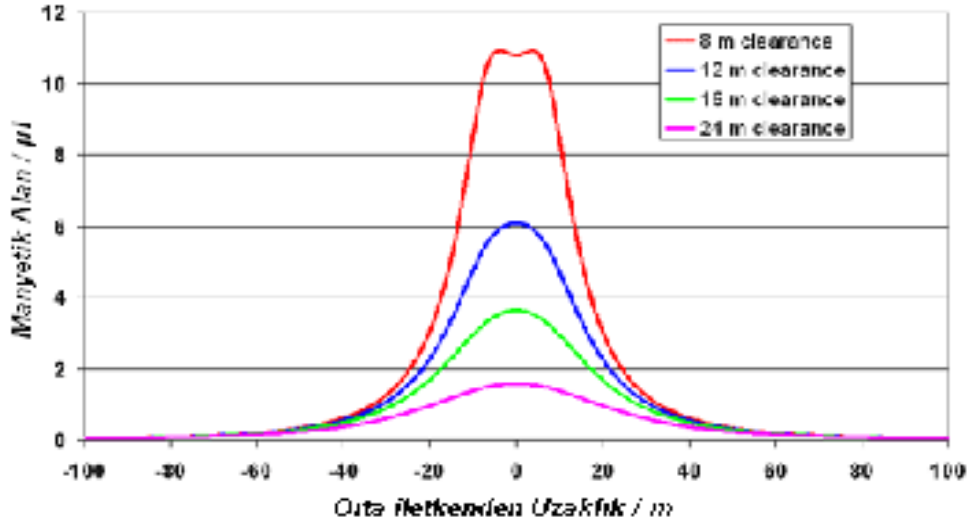
**1-Devreden akan akım ve gerilim:** Manyetik alan akıma ve elektrik alan ise gerilime bağlıdır. Büyük iletim hatlarında kullanılan akım devre başına 4000 A mertebelerindedir. Tipik bir devrede ortalama akım 700 A'den fazla değildir. Dağıtım hatlarında ise 100 A'ler mertebesinde veya daha azdır. Manyetik alanın akıma göre değişimi Şekil 10'da verilmiştir.

Şekil 10. Manyetik Alanın Akıma Göre Değişimi



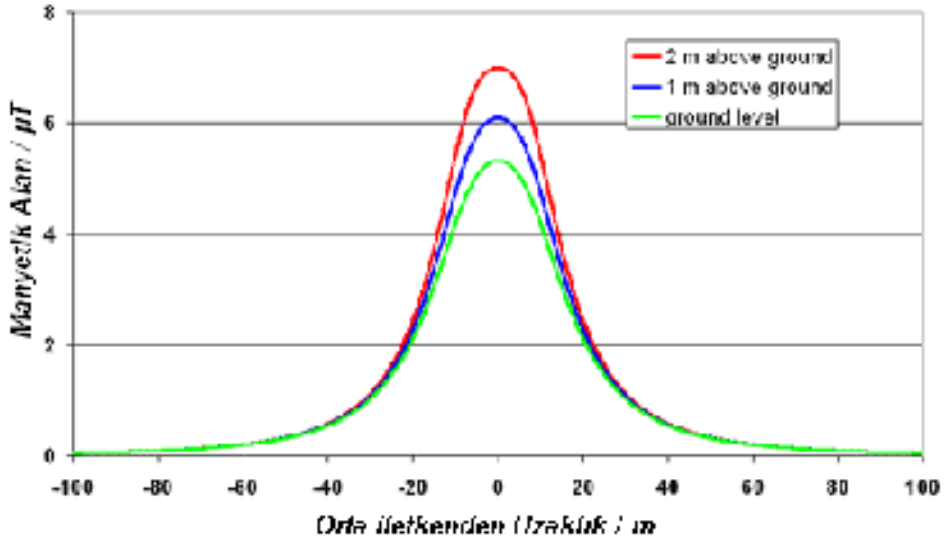
**2-İletim hattına olan uzaklık:** İletim hattına olan uzaklık arttıkça manyetik alan azalmaktadır. Bu durum Şekil 11'de gösterilmiştir.

Şekil 11. İletim Hattına Olan Uzaklık İle Manyetik Alanın Değişimi



**3-Zeminden olan uzaklık:** Zeminden olan uzaklık (ground clearances) arttıkça manyetik alan artar. Bu durum Şekil 12'de gösterilmiştir.

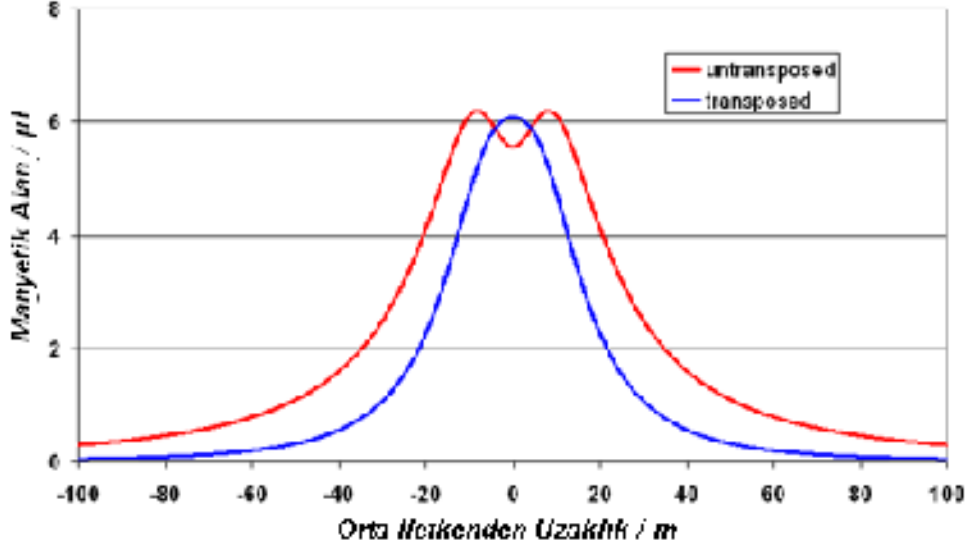
**Şekil 12. Manyetik Alanın Zeminden Olan Uzaklıkla Değişimi**



**4.İletim sisteminde kullanılan çift devrelerin fazlarının manyetik alana etkisi:** Havai hatlarda kullanılan çift devreli sistemlerinde devrelerin fazları zıt fazlı ise (untranspose) havai hattın ürettiği manyetik alan azalır. Manyetik alanın devre fazı bağlantısı Şekil 13'de verilmiştir.

**Şekil 13. Manyetik Alanı Oluşturan Akımların Fazı ile Manyetik Alanın Değişimi**



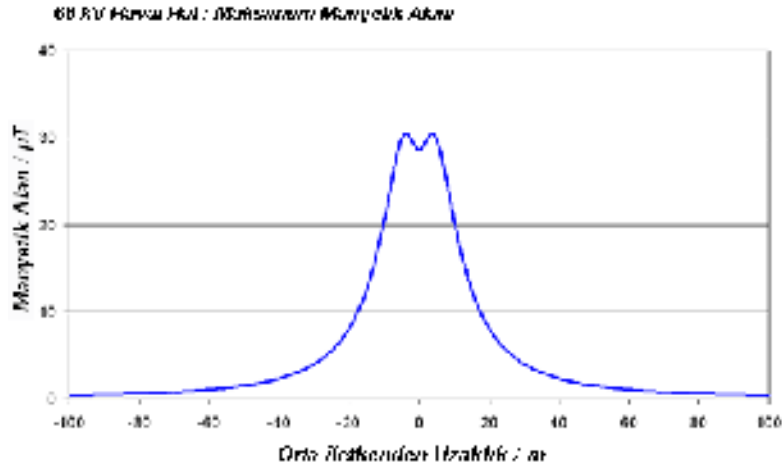


## 2.5 66 kV' luk Havai Enerji İletim Hattının Meydana Getirdiği Alanlar

Kıbrıs'ta 66 kV'luk hat kullanılmaktadır. Çok kere 66 kV'da çalışan sistem için 132 kV'luk hat kullanılır. 66 kV'luk sistemde oluşan manyetik alan 132 kV'luk sistemdeki manyetik alanla aynıdır.

### 1. Manyetik Alan

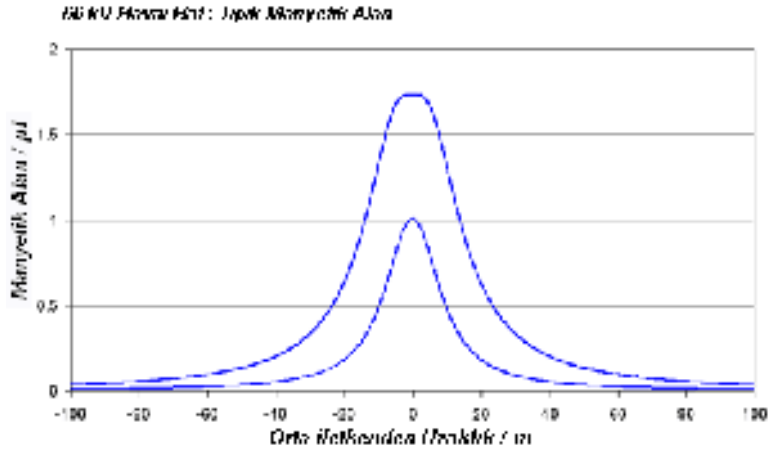
Maksimum alan; her bir devrede 1,4 kA akım akan, zeminden olan en küçük açıklığı 7 m olan L7 direkli sistem tarafından üretilir. Manyetik alan devrelerin faz durumuna da bağlıdır. 66 kV'luk sistemde genelde aynı (U) faz kullanılır. Şekil 14'de 66 kV'luk sistemin  $I=1,4$  kA için maksimum alanı verilmiştir.



Şekil 14. 66 kV'luk Sistemin  $I=1,4$  kA İçin Maksimum Manyetik Alanı

Açıklık, genelde daha yüksek ve yükler (akım) genelde daha düşük olduğu için tipik alanlar, maksimum alandan daha küçüktür.

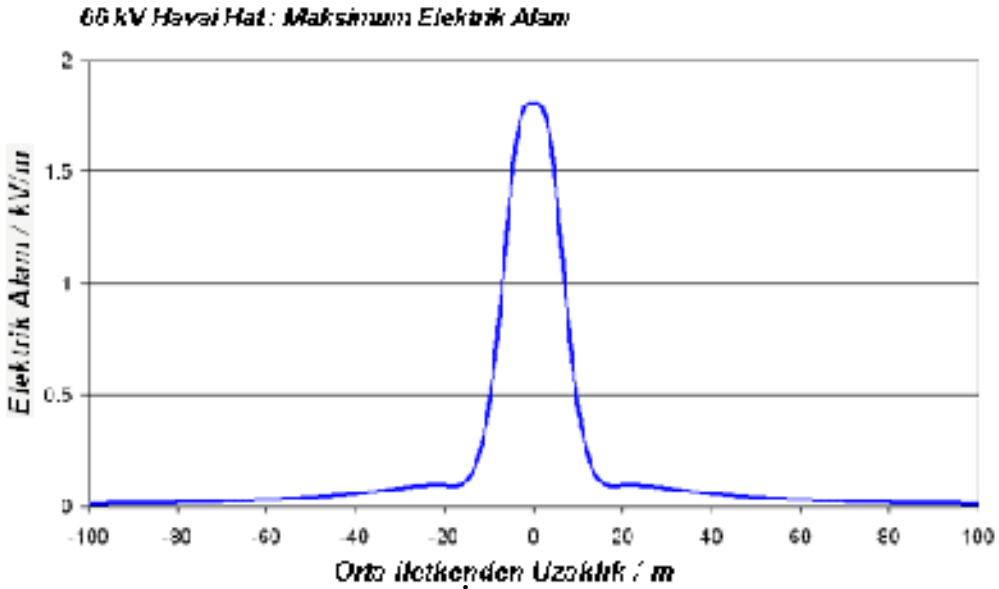
Şekil 15'de aynı fazlı tipik iki yük için iki eğri verilmiştir. İki farklı hat tasarımı demir kafesli direk (L132) ve ahşap direk kullanılmıştır. L132'li sistemin manyetik alanı daha büyüktür.



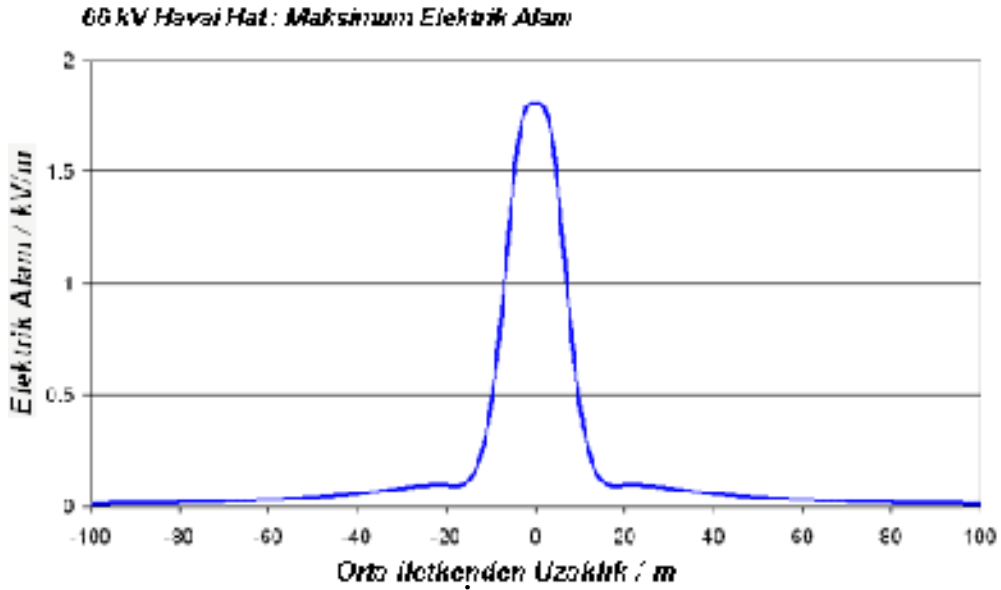
Şekil 15. Kafesli Direk (L132) ve Ahşap Direkli Sistemlerde Aynı Fazlı Tipik İki Yük İçin Manyetik Alanlar.

## 2. Elektrik Alanlar

Şekil 16 ve 17’de 66 kV’luk havaî enerji iletim hattının maksimum ve tipik elektrik alan değerleri verilmiştir.



Şekil 16. 66 kV’luk Havaî Enerji İletim Hattının Maksimum Elektrik Alan Değerleri



**Şekil 17. 66 kV'luk Havai Enerji İletim Hattının Tipik Elektrik Alan Değerleri**

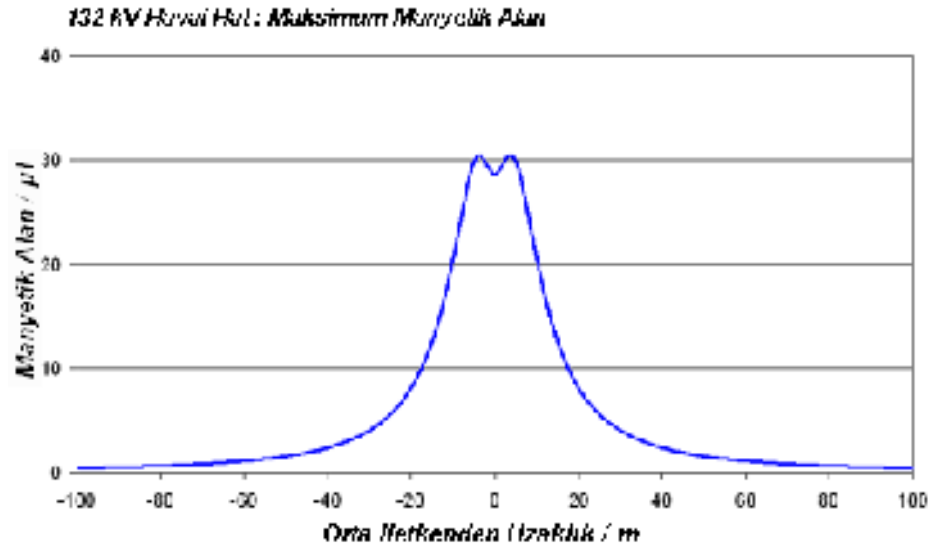
## 2.6 132 kV'luk Enerji İletim Hattının Meydana Getirdiği Alanlar

132 kV'luk havai hatlar genelde kafes yapıllı çelik direklerle taşınır. Bu direkler 275 kV ve 400 kV'luk sistemlerde kullanılan direklerden daha küçüktürler. Bazen ağaç direklerle de taşınırlar.

### 1-Manyetik Alanlar

Maksimum alan; her bir devrede 1,4 kA akım akan, zeminden olan en küçük açıklığı 7 m olan L7 direkli sistem tarafından üretilir. Manyetik alan devrelerin faz durumuna da bağlıdır. 132 kV'luk sistemde genelde aynı (U) faz kullanılır. Şekil 18'de 132 kV'luk sistemin I=1,4 kA için maksimum alanı verilmiştir.

**Şekil 18. 132 kV'luk Sistemin I=1,4 kA İçin Maksimum Manyetik Alanı**

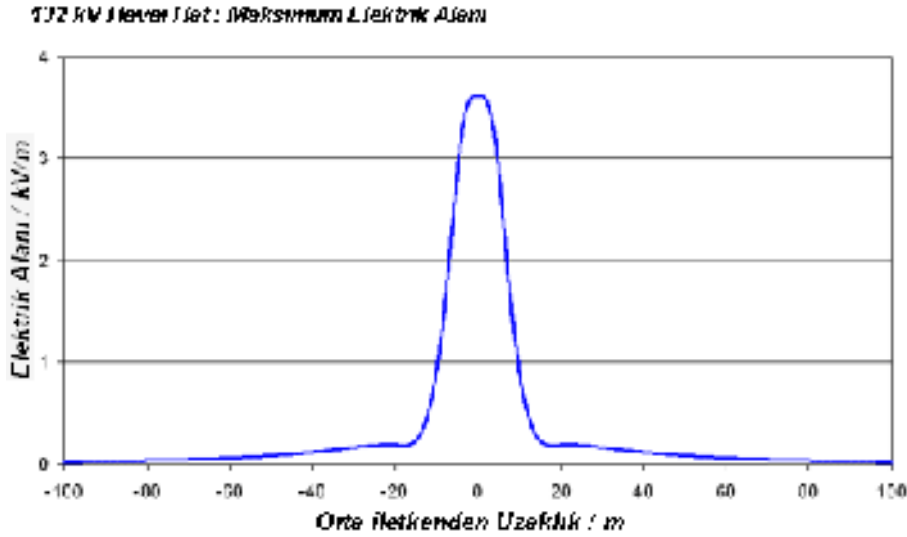


Açıklık, genelde daha yüksek ve yükler (akım) genelde daha düşük olduğu için tipik alanlar, maksimum alandan daha küçüktür. Şekil 19'de normal aynı fazlı ve üç farklı hat tasarımı, tipik yükler için üç eğri verilmiştir. L7'li sistemin manyetik alanı en büyük, küçük kafes direkli (L132) sistemin daha küçük ve ağaç direkli sistemin manyetik alanı en küçüktür.



genelde aynı (U) faz kullanılır. Şekil 20’de 132 kV’luk havai enerji iletim hattının maksimum elektrik alanın değişimi verilmiştir.

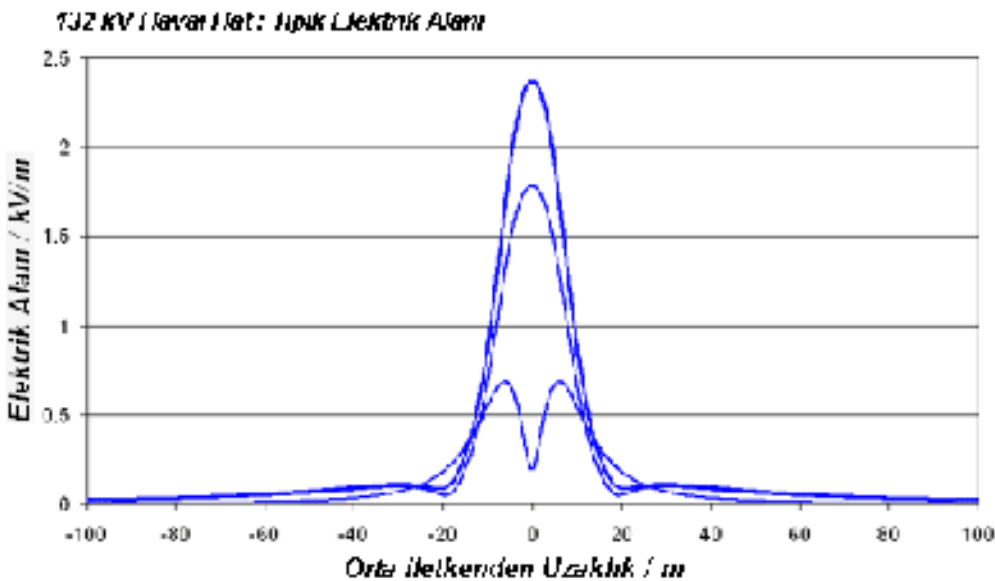
**Şekil 20. 132 kV’luk havai enerji iletim hattının maksimum elektrik alanın değişimi**



Açıklık, genelde daha yüksek olduğu için tipik alanlar, maksimum alandan daha küçüktür.

Aynı fazlı (U) ve üç farklı hat için üç farklı eğri verilmiştir. L7’li sistemin elektrik alanı en büyük, küçük kafes direkli (L132) sistemin daha küçük ve ağaç direkli sistemin elektrik alanı en küçüktür. Şekil 21’de 132 kV’luk havai enerji iletim hattının tipik elektrik alan değerleri verilmiştir. 132 kV’luk havai Enerji iletim hattının tipik elektrik alan değerleri. L7’li sistemin elektrik alanı en büyük, küçük kafes direkli (L132) sistemin daha küçük ve ağaç direkli sistemin elektrik alanı en küçüktür.

**Şekil 21. 132 kV’luk havai enerji iletim hattının tipik elektrik alan değerleri.**

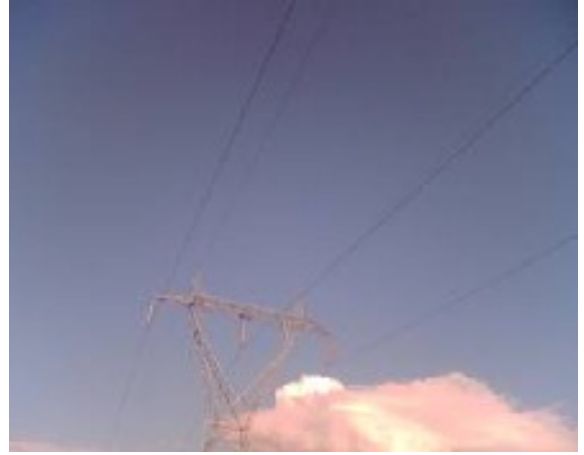


### 3. EM Işınım Ölçümü

### 3.1 St. Hilarion Yolu Girne, Boğaz Piknik Alanından Geçen 132 kV'luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçümü

08.05.2008 tarihinde saat 16.00 sıralarında St. Hilarion Yolu Boğaz Piknik Alanı Mevkii Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti adresindeki bölgeye gelindi. Bu bölgede enerji iletim hattı 19 No'lu direğinin yanında gerekli incelemeler yapılarak 50 Hz'de EM ışınım ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 132 kV'luk enerji iletim sisteminin resimleri Şekil 22 ve Şekil 23'de verilmiştir.





**Şekil 22. St. Hilarion Yolu Boğaz Piknik Alanı Mevkii'deki 132 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri**







**Şekil 23. St. Hilarion Yolu Boğaz Piknik Alanı Mevkii'deki 132 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri**

Enerji iletim hatları ve güç sistemleri EM ışınım yaymaktadırlar. Bu hattın 50 Hz frekanslı EM ışınımların ölçümleri HI 3604 ELF Survey Meter (Holaday) yapılmıştır.

132 kV'luk hattın E ve H değerleri çeşitli konumlarda ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.

**Çizelge 10. St. Hilarion Yolu Girne, Boğaz Piknik Alanı 132 kV'luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçüm Değerleri (I=125 A), 08.05.2008 saat 16.00 sıraları**

Sıra No	Ölçüm Yeri: St. Hilarion Yolu, Girne'ye Yaklaşık 6 km Uzaklıktaki Boğaz Piknik Alanındaki Enerji İletim Hattının Hemen Altı	B( $\mu$ T)	E(kV/m)
1	Piknik alanı uyarı levhasının önü. Deniz seviyesinden yükseklik 395m Koordinatları K 35, 3048 , D 33, 2946.	0,752	1,80
2	St. Hilarion yolu kenarında, 19 No'lu direktten yaklaşık 50 m uzakta	0,660	1,32
3	19 No'lu direğin hemen önünde	0,472	0,02
4	St. Hilarion yolunun solunda, 19 No'lu direktten yaklaşık 75 m uzakta	0,656	1,13

**3.2 Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü'nden Geçen 66 kV'luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçümü**

09.05.2008 tarihinde saat 12.00 sıralarında Mülver Sokak, Yeni Bogaziçi Köyü Gazimağusa Mevkii Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti adresindeki bölgeye gelindi. Bu bölgede 66 kV'luk enerji iletim hattında gerekli incelemeler yapılarak 50 Hz'de EM ışınım ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 66 KV'luk hattın çeşitli resimleri Şekil 24 ve 25'de verilmiştir.



**Şekil 24. Yeni Boğaziçi Köyü Gazimağusa'daki 132 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri**



## Şekil 25. Yeni Boğaziçi Köyü Gazimağusa'daki 132 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri

66 kV'luk hattın E ve H değerleri çeşitli konumlarda ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir.

### Çizelge 11. Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü'nden Geçen 66 kV'luk Enerji İletim Hattının 50 Hz EM Işınım Ölçüm Değerleri (I=150 A), 09.05.2008 saat 12.00 sıraları

Sıra No	Ölçüm Yeri: Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Altı	B ( $\mu$ T)	E (kV/m)
1	Mülver Sokak 3 No'lu Evin Yanında, Yolda 16 ve 17 No'lu Direkler Arası	1,025	0,480
2	Münire AKGÜN'e ait 3 No'lu Evin 1. Kat Balkonunda	0,639	0,325
3	Münire AKGÜN'e ait 3 No'lu Evin 2. Kat Balkonunda	0,810	0,728
4	Mustafa KÖMÜRCÜGİL'e ait yapının 4. katının en uç notasında. (İnşaat halinde olan bu apartmanın bu konumda hatlara yakın olduğu gözlenmiştir.)	1,380	0,390
5	Mustafa KÖMÜRCÜGİL'e ait apartmanın 5. katının en uç notasında	0,806	0,170
6	Şenay KADI'a ait 17 No'lu evin bahçesinde (Havuzlu ev)	0,985	0,885
7	Şenay KADI'a ait 17 No'lu evin 2. kat balkonunda	0,798	0,724
8	16 No'lu direğin hemen önünde	1.080	0,581
9	Müslim Bey'in evinde	0,450	0,535
10	Müslim Bey'in evinin 1. kat balkonunda	0,660	0,725
11	Suphi Bey'in evinin bahçe duvarının hemen yanında (Suphi Bey; evinde ölçüm yapılmasına izin vermediğinden, evinin hatta en yakın olan bahçe duvarının hemen önünde ölçüm yapılmıştır.)	0,250	0,214

### 3.3. Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü'nden Geçen 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Mülver Sokak'da Binalara Olan Uzaklıkları

16.05.2008 tarihinde saat 16.00 sıralarında Mülver Sokak, Yeni Boğaziçi Köyü Gazi Mağosa Mevkii Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti adresindeki bölgeye tekrar gelindi. Bu bölgede 66 kV'luk enerji iletim hattının konumu ve binalara olan uzaklıkları incelendi. Bu bölgedeki 66 kV'luk enerji iletim hattının resimleri Şekil 26 ve 27'de verilmiştir.



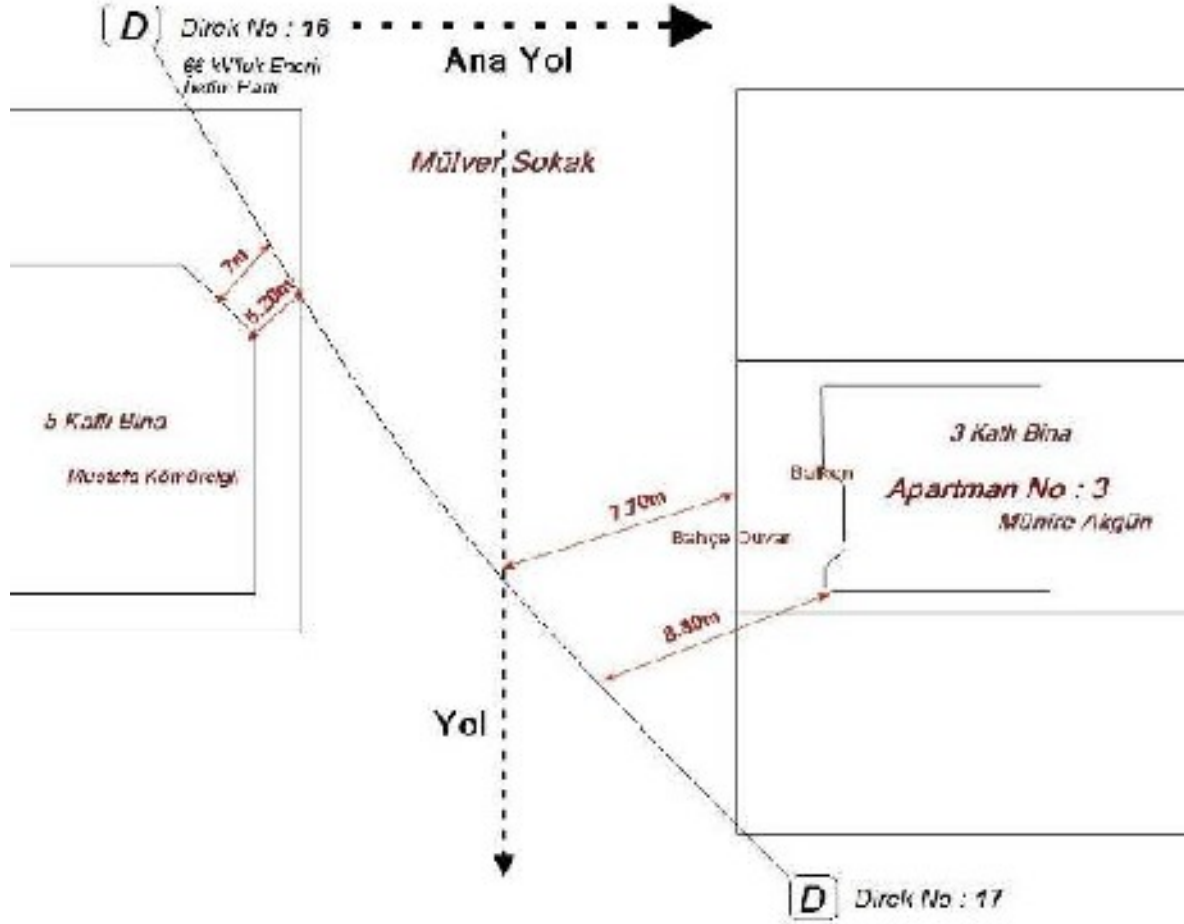
**Şekil 26. Yeni Boğaziçi Köyü Gazimağusa'daki 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri**





**Şekil 27. Yeni Boğaziçi Köyü Gazimağusa'daki 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Resimleri**

Hattın yapılara en yakın olduğu belirtilen Mülver Sokak 3 No'lu ev civarında hattı konumu Şekil 28'de verilmiştir.



**Şekil 28. Mülver Sokak 3 No'lu Ev Civarında 66 kV'luk Hattın Konumu**

Mülver Sokak 3 No'lu ev civarında hattın yapılara olan yatay uzaklıkları; 50 m'lik şerit metre ile ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları Çizelge 12'de verilmiştir.

**Çizelge 12. Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü'nden Geçen 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Mülver Sokak 3 No'lu Ev Civarında Hattın Yapılara Olan Yatay Uzaklıkları 16.05.2008 saat 16.00**

Sıra No	Ölçüm Yeri: Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü 66 kV'luk Enerji İletim Hattının Mülver Sokak 3 ve 4 No'lu Ev Civarı	Hattın En Uç İletkeninin Yapılara Olan Yatay Uzaklıkları L (m)
1	3 No'lu evin bahçe duvarının iletim hattına olan yatay uzaklığı	7,70
2	3 No'lu evin duvarının iletim hattına olan yatay uzaklığı	8,80
3	Mustafa KÖMÜRCÜGİL'e ait yapının iletim hattına olan yatay uzaklığı. (Bu apartman inşaat halindedir.)	7,00
4	Mustafa KÖMÜRCÜGİL'e ait yapının en uç noktasının iletim hattına olan yatay uzaklığı.	5,20



#### 4.Sonuç

1. ELF (oldukça alçak frekans/extremely low frequency) elektrik ve manyetik alan maruziyetin (maruz kalma) kötü etkisini önlemek için temel maruziyet sınırları belirlenmiştir. Maruziyet sınırları uygun bilimsel incelemelere dayanmalıdır. Yalnız ani ve şiddetli kısa süren (akut; acute) etki için yeterli bilimsel çalışmalar gerçekleştirildiğinden, bu etkilere karşı önlem için iki tane uluslararası kılavuz geliştirilmiştir. Bunlar; Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu-ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection),1998a |3|, |2| ve IEEE Std C95.6-2002 |7|

2. ICNIRP Kılavuzu'nda elektrik ve manyetik alanların mesleki ve halk için referans değerleri belirtilmiştir. |2| ICNIRP Kılavuzu'na göre ELF elektrik ve manyetik alan maruziyeti halk için sınır değerleri:

ELF 50 Hz Manyetik Alan Maruziyeti Halk İçin Sınır Değeri	100 $\mu$ T
ELF 50 Hz Elektrik Alan Maruziyeti Halk İçin Sınır Değeri	5000 V/m
ICNIRP Kılavuzu'na göre ELF elektrik ve manyetik alan maruziyeti mesleki sınır	

değerleri:

ELF 50 Hz Manyetik Alan Maruziyeti Mesleki Sınır Değeri	500 $\mu$ T
ELF 50 Hz Elektrik Alan Maruziyeti Mesleki Sınır Değeri	10000 V/m

3. Avrupa Birliği (EU), İngiltere EMF (elektrik ve manyetik alanlar/electric and magnetic fields) ve birçok ülke maruziyet konusunda ICNIRP Kılavuzu'nu benimsemiştir. Bazı ülkeler ICNIRP sınır değerlerini kendi sınır değerleri olarak benimserken, bazı ülkeler ise sınır değerlerini ihtiyatı tedbir politikalarına göre düzenlemişlerdir.

4. Ekim 2005'de WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Bilimsel görev grubunu; 0-100 kHz frekans aralığındaki ELF elektrik ve manyetik alanların maruziyetinin sağlığa olacak herhangi bir riskini değerlendirmek üzere topladı. Bu görev grubunun görüşleri ve tavsiyeleri WHO EHC, Vol. 238'de sunulmuştur. |6| (1.8'e bakınız)

a) Ani ve şiddetli, kısa süren etki için yeterli bilimsel çalışmalar gerçekleştirildiği halde; ELF manyetik alan maruziyeti ve çocuk kanseri (lösemi) arasındaki delillerin sınırlı olmasından dolayı uzun süreli etkinin varlığında belirsizlik vardır. Bundan dolayı tedbirli yaklaşımların kullanımı daha uygundur. Bununla birlikte, tedbir adına kılavuzlardaki maruziyet sınır değerlerinin rastgele bir seviyeye azaltılması önerilmemektedir. Bu uygulama, sınırlamalara dayalı bilimsel görüşleri zayıflatır ve olası pahalıdır ve önlemeyi sağlayan muhakkak etkili yol değildir.

b) Maruziyeti azaltmak için diğer uygun tedbir (önlem) işlemlerin gerçekleştirilmesi kabul edilebilir ve faydalıdır. Bununla birlikte elektrik enerjisi açıkça; sağlıksal, sosyal ve ekonomik faydalar getirmektedir ve tedbirli yaklaşımlar bu faydaları azaltmamalıdır.

Ayrıca, hem ELF manyetik alan maruziyeti ve çocuk kanseri arasındaki bağlantı (ilişki) ve hem de bu bağlantı var ise bunun halk sağlığı üzerindeki sınırlı etkisi için verilen delillerin zayıflığından dolayı; sağlıktaki maruziyet azaltımının faydası açık değildir. Tedbir önlemlerinin maliyeti az olmalıdır. Maruziyet azaltmasının gerçekleştirilmesinin maliyeti ülkeden ülkeye değişmektedir. ELF alanından gelen risk potansiyeline karşı maliyeti dengelemek için genel bir tavsiye sağlamak zordur.

c) Var olan ELF kaynakları değiştiğinde ELF alanlarının azaltılması ile birlikte güvenlik, güvenebilirlik (görevini yeterli bir şekilde yerine getirebilme yeteneği) ve ekonomik çözümler düşünülmelidir.

d) ELF manyetik alan maruziyetinin genel halk için değeri; uluslararası maruziyet kılavuzlarındaki değerden genelde oldukça küçüktür. Bununla birlikte halkın ilgisi, düşük seviye çevresel maruziyetin neden olduğu muhtemel uzun süreli etkiye odaklanmıştır. ELF manyetik alanlar muhtemelen kanserojen olarak sınıflandırıldığından (kahve, benzinli makine egzoz gazı da) muhtemelen kanserojen olarak sınıflandırılan bu grubun içindedir.

5. ELF alan maruziyetinin sağlık üzerine etkisinin, bilimsel delillerindeki belirsizliğinden kaynaklanan endişeleri azaltmak üzere bazı önlemler alınmaktadır. Bu önlemlerin bazılarına yasal olarak uyulması zorunludur. Diğerleri ise gönüllülük temeline dayalı kılavuzlardır. (WHO-ELF F Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, WHO, 2007, Table 85 pp. 364.) | 6

Bu yaklaşımlarda ELF manyetik alan maruziyet sınır değerleri düşürülmüş ve bu uygulamanın yeni sistemlere uygulanacağı belirtilmiştir. (Bu yaklaşımlar mevcut enerji hatlarının yakınındaki yeni yapılar veya mevcut yapılarının yakınındaki yeni enerji hatları içindir.) (1.9'a bakınız)

6. a) 132 kV'luk enerji iletim hattının St. Hilarion yolu Girne, Boğaz Piknik alanında, 8 Mayıs 2008 tarihinde yapılan 50 Hz EM ışınım ölçümünde en büyük değerler, I=125 A yükte

ELF 50 Hz Manyetik Alan Değerı 0,752  $\mu$ T  
ELF 50 Hz Elektrik Alan Değerı 1800 V/m  
olarak ölçülmüştür.

b) Gazimağusa Yeni Boğaziçi Köyü'nden gecen 66 kV'luk enerji iletim hattının, 9 Mayıs 2008 tarihindeki, I=150 A yükte 50 Hz EM ışınım ölçümlerinde en büyük ölçüm değerleri (I=150 A) aşığıda verilmiştir.

ELF 50 Hz Manyetik Alan Değerı 1,025  $\mu$ T  
ELF 50 Hz Elektrik Alan Değerı 480 V/m

ELF 50 Hz Manyetik Alan Değerı 1,380  $\mu$ T  
ELF 50 Hz Elektrik Alan Değerı 390 V/m

İkinci ölçüm değerinde yapının enerji iletim hattına çok yakın olduğu gözlenmiştir. (3.3'e bakınız)

Bu ölçüm değerleri ICNIRP manyetik ve elektrik alanların halk için sınır değerı olan 100  $\mu$ T ve 5000 V/m değerlerinin altındadır.

7. ELF elektrik ve manyetik alan maruziyeti konusunda halkın bilgilendirilmesi önerilir.

8. Ani ve şiddetli, kısa süren etki için yeterli bilimsel çalışmalar gerçekleştirildiği halde; ELF manyetik alan maruziyeti ve çocuk kanseri (lösemi) arasındaki delillerin sınırlı olmasından dolayı uzun süreli etkinin varlığında belirsizlik vardır. Bilimsel kanıtlar ortaya çıktııkça; ELF elektrik ve manyetik alan maruziyet sınır değerleri azaltılmalıdır.

9. ICNIRP ELF elektrik ve manyetik alan maruziyeti halk için sınır değerleri 100  $\mu$ T olmasına rağmen tedbir (ihtiyatı tedbir) olarak; yeni yapılacak elektriksel tesislerin, tesislere olan uzaklığın manyetik alanın ortalama değerinin 20  $\mu$ T ve yerleşim merkezlerinde 10  $\mu$ T olacak şekilde gerçekleştirilmesi önerilir.

## 5. Kaynaklar

1. H. Dinçer , "Elektromanyetik ışınımların insan sağlığına etkisi" Ocak 2001 Yıl 8 Sayı:86 S.43-47, Mart 2001 Yıl 8 Sayı:88 S. 43-47, Nisan 2001 Yıl 8 Sayı:89 S. 43-46 Popüler Bilim.

2. ICNIRP-International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Exposure to static and low frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (0-100 kHz). Bernhardt JH et al., eds. Oberschleissheim, International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2003 (ICNIRP 13/2003).

3. ICNIRP-International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998). Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522.

4. [http://www.emfs.info/issue\\_otherlimits](http://www.emfs.info/issue_otherlimits). National Grid EMF - Exposure limits, (UK)

5. Exposure limits for EMF, The Electricity Authority of Cyprus (EAC), [www.eac.com.cy](http://www.eac.com.cy)
6. WHO-World Health Organization. Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria, Vol. 238. Geneva, WHO, 2007.
7. IEEE Standards Coordinating Committee 28. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0-3 kHz. New York, NY, IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002 (IEEE Std C95.6-2002).
8. AGNIR (2001) Advisory Group on Non-Ionising Radiation, Power Frequency Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer. National Radiological Protection Board (UK) 2001.
9. WHO Electromagnetic fields and public health: extremely low frequency fields and cancer, Fact sheet N°263, October 2001
10. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon, IARC, 2002 (Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 80).
11. 1997 - 2007 Yılı Toplam Üretim ve Tüketim Değerleri Tablosu, KKTC Elektrik Kurumu, Lefkoşa, [www.kibtek.com](http://www.kibtek.com)
12. Genel İstatistik bilgileri (1999,2000,2001) KKTC Elektrik Kurumu, Lefkoşa, [www.kibtek.com](http://www.kibtek.com)
13. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Elektik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği”, 30.11.2001 tarih ve 24246 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.
14. Electricity Association Technical Specification 43 – 8 Issue 2: 1988 – Overhead Line Clearances
15. National Grid UK, [www.nationalgrid.com](http://www.nationalgrid.com)