

57512

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPIDA ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİK ile
İNSAN SAĞLIĞI İLİŞKİSİ ve
ALINABİLECEK ÖNLEMLER**

Mimar Ahmet Hakan TOPAR

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilim Dalında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ayşe BALANLI

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	IX
ÖZET	X
ZUSAMMENFASSUNG	XI
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Sorun	1
1.2. Amaç	2
1.3. Önem	2
1.4. Varsayım	2
1.5. Sınırlılıklar	2
1.6. Yöntem	4
BÖLÜM 2. ELEKTRİK VE ELEKTROİKLİM	5
2.1. Elektrik	5
2.1.1. Statik Elektrik	10
2.1.2. Dinamik Elektrik	10
2.1.2.1. Doğru Akım	16
2.1.2.2. Alternatif Akım.	16
2.1.3. Elektriksel Olguların Ölçme Yöntemleri	18
2.2. Elektroiklim	19
2.2.1. Elektroiklimsel Oluşumlar	20
2.2.1.1. Doğal Elektroiklimsel Oluşumlar	20
2.2.1.2. Yapay Elektroiklimsel Oluşumlar	22
2.2.2. Elektroiklimsel Oluşumların Ölçme Yöntemleri	24
2.2.2.1. Statik ve Alternatif Elektrik Alanlarının Ölçme Yöntemleri	24
2.2.2.2. Statik ve Alternatif Manyetik Alanlarının Ölçme Yöntemleri	26

	Sayfa
BÖLÜM 3 . ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİK VE İNSAN SAĞLIĞI	27
3.1. Elektroiklimsel Kirlilik	27
3.1.1. Yapı Dışındaki Elektroiklimsel Kirlilik	30
3.1.1.1. Yapı Dışında Doğal Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik	31
3.1.1.2. Yapı Dışında Yapay Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik	32
3.1.2. Yapı İçindeki Elektroiklimsel Kirlilik	38
3.1.2.1. Yapı İçinde Doğal Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik	40
3.1.2.2. Yapı İçinde Yapay Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik	41
3.2. Elektroiklimsel Kirliliğin Canlılara Etkisi	47
3.2.1. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsan Sağlığına Etkisi	47
3.2.1.1. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Biyolojik Yapısına Etkisi	53
3.2.1.2. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Psikolojik Yapısına Etkisi	61
3.2.2. Elektroiklimsel Kirliliğin Hayvanlara Etkisi	62
3.2.3. Elektroiklimsel Kirliliğin Bitkilere Etkisi	65
3.2.4. Elektroiklimsel Kirliliğin Mikroorganizmalara Etkisi	67
BÖLÜM 4. ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİĞE KARŞI YAPIDA ALINACAK ÖNLEMLER	68
4.1. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	69
4.1.1. Doğal Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	70
4.1.1.1. Doğal Elektrik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	72
4.1.2. Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	72

4.1.2.1. Yapay Statik ve Alternatif Elektrik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	74
4.1.2.2. Yapay Statik ve Alternatif Manyetik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler	75
4.2. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler	76
4.2.1. Doğal Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler	78
4.2.1.1. Doğal Elektrik Alanlara Karşı Yapıda Alınacak önlemler	79
4.2.1.2. Doğal Manyetik alanlara Karşı Yapıda Alınacak önlemler	
4.2.2. Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler	81
4.2.2.1. Yapay Statik ve Alternatif Elektrik Alanlara Karşı Yapıda Alınacak Önlemler	93
4.2.2.2. Yapay Statik ve Alternatif Manyetik Alanlara Karşı Yapıda Alınacak Önlemler	94
BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER	97
5.1. Sonuç	97
5.2. Öneriler	98
KAYNAKLAR	99
EKLER	102
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil

2.1. Elektrik Alanındaki Cisimlerin Birbirine Kuvvet Etkisi	7
2.2. Elektrik Alanını Gösteren İşınsal Şema	8
2.3. Elektrik Alanı	8
2.4. Elektrik alanındaki İletken Nesne	9
2.5. Elektrik Alanındaki İletken Kafes	9
2.6. Katı, Sıvı ve Gaz Şeklindeki İletkenlerde Elektron ve İyon İletimi	11
2.7. İletkenin Oluşturduğu Manyetik Alan Çizgi Şemaları	12
2.8. Manyetik Alan, Elektrik Alan ve Elektrik Akımının (Kuvvet Etkisinin Açısız Etkisi)	13
2.9. Manyetik Alandaki Diamanyetik Maddeler	14
2.10. Manyetik Alandaki Paramanyetik Maddeler	14
2.11. Manyetik Alandaki Ferromanyetik Maddeler	14
2.12. Manyetik Alan İçindeki Korunaklı Alan	15
2.13. Bir İletkende Oluşan Elektromanyetik Alan	15

2.14. Sinüsoidal Alternatif Akım (Gerilim) Eğrisi	17
2.15. Elektrik Türleri	18
2.16. Dünyanın Magnetosferi	21
2.17. Doğal ve Yapay Elektroiklimsel Oluşumların Açılımı	25
3.1. Elektromanyetik Tayf	28
3.2. Laboratuvar Şartları Altında İyon Yoğunlukları	35
3.3. Yüksek Gerilim Hatları Çevresinde İyon Yoğunlukları	35
3.4. Yüksek Gerilim Hatlarının Düzeni ve Elektrik Alan Şiddetinin Karşılaştırılması	36
3.5. Hat Boyunca Meydana Gelen Elektrik Alan Şiddeti	36
3.6. 765 Kv'luk Yüksek Gerilim Hatının Farklı Yüksekliklerdeki alan Şiddeti	37
3.7. Farklı Elektrikli Sistemlerin Minimum Yükseklikteki Elektrik Alan Şiddeti	37
3.8. Yüksek Gerilim Hatlarındaki Manyetik Alan Eğrisi	38
3.9. Yapı Dışındaki Elektroiklimsel Kirlilik Türleri İlişkileri ve Açılımları	39
3.10. Ekranlı Aygıtların Oluşturduğu Elektroiklimsel Kirlilik	44
3.11. Yapı İçindeki Elektroiklimsel Kirlilik İle İlgili İlişkiler	46
3.12. Elektrik Alanındaki İnsan Vücudu	50
3.13. Manyetik ve Elektromanyetik Alanların İnsanda Oluşturduğu Endüksiyon Akımları	51
3.14. Evlerde Tespit Edilen Manyetik Alan Şiddetleri	61

4.1. Yapı Dışında Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınan Önlemler, İlişkiler ve Açılımlar	77
4.2. Borularda Manyetik Alanlara Karşı Alınan Önlemler	81
4.3. Yapı Dışında Meydana Gelen Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı	
Yapı Kabuğunda Alınabilecek Bir önlem	92
4.4. Bir İç Duvarda Elektrikli Sisteminin Maskelenmesi	95
4.5. Koaksial Kablo Örneği	95



TABLolar LISTESİ

Tablo

2.1. Dielektrik Malzemelerde İletkenlik Katsayıları	9
3.1. Elektrik Sisteminin Kirlilik Kaynakları	45
3.2. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirlilik Kaynaklarının Kirlilik Düzeyleri	45
3.3. Alternatif Elektrik Alanı Etkisi Altında Kabul Edilebilir Maksimumu Kalma Süreleri	50
3.4. Süre-Şiddet ve Akut-Kronik Sağlık Sorunları İlişkisi	52
4.1. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınan Önlemlerde Kullanılan Gereçler	70
4.2. Yüksek Gerilim Hatlarına Yaklaşım Mesafesi	74
4.3. Yapı Dışında Meydana Gelen Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Kabuğunda Alınabilecek Bir Önlem	82-91

ÖZET

Yapının fiziksel iç ve dış çevresinde oluşan doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumların meydana getirdiği kirlilik, bu kirlilikten kaynaklanan olumsuzluklara bağlı insan sağlığına etkileri ve bu kirliliğe karşı yapı dışında ve içinde alınabilecek önlemleri inceleyen araştırma beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde konunun sorunu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacına ve önemine değinilmiştir. Konunun çözümü ile ilgili varsayımlardan söz edilmiş ve çalışmanın genel araştırma ve işleyiş yöntemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde elektriğin bileşenleri, türleri ve bu türlerin ölçüm yöntemleri incelenmiştir. Aynı bölümün sonunda elektroiklim tanımlanmış, doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Bölümün sonunda elektroiklimsel oluşumların ölçme yöntemlerine değinilmiştir.

Üçüncü bölümün ilk yarısında elektroiklimsel oluşumların belirli bir düzeyi aştığı durumlarda meydana gelen elektroiklimsel kirlilikler incelenmiştir. Elektroiklimsel kirlilik olarak tanımlanabilmesi için kirliliğin ulusal ve uluslararası kuruluşların önerdikleri eşik düzeyleri karşılaştırılmıştır. Bu bölümün ikinci yarısında elektroiklimsel kirliliklerin canlı sağlığına etkileri incelenmiştir. Yapının canlı çevresi, insanlar, hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalar olarak dört bölümde irdelenmiştir. Elektroiklimsel oluşumların insan sağlığına etkileri biyolojik ve psikolojik yapılarına bağlı olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar bölümünde, üçüncü ve dördüncü bölümde yapılan incelemeler ve araştırmalar doğrultusunda yorumlar, yargılar ve sonuçlar sunulmuştur.

ZUSAMMENFASSUNG

Wirkungen Von Elektroklimatischen Verschmutzungen Auf Die Menschliche Gesundheit Und Verhütung Solcher Verschmutzungen.

Diese aus fünf Kapitel entstehende Forschung enthält folgende Schritte. Im ersten Kapitel die Einführung. Im nächsten Kapitel, das in mittelbarer und unmittelbarer umgebung von Gebäuden vorhandene Elektroklima. Im folgenden Kapitel, die entstehung von natürlichen und künstlichen elektroklimatischen Verschmutzungen und die Wirkung auf den menschlichen Körper. Im vierten Kapitel, die verhinderung von Wirkungen elektroklimatischer Verschmutzungen in und ausserhalb von Gebäuden. Im letzten Kapitel folgen die Schlussfolgerungen.

Im ersten Kapitel wird das Problem ausführlich beschrieben. Der Zweck und die Wichtigkeit dieser Arbeit wird kurz erläutert. Mit Hypothesen wird das Thema festgesetzt, Nebenbei wird das Thema auch begrenzt. Die forschungs und bearbeitungs Methode wird am ende des Kapitels bestimmt.

Im ersten teil des zweiten Kapitels wird die Elektrizität analysiert und die Arten elektrischer Spannung und Strömen definiert. Die messungs methoden von elektrischen Einheit werden im gleichen teil beschrieben. Im zweiten teil wird das Elektroklima, natürliche und künstliche elektroklimatische entstehungen ausführlich definiert. Am ende des zweiten Kapitels werden die messungs methoden für natürliche und künstliche elektro-magnetischen Felder beschrieben.

Das dritte Kapitel besteht aus der Beschreibung der elektroklimatischen Verschmutzung und die Wirkung auf Lebewesen. In der ersten periode werden die arten natürlicher und künstlicher verschmutzungen in und ausserhalb Gebäuden bestimmt. In der zweiten periode werden die Biologischen und Psychologischen wirkungen elektroklimatischer Verschmutzungen untersucht. Die Wirkungen dieser Verschmutzungen auf Lebewesen wie, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen die in unmittelbarer nähe von gebäuden sich aufhalten, beeinflussen die Gesundheit der menschlichen Organismen.

Im vierten Kapitel werden die Verhinderung von natürlichen und künstlichen elektroklimatischen Verschmutzungen in und umgebung von Gebäuden untersucht.

Im letzten kapitel folgt die unterbreitung der Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Deutungen zu dieser These.

Bölüm 1 GİRİŞ

1.1. Sorun

İnsan yapıyı atmosferik etkenlerden ve yaşamını tehdit eden canlılardan korunmak amacıyla üretmiştir. Yapı, insanın biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinimlerini doğada karşılayamadığı için oluşturduğu yapma bir çevredir (Balanlı, 1994). Fiziksel ve sosyal dış çevre içindeki yapının kendisi, fiziksel ve sosyal bir çevreyi yaratmaktadır. Bu çevre içinde oluşan tüm olumsuzluklar insan sağlığını doğrudan veya dolaylı etkenlerle bozmaktadır. Fiziksel iç çevre atmosferik, biçimsel-boyutsal, görsel, ses ve dokunma ile ilgili özelliklerini içermektedir (Balanlı, Öztürk; 1995)

Elektroiklimsel oluşumlar diğer atmosferik özellikler olan hava niteliği, hava hareketleri, nem ve sıcaklık ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Elektroiklim, yapının fiziksel iç ve dış çevresinde, havada meydana gelen doğal ve yapay elektriksel oluşumlarla ilişkilidir. Elektroiklimsel oluşumlar ise havada meydana gelen doğal ve yapay kökenli elektrik ve manyetik alanlar veya bunların birleşimidir. Doğal elektroiklimsel dengenin bozulması "Kirlilik" olarak tanımlanabilir. Elektroiklimsel kirlilik insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Belirli bir düzeyin üzerindeki kirlilik ve bu kirlilikten etkilenme süresi insanlarda pek çok rahatsızlık ve hastalıklara yolaçmaktadır. Örneğin, kısa süreli deneylerde nabız atışlarında dengesizlik, vücut ısısının artışı ve kan basıncı ile kan parametrelerinde değişiklikler gibi akut rahatsızlıklar gözlenmiştir. Ancak uzun süreli deneylerde yorgunluk, uyku bozukluğu gibi kronik rahatsızlıklar ile çocuklarda lösemi ve erişkinlerde koner riskinin arttığı belirlenmiştir (Rose, 1994).

Gelişmiş ülkelerde birçok özel ve kamu kuruluşu dış çevredeki elektroiklimsel kirlilik nedenlerini, türlerini, bunların insan sağlığına ve çevreye yaptığı etkileri araştırmaktadır. Bu kuruluşların sadece birkaçı yapı içinde meydana gelen elektroiklimsel kirlilik nedenlerini, türlerini, bunların insan sağlığına ve çevreye yaptığı etkileri araştırmaktadır. Bu kuruluşların sadece birkaçı yapı içinde meydana gelen elektroiklimsel kirlilik ile ilgili çalışmalar yapmaktadır.

İnsan sağlığını bozan, yapının fiziksel iç çevresinde oluşan veya dış çevreden yapı içini etkileyen doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar konusunda bilgi sahibi olmayan tasarımcılar risk azaltıcı önlemleri alamamaktadır.

1.2. Amaç

Bu çalışmada amaç, yapının fiziksel iç ve dış çevresinde oluşan doğal ve yapay elektroiklimsel kirlilik türlerini ve kaynaklarını belirtmek, bunların insan sağlığına etkisini inceleyerek yapıda alınacak önlemleri açıklamaktır. Böylece, mimarlık ile elektroiklimsel kirlilik arasındaki ilişkiyi sistemli bir biçimde inceleyerek yapının tasarım, yapım ve kullanım süreçlerinden sorumlu mimara elektroiklimsel kirlilikten kaynaklanan olumsuzlukları önleyecek bilgileri vermektir.

1.3. Önem

Elektroiklimsel kirliliğin önemi elektrik tüketimine bağlı olarak meydana gelen rahatsızlıklar ve hastalıkların niteliği ve çeşitliliği ile artmıştır. Elektrik tüketiminin her on yılda bir ikiye katlandığı düşünülürse, gelecekte elektriksel sistemlerden kaynaklanan elektroiklimsel kirliliğin ne gibi sorunlara sebep olacağı tahmin edilemiyor (Hauf, 1982). Elektroiklimsel kirlilik gelişmiş ülkelerde ciddi bir çevresel sorun olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla yapının iç ve dış çevresinde meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar ile yapı arasındaki ilişkiyi incelemek mimara yapının tasarım, yapım ve kullanım süreçlerindeki önlemler ile ilgili önerileri sunmak konuya önem kazandırmaktadır.

1.4. Varsayım

Elektroiklimsel oluşumlardan kaynaklanan kirlilik ile insan sağlığı arasındaki ilişki ve bu kirlilik ile yapı arasındaki bağıntı sistemli bir şekilde oluşturulabilir.

Bu çalışmadaki varsayım, insan sağlığını yapı içindeki elektroiklimsel etkilerden koruyabilmek için, etken, sorun, çözüm ilişkilerinin sistemli bir biçimde ortaya konulabileceğidir.

1.5. Sınırlılıklar

Konunun boyutlarının hayli geniş olması çalışmayı belirli bir çerçevede sınırlandırmayı gerektirmektedir. Yapıyı ve yapı içindeki insanı etkileyen doğal elektroiklimsel olaylar ve elektrik

enerjisinin meydana getirdiği statik ve alternatif elektromanyetik alanlar çalışma kapsamına alınmıştır. Elektrostatik yüklenmeler ve iyon oluşumunun elektriksel alanlara etkisi de konu dahilindedir. Alternatif elektromanyetik alanlar, elektromanyetik tayf içinde sadece "ok düşük frekanslı" (ELF, Extremely Low Frequency) alanlar, özellikle elektrik şebekesinin frekansı olan 50 Hz ile sınırlanılmıştır. Elektrik enerjisinin doğrudan insan sağlığına etkisi kapsam dışındadır. Sınırlandırılan frekans aralığında dalga boyu çok uzun olduğundan elektromanyetik dalgalar incelenmemiştir. Doğrudan mimarlıkla ilgisi olmayan, konuyu tanımlayıcı ve açıklık getiren anlatımların zet şeklinde ve n bilgi verici nitelikte olmasına dikkat edilmiştir.

Yapı dışında meydana gelen ve yapıyı etkileyen doğal elektroiklimsel oluşumlar etkinlik derecelerine göre ele alınmıştır. İşlaeniş sırasında diğer doğal oluşumlardan kaynaklanana kirlilik türlerine kısaca değinilmiştir. Yapı içinde kullanılan ürünlerden kaynaklanan elektrostatik alanların oluşturduğu kirlilik ve yapıdaki bazı ögelerin dış çevrede meydana gelen manyetik alanların yapı içinde etkin olmasını sağlayan oluşumlardan kaynaklanan kirlilik incelenmiştir. Çalışma yapı dışında oluşan, doğrudan yapıyı etkileyen ve yapı içinde elektrik sisteminden kaynaklanan yapay elektroiklimsel oluşumların meydana getirdiği kirliliği kapsamaktadır. Yapı dışında etkin olan ve yapı içinde de kullanılan iletişim sistemleri ile askeri ve sivil radar istasyonları ve uydulardan kaynaklanan kirlilik gibi konular işlenmemiştir.

Bu çalışmada, doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlardan kaynaklanan kirliliğin etkisiyle insanlarda kronik rahatsızlık ve hastalıklar, şiddet-süre ilişkisi gözönüne alınarak irdelenmiştir. Kirliliğin insanlar üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için hayvanlar ve bitkiler ile yapılan deneylere gereklilik lsnde değinilmiştir.

Yurtdışında yapılan epidemiyolojik laboratuvar ve araştırmaları zaman ve olanak kısıtlılığından yapılamamıştır. Ancak yurt içinde yapılan az sayıdaki çalışma ve sonuçlarına değinilmiştir. Pekçok ülkenin resmi ve çevreci sivil toplum rgterisi tarafından oluşturulan elektroiklimsel kirlilikler ile ilgili oluşturulan yönetmelik ve sınırlılıklar incelenmiştir. Yapılan alışma mimarlık alanına katkı sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Tıp ve biyomedikal elektrik ve elektronik mühendisliği alanında yapılan çalışmalardan faydalamlarak mimarlık alanında bir yaklaşım getirilmiştir. Yapıda kullanılan yapı ürünlerinden kaynaklanan ve yine yapı ürünleri ile elektroiklimsel kirliliğe karşı alınacak önlemler ile ilgili araştırmalara değinilmiştir.

1.6. Yöntem

Bu çalışma beş bölümde hazırlanmıştır. Giriş birinci bölümdür.

İkinci bölümde elektrik ve elektroiklimsel oluşumlar tanımlanmış, elektrik akımının, geriliminin ve elektroiklimsel oluşumların ölçme yöntemleri incelenmiştir.

Üçüncü bölümde yapı dışında ve yapı içindeki elektroiklimsel kirlilik kaynakları araştırılmış, bu kirliliğin insanın biyolojik ve psikolojik yapısına etkisi incelenmiştir. Bitkiler ve mikroorganizmalar ile yapılan deneyler insan sağlığını dolaylı olarak etkilediğinden kısaca söz edilmiştir.

Dördüncü bölümde, yapı dışında ve yapı içinde oluşabilecek doğal veya yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı alınabilecek önlemler belirtilmiştir.

Beşinci bölümde araştırmanın sonuçları verilmiş, önerilerde bulunulmuştur.

Bölüm 2. ELEKTRİK VE ELEKTROİKLİM

2.1. Elektrik

Tarihte sebebi bilinmeyen bazı mitolojik olayların ardında genelde elektriksel etkiler gizlenmiştir. İkel toplumların inançlarına göre yıldırım, tanrıların insanları cezalandırmak için kullandıkları bir olgudur. Bazı çok duyarlı insanlar, fırtınanın kötü ruhların işbirlikçisi olduğuna inanmışlardır. Eski Yunan bilgini Tales (MÖ.590) ipek mendiliyle temizlemeye çalıştığı kehribarı, katılaşmış çam reçine ve kristalize kükürt çubukların yerden küçük parçacıkları çektiğini görmüş ve yazmıştır. Anc ak elektrostatığın temel ilkelerini bulduğunu sezinemeyememiştir.

Luigi Galvani (1738-1798) bakır kanca ile pencere demirine astığı kurbağa bacağına kasılmasıyla elektriksel tepkinin oluşabileceğini "Hayvanlarda Elektrik" adlı çalışmasında (1791) açıklamıştır. Galvani'nin bulgusunu geliştiren İtalyan fizikçi Alessandro Volta (1745-1827) 1800 yılında ilk düzenli elektrik akımını sağlayan galvanik pili bulmuştur. Fizikte gerilim birimi (Volt) bu bilim adamının soyadına göre anılmaktadır (Betz, 1984)

Danimarkalı bilim adamı Hans Christian Oersted (1777-1851) 21 Temmuz 1820'de, elektrik-ısı ilişkisini inceleyen bir deney sırasında, elektrik akımının, iletken bir kablodan geçerken kablonun çevresinde manyetik alan oluşturduğunu yanında bulunan pusulanın sapmasıyla farketmiştir. Aynı deneyi tekrarlayan Fransız fizikçi André-Mari Ampère (1775-1836) bu olayı incelemiş ve matematiksel olarak formüle etmiştir. elektriksel akım birimi (Amper) bu bilim adamının soyadına göre adlandırılmıştır (Buğdaycı,1995).

İngiliz fizikçi Michael Faraday (1791-1867) durağan manyetik alandan elektrik akımı (endüksiyon yoluyla) üretilebileceğini ilk defa 1831'de açıklamıştır. Amerikalı fizikçi Josef Henry, Faraday'dan habersiz aynı dönemde endüksiyon teorisini araştırmıştır (Buğdaycı,1995).

Elektrik, devingen elektron ve elektron yüklü parçacıkların yol açtığı fiziksel bir oluşumdur.* Elektron, maddeyi oluşturan atomun birleşmelerinden biridir. Atom, elektriksel yüksüz

* Ek 1'de tüm terimlerin ayrıntılı tanımları yer almaktadır.

nötronlar ve elektriksel pozitif (+) yüklü protonlardan oluşan çekirdek ile elektriksel negatif (-) yüklü ve bir yörünge üzerinde devinen elektronlardan oluşur. Proton sayısı elektron sayısına eşit olan kararlı bir atom, elektriksel olarak yüksüzdür. Eğer bir atom elektron yitirir veya alırsa bu oluşuma "iyon" denir.

İyon, pozitif veya negatif yüklü atom veya atom kümesidir. Pozitif yüklü iyonlara katyon, negatif yüklü iyonlara da anyon denir. Elektriksel olarak dengeli bir atom veya atom kümesinin elektrik yüklü duruma dönüşme süreci "iyonlaşma"dır. Sıvılarda iyonlaşma kimyasal veya elektriksel tepkimeyle meydana gelir. Gaz durumundaki ortamda elektriksel veya doğal nedenler ile iyonlaşma olur. Atmosferde iyonlaşma havada bulunan azot (N_2) ve oksijen (O_2) atomlarının rüzgar etkisiyle birbirine veya katı cisimlere sürtünerek yüklenmesi yanında güneş rüzgarının* etkisiyle de oluşur. Atmosfer ve daha üst katmanlar (iyonosfer vb.), güneş rüzgarından kaynaklanan elektromanyetik dalgaların yeryüzüne ulaşmasını ve böylece canlıların yok olmasını engeller (Rose, 1994).

Elektriksel yüklerin depolanması veya iletilebilmesi için madde elektriksel olarak iletken veya yalıtkan olmalıdır. İletkenlik, elektron ve iyonların (katı, sıvı veya gaz) bir maddeden diğerine kolaylıkla geçme durumudur. Yalıtkanlık ise, elektron ve iyonların maddelerden geçişini engelleyen özelliktir. Elektrik akımının bir iletken maddeden geçmesi o maddenin "Elektriksel Direnci" ile ilgilidir. Elektriksel direnç, elektrik yüklü iki kutup arasındaki iletken maddenin uzunluğu ve öz direnci (her maddenin kendine özgü direnci) ile doğru, bu iletken maddenin kesiti ile ters orantılıdır ($R=r.l/a$).

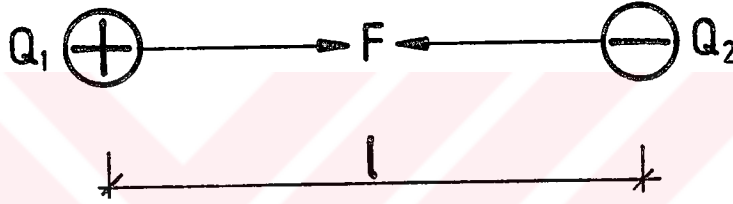
Bir maddenin elektriksel yük miktarına "Elementer Yük" denir. İşareti "Q" birimi ampersaniye "As" veya kolomb "C" dir. Bir ampersaniye yaklaşık 624×10^{18} adet elementer yük birimine eşittir. Bir elektronun yükü ise $1,602 \times 10^{-19}$ As'dir.

Dengeli bir cisim (madde) elektron aldıysa "negatif yüklü", eğer elektron yitirdiyse "pozitif yüklü" olarak tanımlanır.

* Güneşte nükleer patlamalar sonucu oluşan ve periodik olarak yeryüzüne ulaşabilen elektromanyetik dalga.

Birbirini elektriksel olarak etkileyebilecek konumda iki cismin elektrik yükü farklı ise, bu iki cisim arasında elektriksel bir "Gerilim" (Potansiyel Fark) oluşur. Elektriksel gerilimin işareti "U", birimi volt "V" dir. Bu elektriksel gerilim,

- a) Sürtünme : İki maddenin birbirine sürtünmesiyle,
- b) Galvanik : İki maddenin kimyasal ayrışmasıyla,
- c) Termik : İki maddenin ısısal etkisiyle,
- d) Işınsal : Bir veya iki farklı maddenin ışık etkisiyle,
- e) Manyetik endüksiyon : Çok şiddetli manyetik alanın kuvvetiyle, elektron kopması veya eklenmesinden kaynaklanır (Betz,1984).



Şekil 2.1. Elektrik Alanındaki Cisimlerin Birbirine Kuvvet Etkisi (Betz,1984).

Her elektriksel gerilim bir elektrik alanı oluşturur. Elektrik alanındaki kuvvet etkisi, yük miktarı ve mesafenin karesi ile ters orantılıdır. Elektrik alan şiddeti ise, bu yüklerin potansiyel farkı ile yükler arasındaki (gerilim) mesafe ters orantılıdır. Elektrik alan şiddetinin işareti " ϵ ", birimi "V/m" dir.

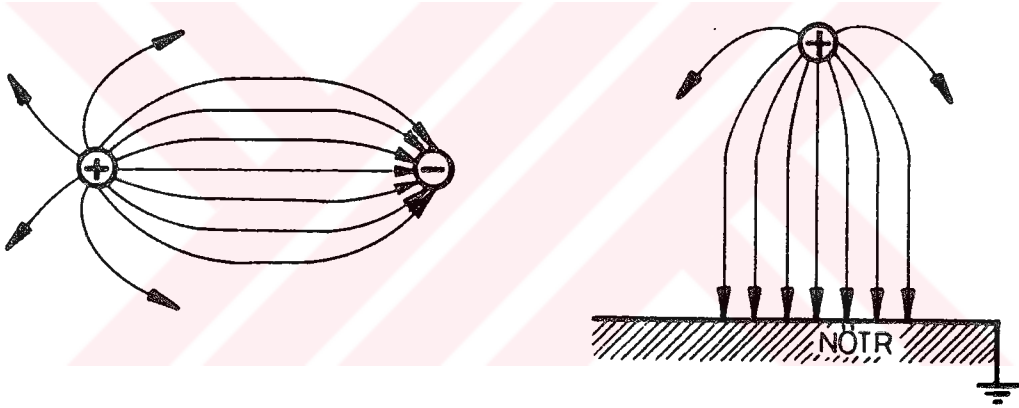
Elektrik alanını ifade etmek için, yüklü cisimler arasındaki boşlukta pozitif yüklü cisimden negatif yüklü cisim yönüne doğru ok şeklinde ışınlar kullanılır (Şekil 2.2. ve 2.3.)

Elektrik alanı içerisinde bulunan iletken nesnelerin yüzeylerinde elektronlar birikir. Birbirine karşıt yükler birbirini çeker. Nesnenin pozitif yüklü yüzünden negatif yüklü yöne, negatif yüklü yüzeyine ise pozitif yüklü taraftan elektron çekimi olur (Şekil 2.4)

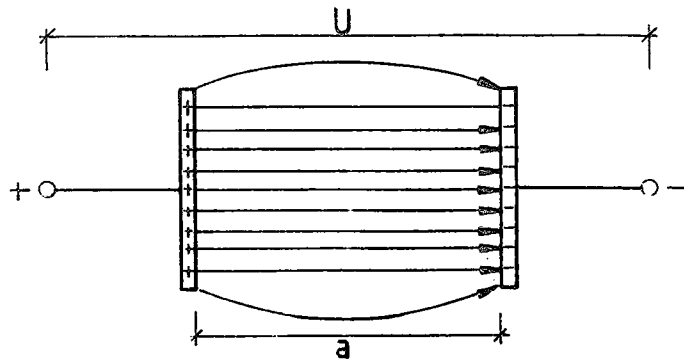
Elektrik alanı içine, ortası boş iletken malzemeden kafes veya kutu şeklinde bir nesne konulduğunda, ortada kalan boşlukta elektrik alan olmaz (Şekil 2.5.).

Elektrik alanlarının etkisini zorlaştıran, direnç oluşturan maddelere "Dielektrik" denir. Hava dielektriktir. Dielektrik sabitinin işareti " ϵ " (epsilon), birimi farat/metre "F/m"dir. Elektrik alanı etkisi altında kalan dielektrik nesnelerin serbest elektronları olmadığından tüm atom parçacıkları yük durumuna göre karşıt yönde çekilir. Atom veya atom bağlarından elektron kopması, gerilimin artmasıyla veya dielektrik kalınlığının azalmasıyla olur. Elektron kopması halinde dielektrik malzeme delinir ve iletken durumuna geçer (Betz,1984).

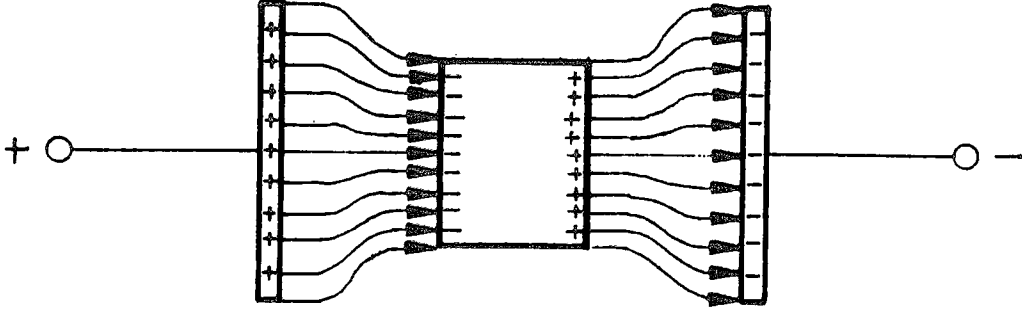
Dielektrikte elektriksel geçirgenlik (ϵr), malzemenin nem, su ve tuzluluk (suda çözülebilen ve elektrik akımını ileten tüm mineraller) oranına, ortam sıcaklığı ve elektriksel kaynağın frekansına bağlıdır (Canbay, 1993). Dielektrik geçirgenlik, elektrik alanını havadan daha iyi ileten malzemelerin iletkenlik katsayılarıdır. Havanın iletim katsayısı "1" olarak kabul edilir. Tablo 2.1.'de bazı malzemelerin dielektrik iletkenlikleri görülmektedir.



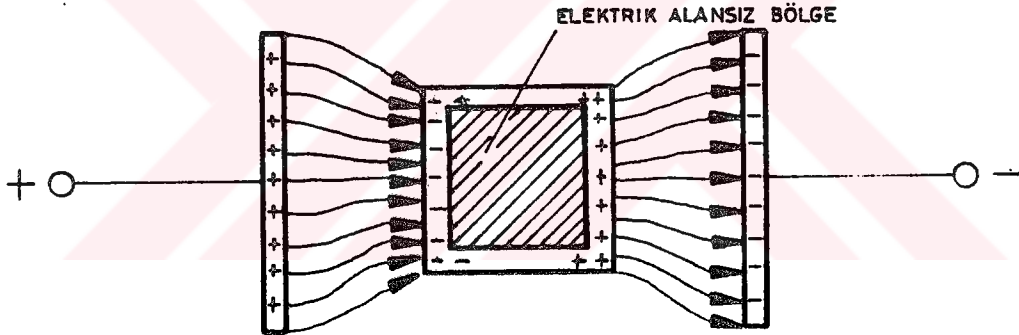
Şekil 2.2. Elektrik Alanını Gösteren Işınsal Şema (Betz, 1984)



Şekil 2.3. Elektrik Alanı



Şekil 2.4. Elektrik Alanında İletken Nesne (Betz, 1984)



Şekil 2.5. Elektrik Alanında İletken Kafes (Betz, 1984)

Tablo 2.1. Dielektrik Malzemelerde İletkenlik Katsayıları

ÜRÜN	DİELEKTRİK İLETKENLİK (ϵ)
Hava (20°C,%50 Nem)	1
Kağıt	1.6-2.0
Karton	5.5-8.0
PVC	2.0-7.0
Saf Su	80.4

2.1.1. Statik "Durağan" Elektrik

Statik elektrik (elektrostatik), elektron ve iyonlardan oluşan durağan bir elektriksel yükür. Bir elektriksel yükün çevresinde veya iki elektriksel yükün arasında itme veya çekme biçiminde oluşan kuvvete, elektrostatik kuvvet denir.

Katı cisimlerde elektrostatik yüklenmeler elektronlar aracılığıyla olur. Elektriksel direnci yüksek petrol türevi yapay maddelerin birbirine sürtünmesiyle statik elektrik yükleri oluşur. Sert plastik, kauçuk köpük, PVC ve pleksiğlas gibi yapay ve kolofan* gomalak cila gibi doğal maddeler sürtünme sırasında elektron alarak negatif yüklenirler. Maddenin yüzeyinde biriken elektronlar iletken cisimlere aktarılabilir (Kur,1993). Buna örnek olarak tabanı kauçuktan üretilmiş ayakkabı ile sentetik kumaştan üretilmiş giysi giyenlerle, aynı cism ayakkabı ile sentetik yer döşemesi (halı, PVC vb.) üzerinde yürüyen veya çok yüksek elektrik alanı (en az 10 kv/m-) etkisi altında kalan kişiler statik elektrikle yüklenirler. Bu yükün bünyeden atılması yüksüz bir nesneye dokunulduğunda, çarpılma ve ark (kıvılcım) şeklinde olabilir. Elektron dengesi sağlanana kadar elektron akımı devam eder, ancak düzenli elektron akımı oluşmaz (Hauf,1984,Rose,1994)

Havada statik yüklenmeler, atomlar veya atom grupları ile oluşur. Birbirine yakın pozitif veya negatif yüklü iyonlar kümeler halinde havada serbest hareket eder. Genelde iyonlar statik elektrik yüklü katı nesnelere tarafından çekilerek nötralle olurlar ve elektrik alanının yük miktarını artırır (Kur,1993).

2.1.2. Dinamik Elektrik

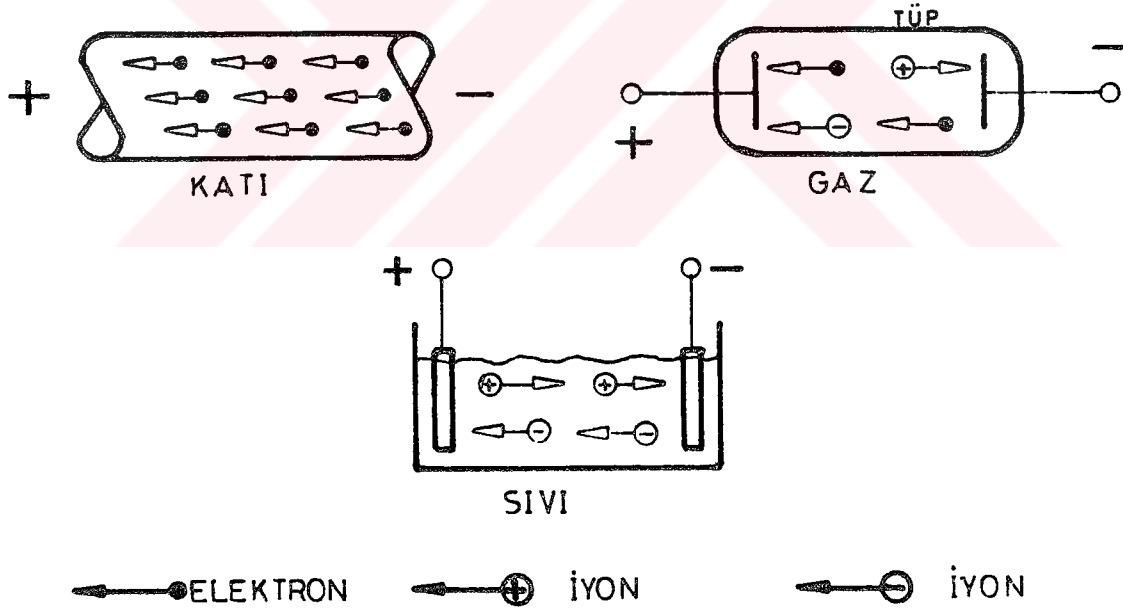
Dinamik elektrik, bir iletkende elektron ve iyon akımının yol açtığı fiziksel olgudur. Serbest kalan elektron ve iyonlar statik elektrik gibi bir yerde birikmeyip hareket etmeye zorlanırlar. Dinamik elektrikte her zaman iki kutup vardır. Bunlar elektron fazlası olan negatif kutup ve elektron kıtlığı olan pozitif kutuptur. Elektronlar, yükler dengelenene kadar negatif kutuptan pozitif kutuba doğru olan hareketlerini sürdürürler. Buna elektrik akımı denir.

* Kolofan: Çam reçinesinden elde edilen terpentenden üretilen bir tür vernik.

Kararlı atomlardan oluşan bir iletkene bir elektron ilava edilirse aynı anda başka bir elektron alınabilir. Böylece ışık hızıyla ilerleyen elektrik akımı oluşur. Elektrik akımının işareti "I", birimi amper "A" dır. Bir amperlik akım şiddetinin oluşması için iletkenin saniyede yaklaşık $6,24 \times 10^{18}$ adet elektronun geçmesi gerekmektedir. Elektrik akımının yönünün, uluslararası bir anlaşma ile elektron akımının ters yönünde olmasına karar verilmiştir.

Elektrik akımı, katı iletkenlerde elektronlar, sıvı iletkenlerde iyonlar, gaz şeklindeki iletkenlerde ise iyonlar ve elektronlar ile olur (Şekil 2.6.).

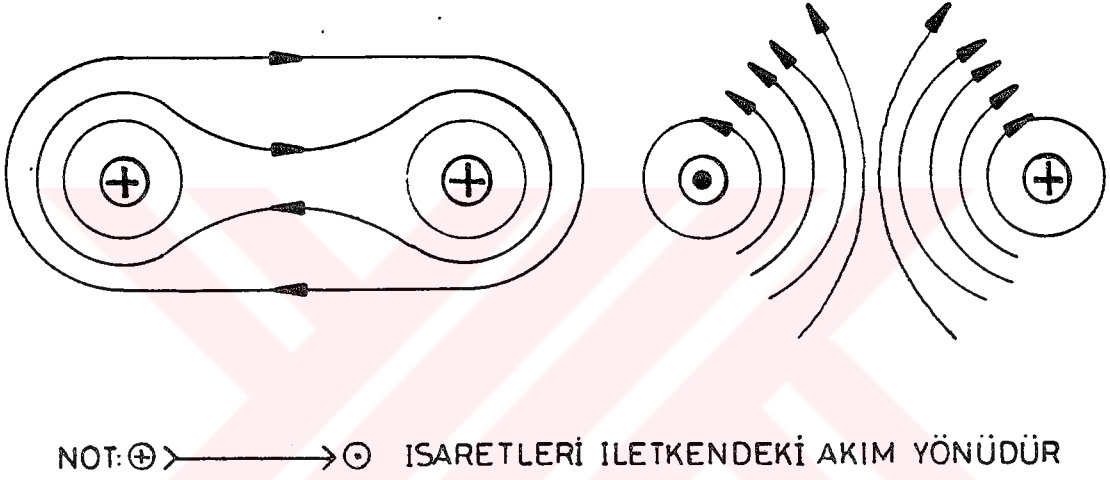
İletkenden geçen toplam elektrik akım miktarı "akım şiddeti"; iletkenin belirli bir kesiminden geçen akım miktarı ise "akım yoğunluğu" (A/m^2) olarak tanımlanır. Elektronların serbest ilerleme hızı, iletkenin malzemesine, kesitine, akım şiddetine ve ortam sıcaklığına bağlıdır. Genelde hızları 0,001 mm/sn ile 10 mm / sn'dir. Ancak elektronlar birbirine çarparak itme hareketi ile ilerledikleri için ışık hızına (300000 km/sn) sahiptir (Betz,1984).



Gerilimin elektrik alanını oluşturduğu gibi elektrik akımı da fiziksel bir kuvvet etkisi oluşturur. Bu kuvvet etkisinin bulunduğu alana "Manyetik Alan" denir. Manyetizma, doğal mıknatısların veya hareketli elektrik yüklerinin oluşturduğu itme veya çekme kuvvetinin fiziksel

görünümüdür. Bir iletkenen geç en elektrik akımı, her zaman bu iletkenin etrafında bir manyetik alan oluşturur. Akım şiddeti artarsa manyetik alan şiddeti de artar. Manyetik alan, elektrik alanında olduğu gibi soyut bir biçimde ifade edilir. Ancak manyetik alan çizgilerinin başlangıç ve bitiş noktası yoktur; her zaman kapalı bir halka (devre) şeklindedir.

İçinden aynı yönde elektrik akımı geçen iletkenlerin oluşturduğu manyetik alanlar birbirini tamamlar. Elektrik akımı farklı yönde olan iletkenlerin etrafında oluşan manyetik alan kuvveti birbirini iter. Manyetik alan çizgileri Şekil 2.7'de olduğu gibi biçimlenir.

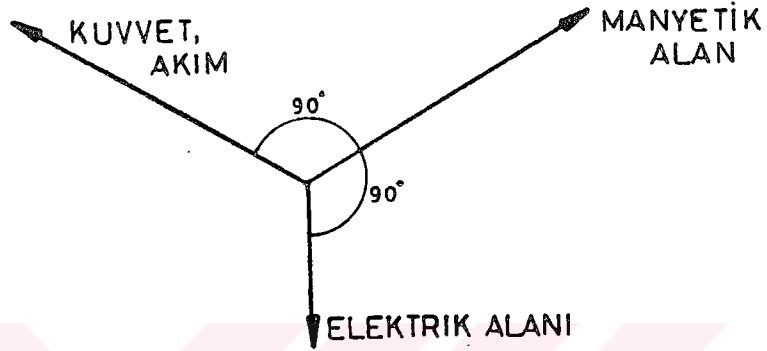


Şekil 2.7. İletkenlerin Oluşturduğu Manyetik Alan Çizgileri

Farklı yönde elektrik akımı ileten iletkenlerin oluşturduğu manyetik alan, çubuk mıknatısın oluşturduğu manyetik alan çizgilerine benzemektedir. Mıknatısların bir ucu kuzey (N, North), diğer ucu güney (S, South) olarak adlandırılmıştır. Bu mıknatısların kutupları arasında oluşan manyetik alan çizgilerinin toplamına "Manyetik Akı" denir. İşareti " Φ " (fi), birimi "weber", "Wb" dir. Manyetik akı yoğunluğu, birim yüzeye düşen manyetik akı miktarıdır ve işareti "B", birimi ise tesla "T" dir. Tesla çok büyük bir birim olduğundan bazen "Gauss" da kullanılır. (1 T = 10000 G). Manyetik alan şiddeti, bir mıknatısın veya elektrik akımının oluşturduğu yeğinliktir. İşareti "H", birimi ise amper/metre "A/m" dir. Bir nesnede veya canlı dokuda endüklenen manyetik alan şiddeti için manyetik akı yoğunluğu birimi de kullanılır (T, Tesla).

Manyetik endüksiyon, manyetik alan çizgilerini dik keserek hareket ettirilen bir iletkende elektron akımına neden olan fiziksel olguya denir. Endüklenen akım şiddeti, iletkenin alanı ve elektrik akımı vektörel büyüklükler olup birbirine dik açıdadır (Şekil 2.8), (Betz, 1984).

Manyetik alana karşı koyma veya iletme durumuna "Manyetik Alınganlık" denir. Manyetik akıyı havadan daha az ileten veya engelleyen maddeler diamanyetik, havadan daha iyi ileten ve yönlendiren maddeler paramanyetik, çok iyi ileten ve çok iyi yönlendiren maddeler ferromanyetik olarak tanımlanır.



Şekil 2.8. Manyetik Alan, Elektrik Alan ve Elektrik Akımının (Kuvvet Etkisinin) Açısal İlişkisi

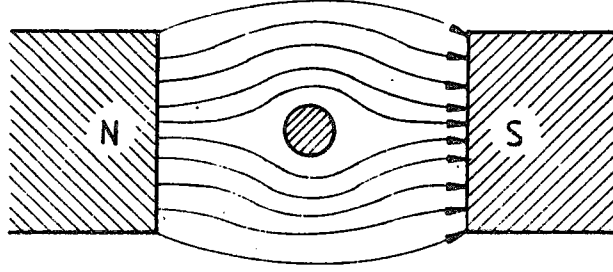
Diamanyetik maddeler manyetik alan çizgilerini dışa iterek manyetik yalıtkanlık oluşturur. Bu tür maddelere örnek bakır, gümüş, kuru ahşap, su, mineral ve hava boşluğu az olan, gözenekleri küçük maddelerdir (Şekil 2.9).

Paramanyetik cisimler manyetik alan çizgilerini engellemeyen maddelerdir. Manyetik direnç göstermezler; mıknatıslanma etkisini elektrik alanı dışında sürdürmezler (Şekil 2.10). Paramanyetik maddeler alüminyum, kalay, platin ve silisyumdur.

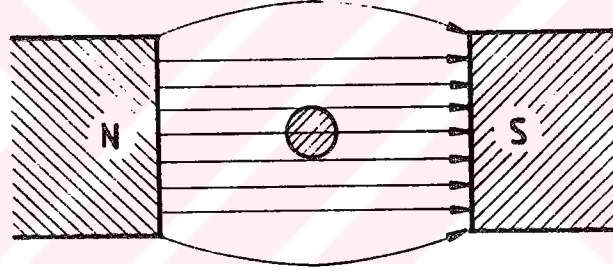
Manyetik iletkenliğe sahip ferromanyetik cisimler, manyetik akıyı yönlendirerek yutan maddelerdir. Manyetik alan dışında mıknatıslanma özelliklerini sürdürürler (Şekil 2.11). Ferromanyetik maddeler demir, nikel, kobalt ve alaşımlarıdır (Akhunlar, 1969).

Manyetik alan etkisi altında kalan iletkenler içerisinde girdap akımları oluşur (Eddy Current). Girdap akımlarının oluşması manyetik alanın zayıflamasına neden olur. Radyo ve anten teknolojisinde kayıpları azaltmak için çok düşük girdap akımı oluşturan malzemeler kullanılır. Girdap akımları cisimde ısı üretir. Oluşan ısı miktarı manyetik alanın şiddetine ve frekansına bağlıdır (Betz, 1984).

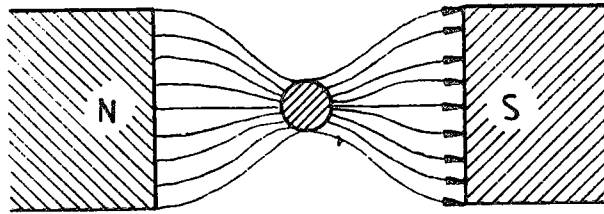
Manyetik alan içine halka, kafes veya kutu şeklinde çok yüksek manyetik iletkenliğe sahip bir cisim konursa, bu cismin orta boşluğunda manyetik alan şiddeti sıfır olur(Şekil 2.12), Akhunlar, 1969).



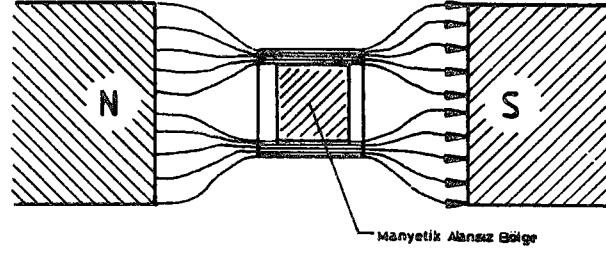
Şekil 2.9. Manyetik Alandaki Diamanyetik Maddeler



Şekil 2.10. Manyetik alandaki Paramanyetik Maddeler

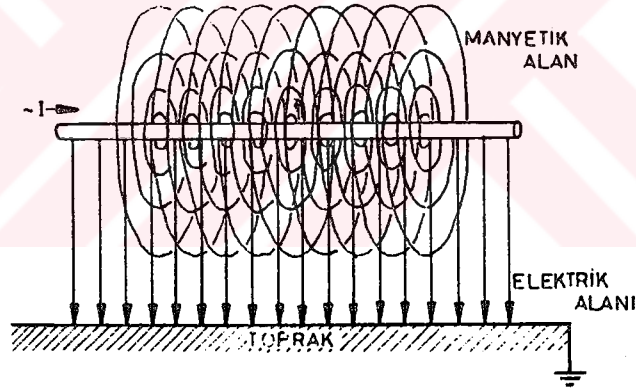


Şekil 2.11. Manyetik Alandaki Ferromanyetik Maddeler.



Şekil 2.12. Manyetik Alan İçindeki Korunaklı Alan

Eğer bir iletkende akım geçiyorsa, bu iletken çevresinde hem manyetik alan hem de elektrik alan oluşur, Şekil 2.13'de bir iletkende oluşan etki alanları gösterilmektedir.



Şekil 2.13 Bir iletkende Oluşan Elektrik ve Manyetik Alanlar

Elektriksel güç, birim zamanda yapılan iş, elektriksel gerilim ile elektrik akımının çarpımıyla bulunur; işareti "P" birimi "W" dir. Elektroteknikte elektrik enerjisi, birim zaman içinde harcanan güçtür. İşareti "W", birimi kilovatsaat "KWh" dir. Elektromanyetik dalganın veya alanın belirli bir yüzeye etkisine "Güç Yoğunluğu" denir, birimi vat/metrekare " mW/cm^2 , W/m^2 " dir.

Dinamik elektrik iki türdedir. Biri doğru, diğeri alternatif akımdır. Aralarındaki fark birim zamanda değişen akım yönü ve şiddetidir. Her iki akım türü üretim açısından farklılık gösterir. Ayrıca değişen akım türü gerilimin niteliğini de farklılaştırmaktadır.

2.1.2.1. Doğru Akım

Doğru akım, zaman içerisinde şiddeti ve yönü değişmeyen elektron akımına denir. Elektronlar sadece negatif kutuptan pozitif kutuba doğru hareket eder.

Doğru akım genelde elektrolitik ortamda galvanik piller tarafından üretilir. İleri teknoloji ürünleri olan ısı reaktörleri veya fotoelektrik hücreler ile özel durumlarda doğru akım üretilir. Alternatif akımdan redresör (doğrultmaç) aracılığıyla galvanik elemandakine göre daha düzensiz doğru akım üretilebilir (Betz, 1984).

Doğru gerilimin en önemli özelliği, oluşturduğu elektrik alanının, elektrostatik alana benzemesi ve doğru akımının meydana getirdiği manyetik alanın, mıknatısın oluşturduğu manyetik alana benzemesidir.

Doğru elektrik akımı pek çok taşınabilir cihazda, örneğin taşınabilir radyolarda, uzaktan kumanda aletinde, otolarda ve ayrıca alternatif elektrik enerjisi üretilmeyen bütün yerlerde kullanılır.

Endüstride doğru akımdan, kimyasal ayrıştırma işlemlerinde, elektrik kaynağı ve birtakım raylı ulaşım araçlarında yararlanılmaktadır.

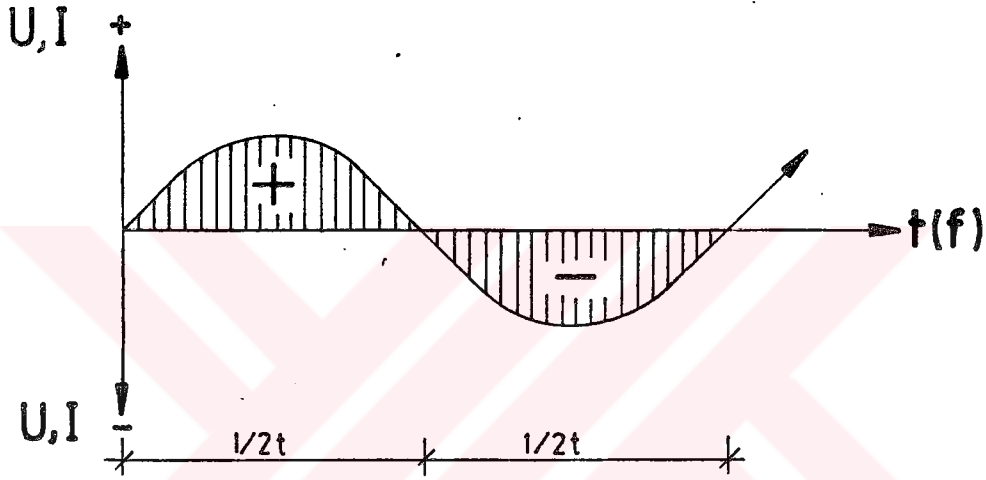
Doğru akım sistemlerinde, akım ve gerilim şiddetini artırmak için enerji hücrelerini seri (dizi) ve paralel (yanyana) bağlamak gerekir. Dolayısıyla bu sistemlerde üretim, iletim ve kullanımda zorluklarla karşılaşmaktadır. Oysa alternatif elektrik, doğru elektriğe her üç süreçte de üstünlük sağlamaktadır.

2.1.2.2. Alternatif Akım

Alternatif akım, zamanla şiddeti ve yönü (polaritesi) değişen elektron akımıdır. Alternatif akımda elektronlar frekansa bağlı olarak şiddeti ve yönü değişen bir hareket izlerler. Frekans, "sabit bir noktadan birim zamanda aynı noktaya gelerek yapılan hareket" veya periyodik hareketin birim zamanda geçen dalga sayısı" olarak tanımlanabilir.

Alternatif akım, manyetik alan çizgilerini kesecek şekilde hareket ettirilen bir iletkende endüklenen elektron akımından meydana gelir. Yanyana dizilmiş çok sayıda iletken şiddetli bir manyetik alandan geçirilir ve bu hareket düzenli olarak devam ettirilir ise sürekli alternatif akım meydana gelir, buna elektromotor kuvvet (e.m.k.) teorisi denir.

Alternatif akımda iyonlar da elektronlar gibi, frekansa bağlı olarak hareket ederler.



Şekil 2.14. Sinüsoidal Alternatif Akım (Gerilim) Eğrisi

Alternatif elektrikte gerilimin oluşturduğu elektrik alanına "Alternatif Elektrik Alanı", akımın meydana getirdiği manyetik alana "Alternatif Manyetik Alan" denir. Manyetik alan ile elektrik alanın yayılabilen bileşeni "Elektromanyetik Dalga", sınırlı bir bölgeyi etkileyen bileşen "Elektromanyetik Alan" olarak tanımlanır.

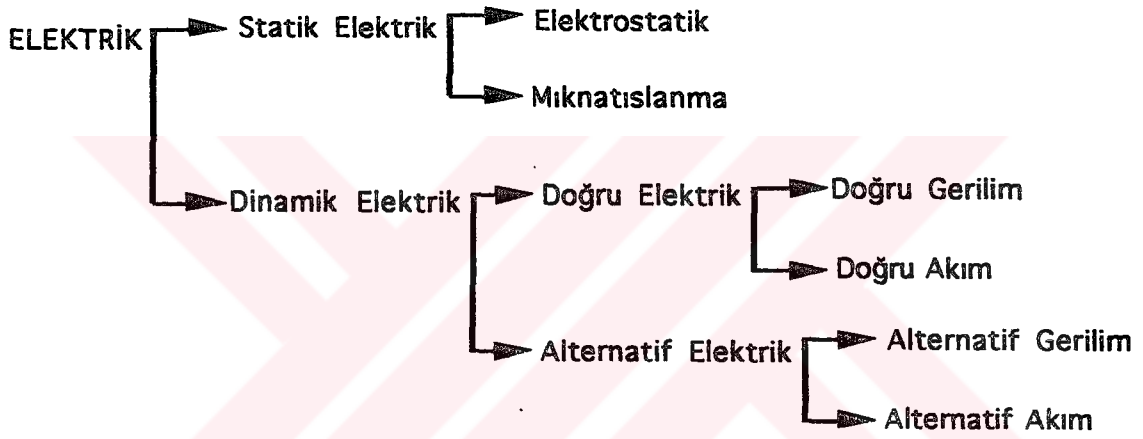
Alternatif elektrik ve manyetik alanların frekansı, elektroiklimsel oluşumların kaynakları olan gerilimin ve akımının frekansı ile aynıdır.

Endüstride alternatif elektrik enerji üretiminde e.m.k. teorisi temel alınır. Büyük ve karmaşık üreteçlere "Jeneratör" denir. Daha küçük ölçekte akaryakıtlı motorlarla çalışan jeneratör sistemlerine "Elektrojen Grubu" adı verilir. Üretilen alternatif elektrik, iletim ve kullanımda gerilim ve akım transformasyonu (yükseltme veya alçaltma) yapılarak gereksinim duyulan düzeylere getirilir.

Alternatif akım doğru akımla karşılaştırıldığında, alternatif akımın üretim, iletim ve kullanım süreçlerinde çok daha kullanışlı nitelikte olduğu daha iyi anlaşılacaktır.

İhtiyaç duyulan her yere elektrik enerjisi yeraltı veya direkler üzerinden iletim hatlarıyla ulaştırılabilir. Dünyada 1200 KV'a ülkemizde 380 KV'a kadar yerüstü iletim hatları mevcuttur. Ev içi kullanım için tek fazlı 220 V veya üç fazlı 380 V gerilim düzeyinde elektrik enerjisi üretilir.

Elektrik türleri ile ilgili ilişkiler ayrıntılı olarak şekil 2.15'de görülmektedir.



Şekil 2.15. Elektrik Türleri

2.1.3. Elektriksel Olguların Ölçme Yöntemleri

Elektroteknikte, elektriğin temel öğeleri gerilim ile akımdır. Alternatif akımda frekans önemli bir öğedir. Doğru akımda ise frekans ölçülemez. Doğru ve alternatif elektrikte farklı ölçü aletleri kullanılır, ancak gerilim ve akım ölçme yöntemi değişmez.

Elektriksel gerilim "Voltmetre" ile ölçülür. Doğru akımda ölçü aleti, gerilimin yük durumu gösterebilecek özellikte olmalıdır. Alternatif akımda ise voltmetrenin duyarlılığı ölçülecek gerilimin frekansına denk seçilmeli, aksi durumda voltmetre duyarlılığını kaybeder ve doğru ölçüm yapılamaz. Çok düşük frekanslarda doğru akım ölçü aletleriyle iyi sonuç alınmaz.

Elektriksel akım ampermetre ile ölçülür. Doğru akımda ampermetre akımın yönünü belirler ve şiddetini ölçer. Alternatif akımda ise ampermetre duyarlı olduğu frekans aralığındaki akım

şiddetini ölçer. Voltmetrede olduğu gibi ölçülecek alternatif akımın frekansına uygun ölçü aleti kullanılmalı, tersi durumunda statik görünümü olan akım şiddeti ölçülür.

Alternatif elektrikte frekans belirli bir aralıkta ise, titreşimle ölçüm yapabilen mekanik bir alet, eğer geniş bir aralıkta ise elektronik ölçü aleti kullanılır. Tüm frekans ölçümleri, voltmetre ile yapılan ölçüm yöntemi gibidir.

Elektrikte güç ölçümü yapılırken ya gerilim ve akım ayrı ayrı ölçülüp hesaplanır veya her iki fonksiyonu içeren bir ölçü aleti kullanılır. Elektrik enerjisi ölçümünde ise, birim zamanda akımı ve gerilimi birlikte ölçebilen ölçü aletinden yararlanır (örneğin, evde kullanılan elektrik sayacı gibi).

2.2. Elektroiklim

Elektroiklim havanın elektriksel niteliğini belirtir. Havada meydana gelen doğal ve yapay elektriksel oluşumlara "Elektroiklimsel Oluşumlar" denir. Elektroiklimsel oluşumlar doğal elektrik ve manyetik alanlar ile yapay elektrik ve manyetik alanları (birleşik anlamda elektromanyetik alanlar da denir) kapsamaktadır. Doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlardan havadaki iyon yoğunluğu etkilenir.

Yapının dışında doğal ve yapay, yapının içinde ise ağırlıklı olarak yapay elektroiklimsel oluşumlar mevcuttur. Doğal elektrik ve manyetik alanlar yapıyı ve yapı içini etkilemektedir.

Yapı içi atmosferik özellikler elektroiklimsel dengeleri etkileyen, elektroiklimsel oluşumların düzeylerinin artmasına veya azalmasına neden olabilecek etkenlerdir. Havanın iletkenliği, nem oranı ile doğrudan ilgilidir. Nem oranı yüksek mekanlar elektrik alan şiddetinin artmasına sebep olur. Sıcaklık ise elektroiklimsel oluşumlar ile dolaylı ilişkidir. Sıcaklığın artması ile bağıl nem oranının artışı elektrik alan şiddetini de artırır. Düşük bir nem oranı elektriksel oluşumlardan kaynaklanabilecek olumsuzlukları engeller. Yapı içindeki doğal ve yapay hava hareketleri elektroiklimsel açıdan yerine göre olumlu veya olumsuz etki oluşturur. Havalandırma sistemlerinden kaynaklanan, havadaki çok yüksek iyon yoğunluğu, statik elektrik alanlarının oluşmasına neden olabilir.

2.2.1. Elektroiklimsel Oluşumlar

Elektroiklimsel oluşumlar doğal ve yapay kökenlidir. Doğal elektroiklimsel oluşumlar elektrik ve manyetik alanlar, yapay elektroiklimsel oluşumlar ise statik, alternatif elektrik ve manyetik alanlardır.

2.2.1.1. Doğal Elektroiklimsel Oluşumlar

Doğal elektroiklimsel oluşumlar insanın hiçbir katkısı olmadan, kendiliğinden meydana gelir. Bazı oluşumlar kökeni ve oluşum süreci bilinmeyen doğal elektriksel olayların sonucudur. Doğal elektroiklimsel oluşumlar iki grupta incelenmektedir. Bunlar elektrik ve manyetik alanlardır.

Doğal elektrik alanlarının iki bileşeni vardır. Bunlar doğal statik bileşen ve statik bileşenden daha küçük alan şiddeti olan, zamanla frekansı değişen bileşendir (Dedeoğlu, 1989). Yeryüzünün statik elektrik alan şiddeti yaklaşık 130 V/m'dir (Dedeoğlu, 1989; Ata,1993). Elektrostatik alanlar değerlendirilirken sanal sıfır noktası olarak kabul edilebilir.

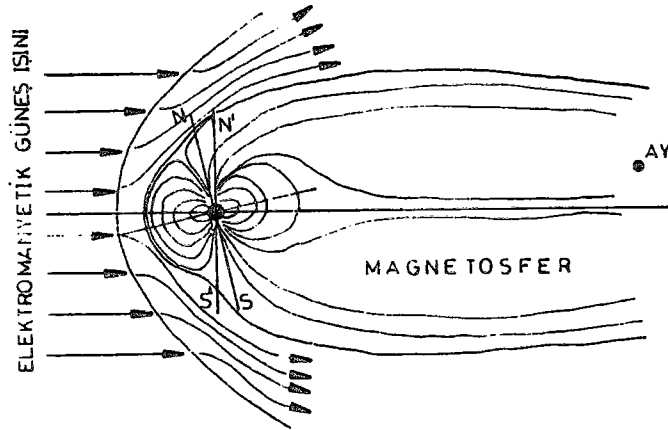
Yeryüzündeki diğer doğal elektrik alan bileşeninin bölgesel olarak frekansı ve şiddeti değişkendir. Çünkü fırtına ve elektron deşarjı demek olan yıldırımlardan dolayı yeryüzü ile bulut kütlesi arasında 3-20 KV/m'ye varan elektrik alan şiddetleri oluşabilir (Ata, 1993). Bir günde dünyada ortalama 2000 fırtınanın gözleendiği ve saniyede ortalama 160 yıldırımın yeryüzüne düştüğü gözönüne alınırsa bölgesel olaylarda değişken doğal elektrik alanının frekansı 0,001-5 Hz arasında olmalıdır (Dedeoğlu, 1989). Güneşli açık bir havada ölçülen bölgesel elektrik alan şiddeti 10 Hz'lik bir frekansta yaklaşık 100 V/m'dir (Kur,1993). Doğal elektrik alanlarının frekansı arttıkça alan şiddeti azalmaktadır. Yapay elektroiklimsel oluşumların etkisi altında kalmadan yapılan 50 Hz'lik ölçümde, 0,001 V/m gibi çok düşük bir elektrik alan şiddeti tespit edilmiştir (Dedeoğlu,1989). Yeryüzünde doğal elektrik alanı etkileyen başka bir olgu ise tellürik akımlardır (bkz.Ek Tanımlar tablosu). Genelde yeryüzüne paralel hatlar şeklinde hareket eden elektron yükleri bölgesel elektrik alan şiddeti farklılıklarını dengeler (Ata, 1993).

Yeryüzündeki doğal elektrik alan şiddetini etkileyen bir başka etken ise uzaydan gelen kozmik radyasyon ve güneş rüzgarlarıdır. Kozmik radyasyonun kökeni bilinmiyor. Bilinen, çok geniş bir frekans aralığında ışımaya yaparak iyonosferin yüklenmesine neden olduğudur. Aynı biçimde güneşte

oluşan periyodik nükleer patlamalar da iyonosferdeki dengeleri bozmaktadır (Canbay, 1995). Her ay yaklaşık üç kez, kasırgadan bir tanesi dünyanın iyonosferini etkilemektedir (CBT, 1995).

Doğal elektroiklimsel oluşumlardan bir diğeri manyetik alanlardır. Doğal manyetik alanın da iki bileşeni vardır. Biri yeryüzünün sürekli mıknatıs görevi gören statik iç manyetik alanı, diğeri atmosferik olaylardan ve uzaydan gelen, elektromanyetik ışınlardan etkilenen, şiddeti ve frekansı değişken manyetik alandır (Dedeoğlu, 1989).

Yerkürenin iç manyetik alanı dinamo ilkesi ile benzerlik göstermektedir. Buna göre yerkütlesine dik, merkeze doğru 2890. kilometreden başlayan ve 5150. kilometrede biten "Dış Kabuk" bölgesinde bulunan demir akışkanların hareketi ve sürtünmesinden doğan elektrik akımının yeryüzüne sızmasından kaynaklanan bir kuvvet alanının oluştuğu tahmin ediliyor. Dış kabuk diye adlandırılan bölgede (yapılan jeomanyetik araştırmalara göre) % 90 demir, % 10 kükürt ve oksijen olduğu varsayılmaktadır. Manyetik alanın varlığı sadece kendi eksenini etrafında dönen gezegenlerde tespit edilmiştir. Manyetik alana sahip gezegenlerin iyonosfer ile diğer gezegenler arasındaki kuvvet bölgesine "Magnetosfer" denir (Şekil 2.16). Yeryüzünün statik manyetik alanı yaklaşık 50 mikrotlesladır. Bu doğal manyetik alanın şiddetini daha iyi anlayabilmek için orta boy atnalı şekilde bir sabit mıknatısın kutupları arasındaki manyetik alan şiddetinin 0,1 tesla olduğunu hatırlatmak uygundur (Kur, 1993). Dünyanın üzerindeki manyetik alan şiddeti bölgesel değişiklikler gösterebilir. Ekvatora yakın bölgelerde alan şiddeti 23 A/m iken kutuplarda bu değer 50 A/m'ye kadar ulaşabilmektedir (Dedeoğlu, 1989). Yeryüzündeki bölgesel manyetik alan şiddeti değişiklikleri tellürik akımlardan, iyon ve mineral içeren yeraltı suları ve yeraltı demir madenlerinden de kaynaklanabilir.



Şekil 2.16. Dünyanın Magnetosferi (Betz, 1984)

Doğal manyetik alan şiddetini etkileyen atmosferik etkenlerden biri de yıldırımdır. Saniyede yeryüzüne düşen ortalama 160 adet yıldırımın her birinin akım şiddeti 200000 ampere ulaşabilir. Bu kadar şiddetli bir elektrik akımının doğal manyetik alanı etkilemesi kaçınılmazdır (Dedeoğlu, 1989)

Dış etkenlerden diğerleri güneş rüzgarı ve kozmik ışınlarıdır. Güneş rüzgarı o kadar şiddetlidir ki dünyanın magnetosferini şekillendirmektedir. Uzaydan yeryüzüne ulaşan manyetik alan şiddeti 30 nanoteslaya ulaşmaktadır (Şeker, 1991).

Elektriksel boşalmalar sonucu iyonosfer ile yeryüzü arasında rezonans oluşur. Buna bağlı olarak doğal ortam frekansı (en düşük 5 rezonans) 40 Hz'in altındadır (Şeker, 1991). Doğal elektrik alanında olduğu gibi frekans arttıkça manyetik alan şiddeti azalmaktadır. Doğal manyetik alan şiddeti;

0,002-0,1 Hz arasında 0,04-0,08 A/m

5-7 Hz arasında 8×10^{-6} A/m,

3000 Hz'de 8×10^{-9} A/m ve

50 Hz'de endüklenen manyetik alan şiddeti 1×10^{-9} mT'dır (Dedeoğlu,1989).

Geniş bir frekans bandında gürültüye yol açan yıldırım ve güneş rüzgarları haberleşme sistemlerini olumsuz etkilemektedir (Canbay, 1995).

Doğal elektroiklimsel oluşumlardan dolayı olarak etkilenen iyon oluşumları, şekil ve yük durumu açısından ikiye ayrılır. Havada itme hareketi sonucu elektron yitiren veya kazanan nitrojen (N_2) ve oksijen (O_2) atomları pozitif veya negatif yüklü iyonlara dönüşür. Sadece elektriksel yüklü iyonlar "küçük iyon" olarak adlandırılır. İyonlar havadaki su damlacıkları veya toz parçacıklarını çektiği zaman (elektrostatik kuvvet) "büyük iyon" olarak adlandırılır (Kur,1993).

2.2.1.2. Yapay Elektroiklimsel Oluşumlar

Yapay elektroiklimsel oluşumlar, dinamik elektrik enerjisini ileten veya harcayan sistemlerin çevresinde, havada oluşan elektriksel olaylardır. Elektrik enerjisinin niteliğine bağlı olarak yapay elektroiklimsel oluşumlar statik ve alternatif elektromanyetik alanlar şeklinde meydana gelir. Bu elektriksel olguların tümü insanın kontrolü altında azaltılabilir veya artırılabilir.

Elektriksel doğru akımın geçtiği iletkenlerin yakın çevresinde, havada statik elektrik ve manyetik alanlar oluşur. Doğru gerilimin meydana getirdiği statik elektrik alan fiziksel olarak

elektrostatik alana benzer, ancak sadece iletkende gerilim olduğu süre boyunca oluşur. Gerilim kesildikten sonra statik alan etkisi kaybolur. Statik elektrik alan şiddeti, gerilimin şiddeti ve ölçüm yapılan noktanın iletkene olan mesafesi ile ilişkilidir. Statik elektrik alanı daima kaynağın pozitif ucundan çıkan iletken ile kaynağın negatif ucuna bağlı iletken arasında oluşur. Doğru akımının oluşturduğu statik manyetik alan bir sabit mıknatısın manyetik alanına benzer. Elektrik akımının geçtiği iletkende mıknatıslanma etkisi görülmez, ancak ferromanyetik bir cisim alanın etkisi altında kaldıysa mıknatıslanma, akım kesildikten sonra devam da edebilir. Statik manyetik alan şiddeti iletkenin geçen akım şiddetine bağlıdır. Statik manyetik alanın şekli iletkenin geçen akımın yönüne göre biçimlenir (Betz, 1984).

Alternatif akımın geçtiği iletkenin çevresinde alternatif elektrik ve manyetik alan oluşur. Alternatif gerilimin oluşturduğu alternatif elektrik alanın şiddeti gerilimin şiddetine, ölçülen noktanın iletkene, iletken ile ölçülen nokta arasındaki ortamın niteliğine ve havanın özelliğine bağlıdır. İletken ile yer arasındaki mesafe de elektrik alanın şeklini ve şiddetini etkilemektedir. Alternatif elektrik alanın soyut alan çizgileri daima elektriksel iletkenliği yüksek veya iletkene en yakın noktaya doğru yönelir. Elektriksel alternatif akımın geçtiği iletkenin çevresinde alternatif manyetik alan oluşmaktadır. Manyetik alan şiddeti iletkenin geçen akım şiddeti ile ilişkilidir. Düzensiz ve sürekli değişken alternatif akım, ölçülen noktadaki manyetik alan şiddetini etkiler (yüksek gerilim hatlarında olduğu gibi). İletkenin yakın çevresinde ölçülen manyetik alan şiddeti, ölçüm noktasının iletkene mesafesi ve iletkenin çevresinde manyetik geçirgenliği yüksek cisimlerin varlığından etkilenir. İletkenin etrafında meydana gelen manyetik alan dairesel olarak etki alanı içerisinde, boşluğun her noktasında oluşur (Hauf, 1982).

Alternatif elektromanyetik alanların frekansı, kaynağı olan elektrik enerjisinin frekansı ile aynıdır. Şebeke geriliminin frekansı Avrupada 50 Hz, Kuzey Amerikada ise 60 Hz'dir. Yüksek frekanslarda elektromanyetik alanın frekansı, ışınımın dalga boyuyla da ifade edilebilir (kısa dalga, mikrodalga,...). Ancak şebeke geriliminin frekansı çok düşük olduğundan dalga boyu çok uzundur ve dalga boyu ile ifade edilmez.

Yapay elektroiklimsel oluşumları etkileyen, frekansı ve şiddeti değişken olan elektromanyetik alanlar da vardır. Bunlar bazı ateşleme sistemlerinden, elektrikli makinelerin kolektör fırçalarında oluşan arklardan, güç iletim hatları üzerinde oluşan elektrik yükü boşalmalarından, elektriksel güç sistemlerinin (şalter, anahtar, kontaktör,...) sigortaların bağlantılarından ve gaz ışınlı, tüplü aydınlatma ürünlerinden kaynaklanabilir (Rose, 1994).

Bunların frekansları ve alan şiddetleri birbirinden farklı olabilir. Ayrıca elektriksel alanlarda rezonans oluşabilir. Tüm bu kaynakların ortak özelliği, oluşumların havada meydana gelmesi ve diğer yapay (ve hatta doğal) elektroiklimsel oluşumlarla karıştırılmasıdır (Şeker, 1991).

Yapay elektroiklimsel oluşumlar havadaki iyon yoğunluğunu etkiler. Hava akımı olmayan kapalı bir mekanda yapılan bir deneyde yüksek alternatif elektrik alan şiddeti olan bir iletkenin etrafında doğal pozitif ve negatif iyon yoğunlukları azalmıştır. Açık havadaki yüksek gerilim hatları çevresinde aynı olaya rastlanabilir, ancak rüzgar etkisi nedeniyle kolay tespit edilemez. Yüksek gerilim hatları çevresinde düşük rüzgar hızında yapılan iyon yoğunluğu ölçümlerinde, iletkenin uzak noktadaki iyon yoğunluğunun daha yüksek olduğu görülmüştür(Hauf, 1982).

Bu bölümde anlatılan tüm doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar ve bu oluşumların ilişkileri şekil 2.17'de toplu olarak verilmiştir.

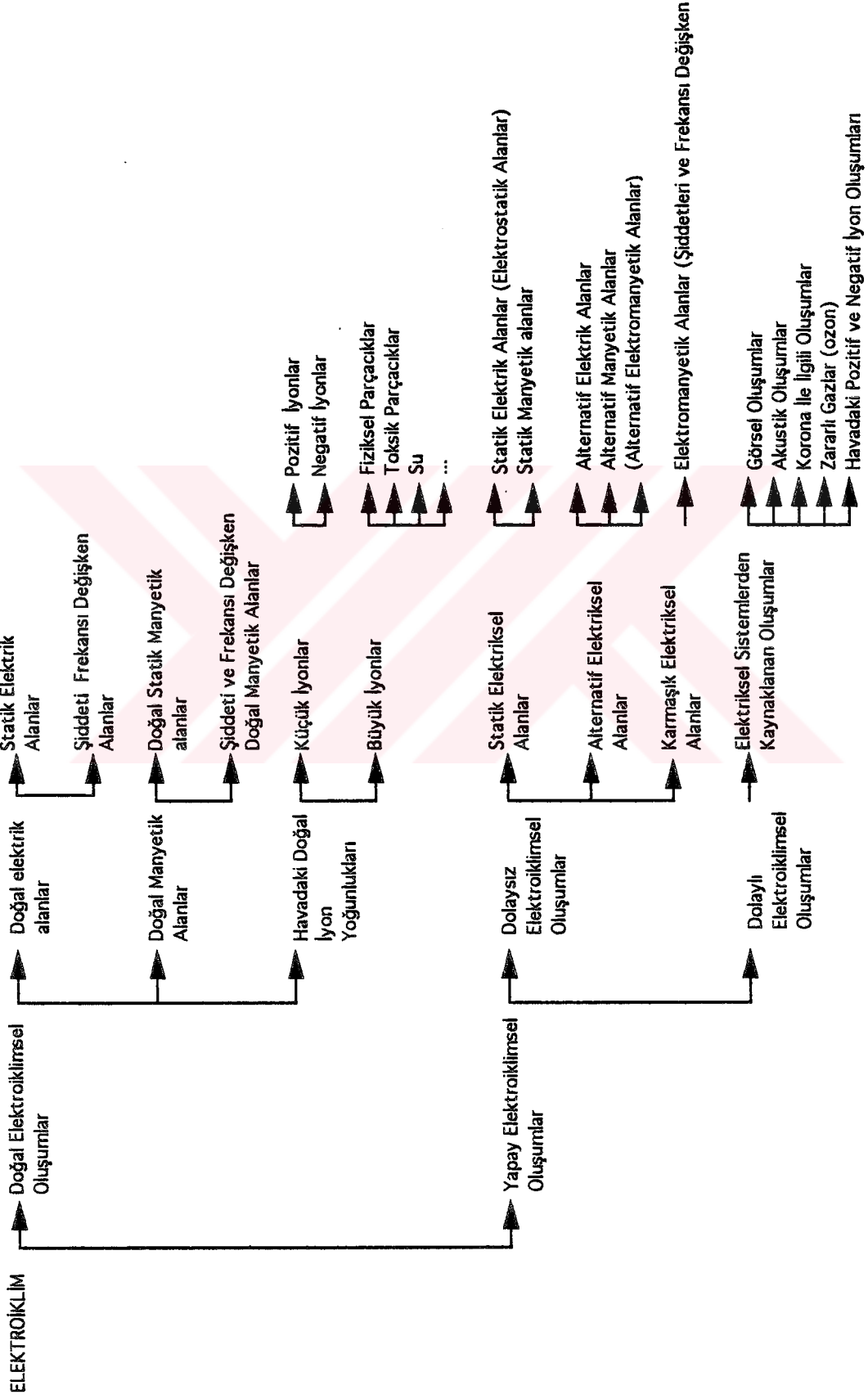
2.2.2. Elektroiklimsel Oluşumların Ölçme Yöntemleri

Doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar ölçülebilir niteliktedir. Genel olarak özelliği ne olursa olsun elektrik veya manyetik alanların (aynı yöntemlerle) varlığı tespit edilebilir ve şiddetleri bulunabilir.

Doğal elektroiklimsel oluşumlarda elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve manyetik akı yoğunluğu yapay elektroiklimsel oluşumlarda ise alternatif elektrik alanı ve endüklenen manyetik alan şiddeti ölçülebilir.

2.2.2.1. Statik ve Alternatif Elektrik Alanların Ölçme Yöntemleri

Elektrostatik alanların varlığı ve yük miktarı basit bir elektroskop ile belirlenebilir ve ölçülebilir. Alternatif elektrik alanların ölçme yöntemleri daha karmaşıktır. Kapasitif ölçüm yapabilen elektronik bir ölçüm aleti özel bir hesap yönetimi doğrultusunda, içinde bulunan bir mikroişlemci aracılığıyla elektrik alan şiddetinin değerini ölçebilmektedir. Elektromanyetik alanlarda, manyetik alan şiddeti belli olan bir ortamda ise Maxwell denklemiyle elektrik alan şiddeti hesaplanabilir (Williamson,1983).



Şekil 2.17. Doğal ve Yapay Elektroiklimsel Oluşumların Açılımı

2.2.2.2. Statik ve Alternatif Manyetik Alanların Ölçme Yöntemleri

Statik manyetik alanların varlığı basit bir pusula ile tespit edilebilir. ancak manyetik akı yoğunluğu veya manyetik alan şiddeti ölçülemez. elektronik bir manyetometre ile statik manyetik alanların ölçümü yapılabilir. Alternatif manyetik alanlarda ise "Teslametre" ile manyetik alan şiddetinin büyüklüğü belirlenebilir. Manyetik alan şiddetinin ölçüleceği noktada, 90° açıyla (yatay ve düşey doğrultuda) en düşük ve en yüksek alan şiddeti tespit edilir. Gerekli değerlendirme manyetik alanın yönü ve yük durumu (polarizasyonu) dikkate alınarak yapılır. Teslametrenin ucunda bulunan bir bobinin iletkenlerini kesen manyetik alan çizgileri, elektrik akımının endüklenmesine neden olur. Bobinin özelliğine bağlı olarak, ölçü aletinin içinde bulunan bir mikroişlemci aracılığıyla o noktada endüklenen manyetik alan şiddeti tespit edilir. Değer tesla veya gauss olarak okunur (Williamson, 1983).

Bölüm 3. ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİK VE İNSAN SAĞLIĞI

3.1. Elektroiklimsel Kirlilik

Yapının ve insanın içinde bulunduğu fiziksel çevreyi olumsuz etkileyen olgulardan biri de kirliliktir. Kirlilik, bir veya daha fazla kirleticinin herhangi bir ortamdaki canlı yaşamı olumsuz yönde etkileyecek, doğal denge ve düzeni bozacak oranda birikmesi olarak tanımlanabilir (Öztürk,1988).

Havada meydana gelen doğal ve yapay elektriksel oluşumlardan kaynaklanan kirleticilerin doğal denge ve düzeni bozması durumuna "Elektroiklimsel Kirlilik" denir.

Bir elektroiklimsel oluşumun kirlilik yaratabilmesi için doğadaki normal düzeyi aşması ve canlı sağlığını olumsuz etkilemesi gerekir. İyi bir havada (açık, kuru, serin) insanın kendisini rahat hissettiği ortam, doğal elektroiklimsel denge için temel alınabilir (Kur, 1993). Bu hava şartlarında doğal statik elektrik alan şiddeti yaklaşık 130 V/m'dir. Hava şartlarının değişiminde, örneğin bir fırtınanın oluşumu sırasında bu doğal dengeler bozulur ve doğal elektroiklimsel kirlilik oluşur.

Doğal ve yapay alternatif elektroiklimsel oluşumların ortak özellikleri, belli bir frekansa sahip olmalarıdır. Görünen ve görünmeyen ışık, ısısal ışıma ve elektriksel oluşumların frekansları birbirinden farklıdır. Ancak aynı çizelgede toplanabilirler. Bu çizelgeye "Elektromanyetik Tayf" denir (Şekil 3.1.)

Elektroiklimsel oluşumların canlı dokular ile nesnelere üzerindeki etkilerini ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar ısı ve ısı olmayan etkiler sonucu oluşan olumsuzluklardır. Isı olmayan etkiler 0-30 KHz arasında, ısı olan etkiler ise 300 KHz ve üstündeki frekanslarda görülmektedir. Yapılardaki elektrik sisteminin frekansı 50 Hz olduğundan (Kuzey Amerika'da 60 Hz), ısı olmayan etkiler sonucu meydana gelen olumsuzluklar grubundadır (Rose, 1994).

Pek çok ulusal ve uluslararası kuruluş genel elektroiklimsel kirlilik düzeyleri ile ilgili araştırmalar yapmakta ve standartlar oluşturmaktadır. Bazı kuruluşlar da belirli elektrikli cihazlar için sınırlılıklar önermektedir.

Elektroiklimsel kirlilik ile ilgili çalışmalarını sürdüren bazı kuruluşlar:

- WHO World Health Organisation (UN)
- IRPA International Radiation Protection Association
- NRPB National Radiation Protection Bureau (İngiltere)
- SSK Strahlen Schutz Kommission (Almanya)
- Bfs Bundesamt for strahlenschutz (Almanya)
- NPA Nation Power Association (ABD)

Dünya sağlık örgütünün (WHO) 1984'DE yayınlanan raporuna göre, yerleşim birimleri ve iş yerlerinde sonsuz etkilenme süreli elektrik alan şiddetinin sınırı 10 KV/m olarak belirlenmiştir. Başka bir raporda, yerleşim birimlerinde manyetik alan şiddeti için 0,1 mT üst düzey sınırı olarak önerilmiştir (Tüter, 1995).

Amerikan Ulusal Enerji Kurumu (NPA) yüksek gerilim hatları çevresinde en çok 9 KV/m'lik elektrik alan şiddeti sınırı kabul etmiştir. Bu değer pek çok eyalette insan vücudunun doğrudan etkilenme sınırı olarak kabul edilmektedir. Aynı kurum manyetik alanlar için 0,2-0,3 mT düzeyini insan sağlığını olumsuz etkileyen sınır olarak belirlemiştir. ABD'de bu değer kanser riskinin başladığı sınır olarak kabul edilmektedir (Şeker,1991).

Japonya'da 1971'de oluşturulan standarda göre, yüksek gerilim hatlarının çevresinde yerden bir metre yükseklikte ölçülen elektrik alan şiddeti 3 KV/m'yi geçmemelidir. Bu standart, Taki ve Muto'nun 500 KV'luk yüksek gerilim hattının altında yaptıkları bir deney sonucu oluşturulmuştur. Deneyde, yerden bir metre yükseklikte tutulan metal malzemeden üretilmiş şemsiye sapının yanağa değdirilmesi sonucu elde edilen duylulara göre aşağıdaki değerler saptanmıştır:

- 0,5 - 1 KV/m güçlkle hissedilebilir,
- 1,5 - 2 KV/m hissedilebilir,
- 2,5 - 3 KV/m dokunma anında uyanılma,
- 4 > 4 KV/m oldukça iyi hissedilir.

Ancak belirtilen standartlar orman, tarla veya insanların uzun süre kalmadıkları yerlerde geçerli değildir (Şeker, 1991).

Alman Normları Enstitüsü (DIN) ile Alman Elektrikçiler Birliği (VDE), DIN - VDE 0848 nolu standart ile işyerlerinde 5 mT, evde 0,4 mT'yi maksimum manyetik alan şiddet (50 Hz şebeke frekansı için) düzeyi olarak saptamıştır (Rose, 1994).

İngiltere'de Ulusal Işınlardan Korunma Kurumu (NRPB), alternatif manyetik alanlardan etkilenme üst sınırını 200 nT olarak belirlemiştir (Tüter, 1995).

İsveç Ulusal Enerji Merkezinin okul ve oyun alanları için koyduğu sınır şebeke frekansında 200 nT'lik manyetik alan şiddetidir (Tüter, 1995). Aynı ülkede bazı özel aygıtlar için sınırlılıklar hazırlanmıştır. MRP 2 yönetmeliğine göre, bir bilgisayar ekranının 5 - 2000 Hz aralığındaki manyetik alan şiddeti, 50 cm uzaklıkta 250 nT'yi geçmemelidir. Bu değeri bütün dünyadaki üreticiler üst sınır olarak kabul etmektedirler. Yeni MRP 3 yönetmeliğine göre değerler daha aşağı çekilerek aynı frekans aralığı için 30 cm mesafede manyetik alan şiddeti en çok 200 nT olarak düzeltilmiştir. Gerekçe olarak da, eski yönetmeliğin hazırlandığı tarihte insanların bugünkü kadar elektroiklimsel kirliliklere maruz kalmadıkları öne sürülmektedir (Rose, 1994).

Yapının fiziksel iç ve dış çevresindeki elektroiklimsel kirlilik, doğal elektrik ve manyetik alanlar ile yapay statik ve alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlardan kaynaklanmaktadır.

3.1.1. Yapı Dışındaki Elektroiklimsel Kirlilik

Yapı dışındaki elektroiklimsel kirlilikler doğal veya yapay kökenlidir. Doğal ve yapay elektroiklimsel kirlilik düzeyleri yapı dışındaki doğal ve yapma çevrenin etkisi altındadır. Yapı dışındaki doğal ve yapma çevre, kirliliğe neden olan elektroiklimsel oluşumların çoğalmasını, azalmasını veya odaklanmasını sağlayabilir. Örneğin çelikten üretilmiş bir yapı manyetik alanlar için bir anten gibi görev yapabilir veya tamamen yansıtarak yapı içine girmesini engelleyebilir.

3.1.1.1. Yapı Dışında Doğal Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik

Doğal elektroiklimsel kirlilikler yalın oluşumlardır. Bu kirliliğe yeraltında veya yerüstünde (Atmosferde) meydana gelen bazı oluşumlar sebep olmaktadır. Yapı dışındaki doğal elektroiklimsel oluşumlar olarak şiddeti ve frekansı değişken elektrik alanlar, statik elektrik ve manyetik alanlar, havadaki doğal iyonların tür ve yoğunlukları gösterilebilir. Bu oluşumların kirlilik sayılabilmesi için doğal denge düzeyini çok fazla aşması gerekir. Küçük farklılıklar sağlıklı bir insanı olumsuz etkilememektedir. ayrıca bazı doğal elektroiklimsel kirlilik türleri uzun süre etkin olmaz ve çabuk dengelenirler.

Doğal elektrik alanlar bölgesel farklılıklar gösterir. Tellürik akımlar ve hareketli iyon yükleri nedeniyle frekansı ve şiddeti değişken elektrik alanları ile bu alanların rezonans etkileri oluşabilmektedir. Bir fırtınanın oluşumu sırasında ve etkin olduğu evrede elektrik alan şiddeti 20 KV/m'ye kadar ulaşabilmektedir. Bu alan şiddeti genelde sağlıklı insanlarda olumsuz etkilere neden olmaz. Ancak nörolojik rahatsızlığı olan veya hava değişimlerine duyarlı insanlarda etkin sağlık sorunları oluşmaktadır. Beyindeki nöronların aktif çalışma frekansı 10 Hz civarındadır (Rose,1994). Hızlı hava değişimlerinde elektrik alanların rezonans frekansı 10 Hz dolaylarında olduğundan bu tür insanlar daha çok etkilenmektedir (Kur, 1993). Bundan dolayı fırtınalar doğal elektroiklimsel kirlilik kaynağı sayılabılır.

Doğal manyetik alanlardan kaynaklanan elektroiklimsel kirlilikler, yerüstü ve yeraltı kökenlidir. Yerüstündeki manyetik alanın kaynakları yıldırımlar ile tellürik akımların sebep olduğu iyon ve elektrik yüklerinin hareketleridir. Doğal statik manyetik alanların neden olduğu kirlilik genelde yeraltından kaynaklanmaktadır. Yer kabuğuna yakın katmanlardaki mıknatıslanma özelliği olan demir (Fe), nikel (Ni), kobalt (Co) ve özellikle manyetit (Fe_2O_4) madenlerinin bulunduğu bölgelerde statik manyetik alan şiddet düzeyi yüksek olur. Bu tür kirlilikler ile ilgili kesin kararlara varabilmek için, o bölgenin jeolojik haritaları dikkate alınmalıdır (Beisel, 1988). Yeraltındaki hareketli zemin suları elektriksel yüklü iyonları ve manyetik özelliği olan çözeltileri taşıdığından çok zayıf bir manyetik alan oluşturabilir. Sağlıklı bir insan zayıf manyetik alanlardan kolayca etkilenmez, ancak çok duyarlı insanların etkilenebileceğini varsayarak bu tür doğal manyetik alanlar kirlilik kaynağı olarak değerlendirilmelidir.

Havadaki doğal iyon yoğunlukları, genelde rüzgarın etkisiyle nitrojen, oksijen ve hidrojen atomlarının sürtünerek elektriksel olarak yüklenmesiyle oluşur. Havadaki iyon yoğunlukları iki türde incelenir. Bunlar sadece elektriksel yüklü olan "küçük iyonlar" ve fiziksel çekme kuvveti nedeniyle su buharı, toksik madde veya kirletici niteliğindeki parçacıkları taşıyan "büyük iyonlar"dır. Pozitif yüklü iyonların çokluğu insanları psikolojik olarak rahatsız edebilir. Negatif yüklü iyonların çokluğu ise insanlarda havanın "temiz olma" duygusunu uyandırmakta ve fizyolojik olarak rahatlatmaktadır. Ayrıca iyon azlığı da psikolojik rahatsızlıklara yolaçmaktadır. Yapı içi hava niteliği açısından bakıldığında, büyük iyonlar hava kirliliği ile ilgili sebeplerden biridir. Ancak elektroiklimsel açıdan incelendiğinde havadaki tüm iyon yoğunlukları kirletici taşıdıklarında tüm insanları olumsuz etkilediği için elektroiklimsel kirlilikler sözedilebilir.

3.1.1.2. Yapı Dışında Yapay Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik

Yapı dışındaki yapay elektroiklimsel kirlilikler elektrikli sistemlerden kaynaklanmaktadır. Elektrikli sistemlerin oluşturduğu kirlilik iki bölümde incelenebilir. Birincisi elektrikli sistemlerin doğrudan oluşturduğu statik ve alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanların kirliliğidir. Alternatif alanlar dışında frekansı ve şiddeti değişken olan " karmaşık elektromanyetik alanlar" da aynı gruptadır. Dolaylı olarak oluşan ikinci tür ise yapı dışındaki elektriksel sistemin neden olduğu,

- görüntü ve gürültü kirliliği,
- korona ve ozonun neden olduğu kirlilikler,
- iyon yükleri ve yoğunluklarından kaynaklanan kirliliklerdir.

Doğrudan ve dolaylı olarak oluşan yapay elektroiklimsel kirliliğin kaynakları, yapı dışındaki elektrikli sistemi oluşturan tüm ürünlerdir. Bunlar elektrik enerjisi üreteçleri (jeneratörler, elektrojen grupları), yüksek gerilim hatları, aktarım ve şalt sahaları, transformatörler ve düşük gerilimli (220/380 V) hatlardır.

Yüksek gerilim hatlarının çevresindeki elektroiklimsel kirlilik düzeyi sistemdeki pek çok etkene bağlıdır. Yüksek gerilim hattının çalışma gerilimi, şebekeden kaynaklanan gerilim çalkalanmaları (gerilim çalkalanmaları havada yeni manyetik alanları üretebilir), iletim hattından geçen maksimum elektrik akımı ve bu şebekeden kaynaklanan akım çalkalanmaları elektrikli

olabilir. Yüksek gerilim hattı ve pylonların (elektrik direği) konumunun, özelliğinin kirlilik düzeyine önemli etkisi vardır. Bu etkenler; hattın yere yakınlığı, düzeni, koruma hattının faz devrelerine uzaklığı, türü (iletkenin türü: demet tipi, tek kablo, boru tipi, v.b.), pylon malzemesi (beton, demir, vb), pylonlar arası mesafe, pylonun topraklama levhasının konumu ve topraklama levhasının pilona uzaklığıdır. Elektrikli sistemlerin çevresindeki elektroiklimsel kirlilik düzeylerini değerlendirirken dikkat edilmesi gereken konular; ölçüm yapılan noktanın yerden yüksekliği, yere olan mesafe ile iletim hattına olan mesafenin oranı, ölçüm yapılan günün meteorolojik özelliği, ölçüm yapılan noktanın hatta dik doğrultuda olan uzaklığıdır. Elektroiklimsel kirlilik düzeyi doğal etkenlerden dolayı da değişebilmektedir. İletim hattının rüzgar etkisiyle hareket etmesi, pilona ve hatta yıldırım düşmesi ve iklim şartları (kar, yağmur, sis, sıcaklık,...) elektrikli sistemin yakın çevresinde meydana gelen elektrik ve manyetik alan şiddetini etkilemektedir. Yüksek gerilimli hatların geçtiği bölgenin jeolojik özelliği, çevrede oluşan kirlilik düzeyini olumsuz etkileyebilir. Örneğin, zemindeki yüksek su seviyesi toprağın iletkenliğini artırırken elektroiklimsel kirlilik düzeyinin de artmasını sağlar (Hauf, 1982; Ata, 1993; Rose, 1994).

Yapı dışındaki yüksek ve düşük gerilimli hatlar aynı zamanda görüntü kirliliğine de neden olmaktadır. Bir 138 KV'luk sistem ile 765 KV'luk sistem karşılaştırıldığında, otuz adet 138 KV'luk yüksek gerilim hattının bir adet 765 KV'luk yüksek gerilim hattına denk olduğu görülecektir. Tek hat ile pek çok olumsuz etmede (malzeme, görüntü, bakım-onarım, v b) önemli bir azalma olacaktır. Ancak, elektroiklimsel kirlilik düzeyi kat kat artacaktır (Tüter, 1995).

Aktarım ve şalt sahalarında, yüksek gerilimli hatlarda olduğu gibi çok yüksek düzeyde dolaysız ve dolaylı kirlilikler meydana gelir.

Trafo istasyonları çevresinde (tüm alçaltma gerilimlerinde) genelde çok şiddetli etki alanları oluşur. Transformatörler manyetik endüksiyon temeline göre çalıştıkları için yakın çevresinde alternatif manyetik alanlar oluşturmaktadır. Trafo istasyonlarına on metreden daha yakın mesafede yaşayan insanlarda ciddi hastalıklar gözlenmiştir (Rose, 1994).

Düşük gerilimli (220 V/ 380 V) elektrikli sistemlerde düşük şiddetli elektromanyetik alanlar oluşur. Uç faz devreli (trifaze) 380 V'luk gerilim hatlarının çok yakınında ölçülen elektrik alan şiddeti 10 - 60 V/m, manyetik alan şiddeti ise 0,1 - 1mT civarındadır (Davis, 1993).

Yapı dışında yapay elektroiklimsel kirlilik düzeyini artıran ve karmaşık bir biçimin oluşmasını sağlayan oluşumlar "Karmaşık elektromanyetik alanlar" dır. Karmaşık elektromanyetik alanların şiddeti ve frekansı belirli ve sabit değildir. Bu oluşumların kaynakları:

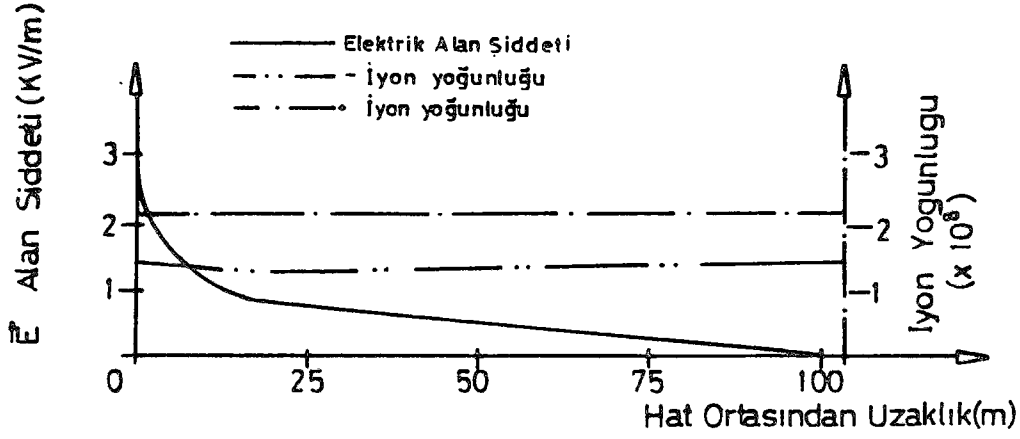
- bazı ateşleme sistemleri,
- elektrikli makinelerin kolektör fırçalarında oluşan arkların neden olduğu etki alanları,
- elektrikli sistemlerde meydana gelen boşalmalar,
- güç bağlantılarından (kontaktör, şalter, sigorta vb) kaynaklanan arklar
- vb. nedenlerdir (Canbay, 1993)

Çok yüksek enerji ihtiyacı duyulan elektrikli sistemler, şebeke frekansı ritminde veya daha geniş frekans aralığında gürültü üretebilir. Yüksek gerilim hatlarının çevresinde (korona nedeniyle ve transformatörlerde de ciddi gürültü sorununun ile karşılaşılabilir (Dedeoğlu, 1989).

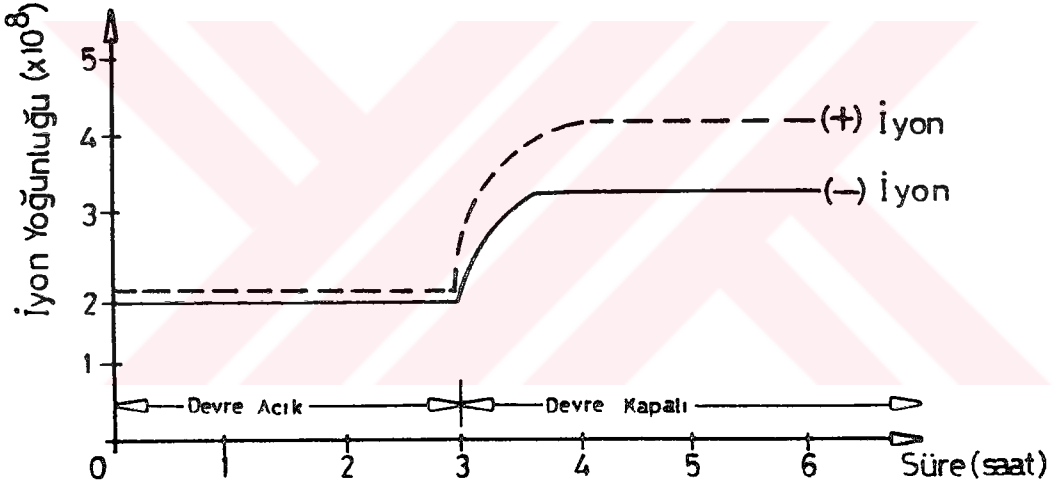
Korona, yüksek gerilimli sistemlerde dielektrik iletkenlik katsayısı aşıldığında (kuru havada 3 KV/mm) düzensiz elektron akımı şeklinde meydana gelir ve yüksek frekansta elektromanyetik ışınım (UHF, VHF vb) neden olur (Şeker,1991).

Yüksek ve düşük gerilimli elektrikli sistemlerin yakın çevresinde canlı sağlığını olumsuz etkileyebilen "ozon" gazına rastlanmaktadır. Çok yüksek elektromanyetik alan şiddeti oksijeni (O₂) parçalayarak ozon (O₃) gazı üretmektedir. Ozon gazı normal hava şartlarında hızla yeniden oksijene dönüşür. Ozonun yarı ömrü meteorolojik şartlara bağlı olarak 12-120 dakika arasındadır. Ozon yoğunluğu yer seviyesinde 0,1-0,5 mg/m³ arasında iken, büyük şehirlerde ve endüstri bölgelerinde 1 - 2 mg/m³dür. Normal hava şartlarında bir saatlik ortalama yoğunluğu 0,16 mg/m³'ü geçmemelidir. Yüksek gerilimli elektrikli sistemlerde ozon oluşum miktarı 1,42 g/KWh (kilovatsaat)'dır. Ozon gazı rüzgarın hızına ve doğrultusuna bağlı olarak yayılır ve oluşum hızı iletkenin ve iklimin durumuna göre değişir. Hava yağışlı veya sisli ise ve iletken ıslak ve kirliliğe ise daha çok ozon oluşur (Ata, 1993).

Yüksek gerilim ile yapılan laboratuvar deneylerinde havadaki iyon yoğunluğunun sistemin açık veya kapalı olmasına göre değiştiği gözlenmiştir. Deneyde 12,2 KV gerilimli elektrik sistemi çalışırken, çevresindeki iyon yoğunluğunun üç saat boyunca normalden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sistem kapatıldıktan bir saat sonra iyon yoğunluğu normal düzeyine ulaşarak dengelenmiştir (Şekil 3.2.). Aynı sorun yüksek gerilim hatlarının çevresinde de gözlenmiştir (Şekil 3.3.).



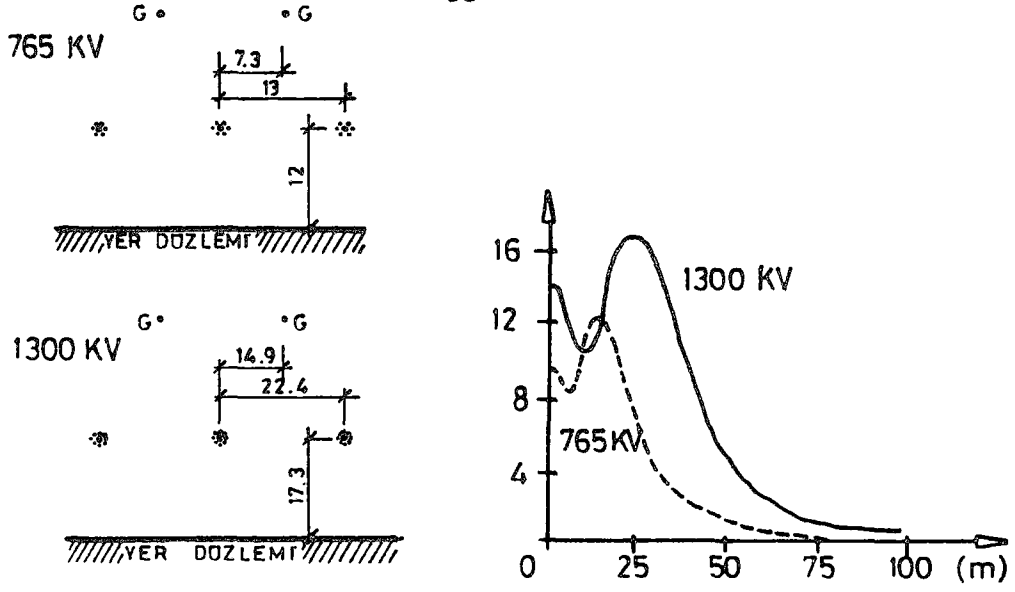
Şekil 3.2. Laboratuvar Şartları Altında İyon Yoğunlukları (Hauf, 1982)



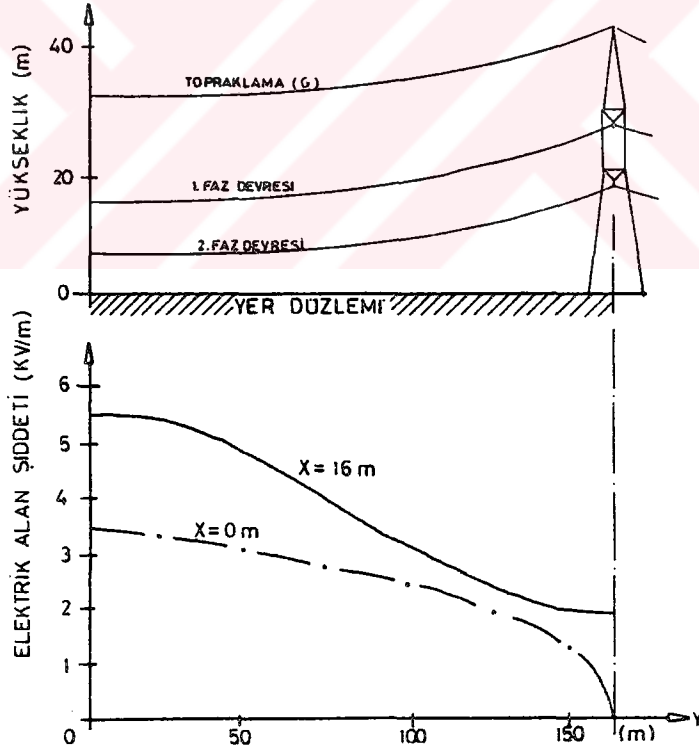
Şekil 3.3. Yüksek Gerilim Hatları Çevresinde İyon Yoğunlukları (Hauf, 1982)

Yapı dışında yapay elektroiklimsel kirliliğe genelde yüksek gerilimli elektrikli sistemler neden olmaktadır. Şekil 3.4'de iki yüksek gerilim sisteminin düzenine göre elektrik alan şiddeti karşılaştırılmaktadır.

Şekil 3.5'de 380 KV'luk yüksek gerilim hattının önce dik doğrultuda, sıfır noktasında daha sonra 16 metre mesafede elektrik alan şiddeti ölçülmüştür. Buna göre yüksek gerilim hatlarının hat boyunca tespit edilen elektrik alan şiddet eğrisi sehimin en düşük olduğu noktada en yüksek iken, pilona yaklaştıkça azaldığı görülmüştür.



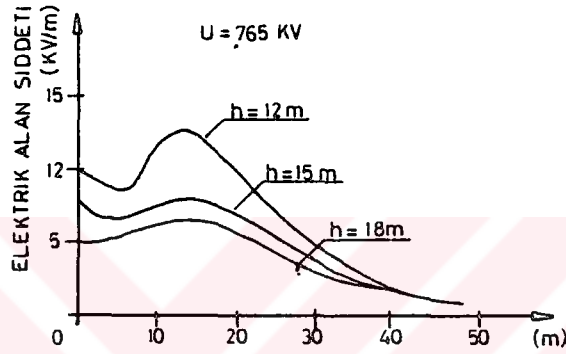
Şekil 3.4. Yüksek Gerilim Hatlarının Düzeni ve Elektrik Alan Şiddetinin Karşılaştırılması (Hauf, 1982).



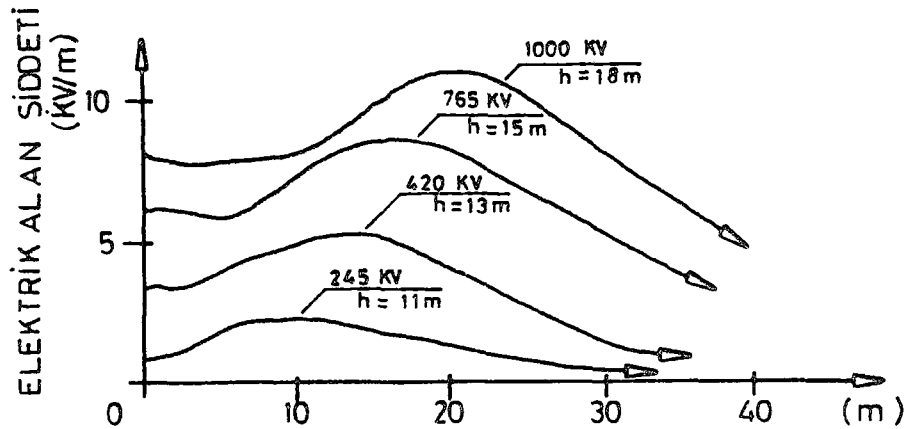
Şekil 3.5. Hat Boyunca Meydana Gelen Elektrik Alan Şiddeti (Hauf, 1982)

Bir yüksek gerilim hattının altındaki engebeler alan şiddetlerini etkiler. Şekil 3.6da 765 KV'luk bir yüksek gerilim hattının altında, hat ile zemin arasındaki farklı yüksekliklerde meydana gelen elektrik alan şiddet düzeyleri görülmektedir.

Şekil 3.7de ise bazı yüksek gerilimli sistemler için hat ile zemin arasındaki uzaklıkla değişen elektrik alan şiddetleri gösterilmektedir.



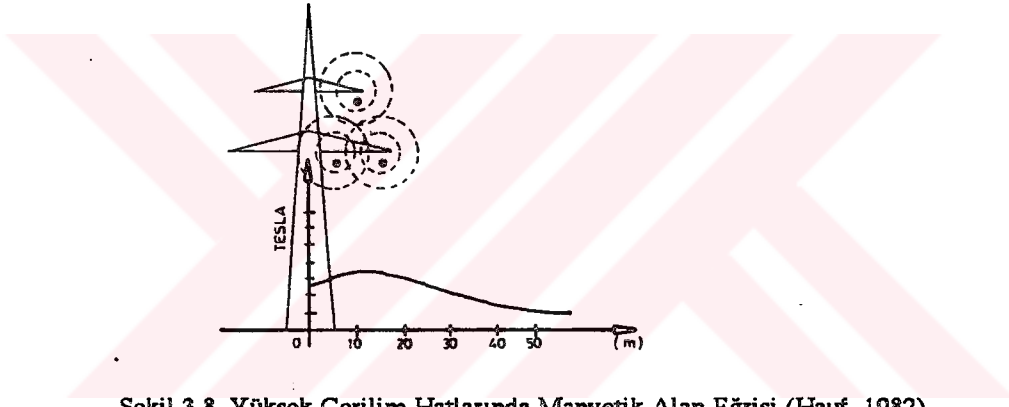
Şekil 3.6. 765 KV'luk Yüksek Gerilim Hattının Farklı Yüksekliklerdeki Elektrik Alan Şiddeti (Şeker, 1991)



Şekil 3.7. Farklı Elektrikli Sistemlerin Yükseklik Sınır Değerlerindeki Elektrik alan Şiddetleri (Ata, 1993)

Yüksek gerilim hatlarının yakın çevresinde alternatif manyetik alanlar da oluşmaktadır. Manyetik alan şiddeti, 380 KV'luk yüksek gerilim hattında, normal çalışma akımında, hattın altında 22 mT, 55 metre mesafede ise sadece 0,1 mT'lik bir değer göstermiştir. aynı elektrikli sistemde, maksimum akım şiddetinde, hattın altında manyetik alan şiddeti 50 mT, 50 metre mesafede ise yaklaşık 1.5 mT olarak hesaplanmıştır (Rose, 1994).

Yüksek gerilim hatlarında, orta eksene dik doğrultuda meydana gelen manyetik alan şiddetinin eğrisi, elektrik alan şiddetinin eğrisine benzemektedir. Yüksek gerilimli elektrikli sisteminin gerilimi ne olursa olsun, aynı akım şiddetindeki manyetik alan eğrileri birbirlerinin aynasıdır. Şekil 3.8de her 1 KA (kiloamper) için ölçülen manyetik alan şiddeti eğrisi görülmektedir.

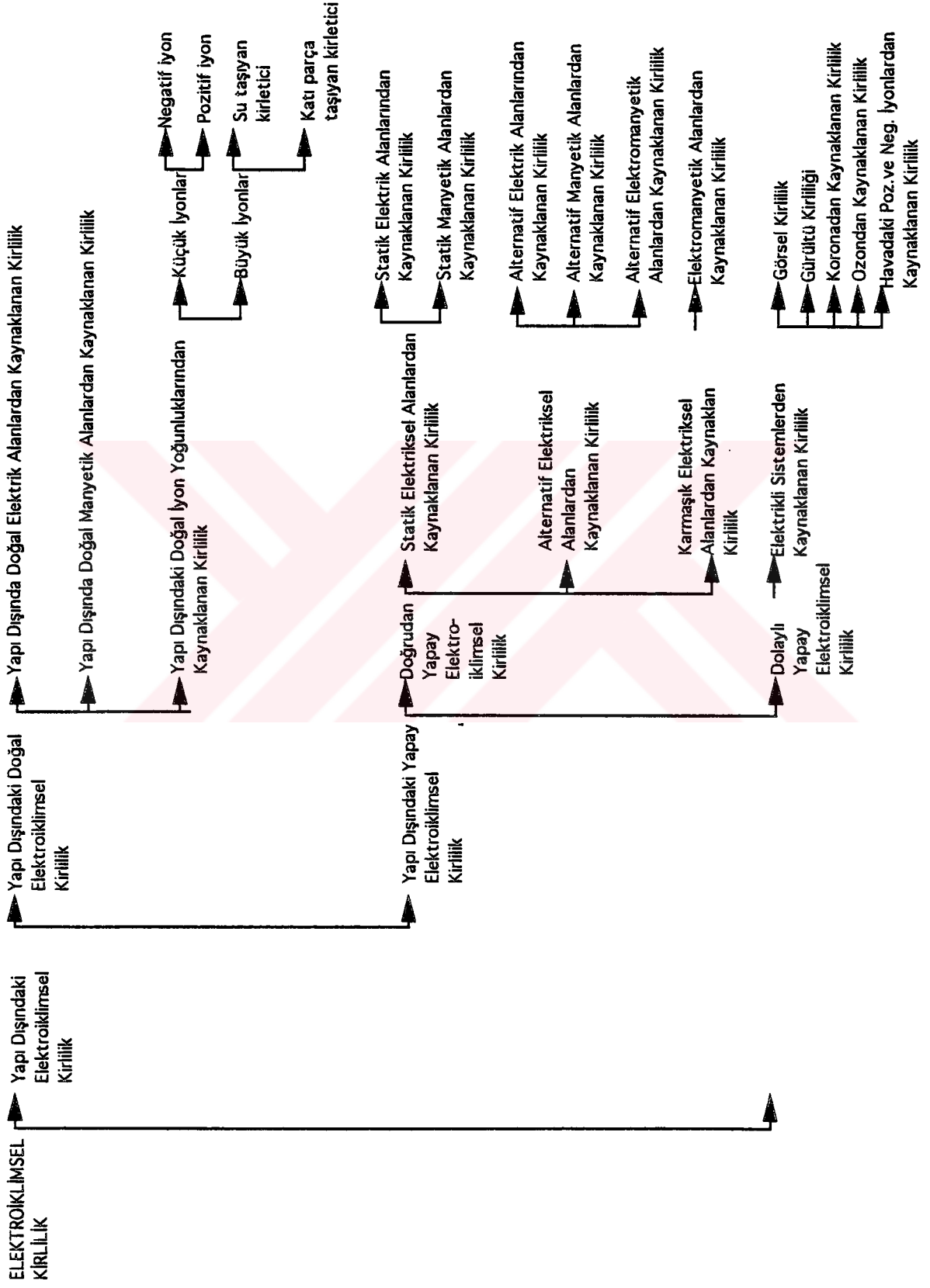


Şekil 3.8. Yüksek Gerilim Hatlarında Manyetik Alan Eğrisi (Hauf, 1982)

Şekil 3.9'da yapı dışında meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklerin ilişkisi ve açılımları sistematik bir biçimde verilmiştir.

3.1.2. Yapı İçindeki Elektroiklimsel Kirlilik

Yapı içinde oluşan elektroiklimsel kirlilikler doğal ve yapay kökenlidir. Doğal elektroiklimsel kirlilikler statik manyetik ve elektrostatik alanlardan kaynaklanır. Yapay elektroiklimsel alanlar ise statik ve alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlardır. Yapı içinde, doğal elektroiklimsel oluşumlardan kaynaklanan kirlilikler yapay oluşumlardan kaynaklanan



Şekil 3.9. Yapı Dışındaki Elektroklimsel Kirlilik Türleri İlişkileri ve Açılımları

kirlilikler kadar etkin değildir. Doğal Elektroiklimsel kirlilik kaynakları genelde yapı ürünleri iken yapay elektroiklimsel kirlilik kaynağı yapı içindeki elektrikli sistemlerdir. Genelde yapı dışındaki doğal ve yapay elektroiklimsel kirlilik yapı içini etkilemez.

3.1.2.1. Yapı İçindeki Doğal Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik

Yapının iç çevresini etkileyen doğal elektrik ve manyetik alanlar yapıda kullanılan bazı yapı ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar yoğunluğu ve elektriksel direnci yüksek, petrol türevi olan yapay yapı ürünleridir. Yapı içinde döşeme kaplaması olarak kullanılan sentetik halılar, yer karoları vb. ile duvara uygulanan plastik panel ve bunlara benzer pek çok yapı ürünü elektrostatik alanları yaratan kirlilik kaynaklarıdır. Bundan yola çıkarak yapı içindeki doğal elektrik alanların, elektrostatik alanlar biçiminde görüldüğü ifade edilebilir. Sağlıklı bir ortam için yapı içindeki elektrostatik kirlilik yapı dışındaki doğal denge düzeyinde (130 V/m) olmalıdır.

Elektrostatik alan, yukarıda sayılan ürünlerin birbiriyle veya süratli hava akımlarıyla sürtünmesinden kaynaklanabilir. Havada meydana gelen pozitif ve negatif iyonların yapı ürünlerinin yüzeylerinde birikmesi sonucu elektrostatik yükler meydana gelebilir. Negatif yüklü iyonların çokluğu, insanları psikolojik olarak rahatlatmasının yanında havadaki iyon dengelerini bozmakta ve kirleticilerden kaynaklanan olumsuzluklar insan sağlığını etkilemektedir.

Elektrostatik alanlar yapı içinde dolaylı bir kirliliğe de neden olmaktadır. Havadaki iyon yükleri çekim kuvveti nedeniyle aynı ortamda bulunan su buharı, toz, kir vb. fiziksel kirlilik oluşturan parçacıkları taşımaktadır. Özellikle elektrostatik alan etkisi oluşturan ekranlı aygıtların (TV, Bilgisayar ekranı) yakın çevresi depolarizasyon (karşıt elektron çekimi) nedeniyle etkilenir ve yapı ürünleri ile aygıtlar üzerinde kirleticiler birikir.

Yapı dışında meydana gelen manyetik alanlar yapı içini de etkileyebilir. Yapı dışında, insan sağlığını olumsuz etkilemeyecek düzeydeki doğal manyetik alan şiddeti yapı içinde de geçerlidir. Doğal manyetik alanlar yapı içinde, önceden hiçbir manyetik etkisi olmayan ve sonradan mıknatıslanan veya manyetik etkisi olup yapı içinde kullanılan yapı ürünleri ve donatılardan kaynaklanmaktadır. Yapıda kullanılan boru, çubuk veya levha biçimindeki demir ve alaşımlarından oluşan yapı ürünleri (doğalgaz-su ve kalorifer boruları, betonarme demir donatıları, ankraj demirleri vb.) doğal manyetik

alanlardan kaynaklanan kirlilikler oluşturabilir. Yapı içinde kullanılan bazı ürünler çalışma prensibi gereği statik manyetik alan etkileri oluşturmaktadır. Örneğin, bir müzik sisteminin hoparlörleri çok şiddetli bir statik manyetik alana sahiptir. Yatak odasında, yatak başında yüksek çıkış gücüne sahip bir hoparlör uyku sürecinde bütün sinir sistemini olumsuz etkileyebilir.

Yapı içinde etkin olan yapay elektroiklimsel kirliliktir. Elektrikli sistemlerde hem elektrik alan şiddeti hem de manyetik alan şiddet düzeyleri doğal elektroiklimsel kirlilik düzeylerinden daha yüksektir.

3.1.2.2. Yapı İçinde Yapay Elektroiklimsel Oluşumlardan Kaynaklanan Kirlilik

Yapı içinde oluşan yapay elektroiklimsel kirlilik elektrikli sistemlerin neden olduğu alternatif elektrik ile, manyetik ve elektromanyetik alanlardan kaynaklanmaktadır. Genelde yapay alternatif elektriksel oluşumların frekansı şebeke frekansı olan 50 Hz'dir. Ancak elektromekanik aygıtlar (motorlu aygıtlar, şalter vb.) ve bazı ateşleme sistemleri çok geniş bir frekans aralığında elektroiklimsel kirlilik oluşturmaktadır. Yapı içinde genelde doğru elektrikten kaynaklanan statik elektrik ve manyetik alan şiddetleri oluşmamaktadır. ancak sanayide kullanılan elektrolizden (elektrik akımıyla iletken sıvı içinde metal ayırım işlemi) ve elektrik kaynağından meydana gelen akımlardan dolayı 0,01 - 0,13 T'lık statik manyetik alan şiddeti gibi çok yüksek değerlere ulaşabilmektedir (Rose, 1994).

Yapı içinde elektriksel alternatif alanların neden olduğu kirlilik kaynakları Tablo 3.1'de görülmektedir.

Yapı içinde oluşan alternatif elektrik alan şiddet düzeyleri yüksek değerlere ulaşmamaktadır. Ancak düşük elektrik alan şiddetlerinin insan sağlığını kesin olarak olumsuz etkilemediği ispatlanamamıştır. Alternatif elektrik alanı, bir iletken alternatif gerilim verildikten sonra o iletken ile toprak veya toprağa bağlanmış başka bir iletken arasında oluşur. elektrik alanı, iletken elektron akımı oluşmasa da meydana gelir. Bundan dolayı çalışmayan ve çalışmaya hazır durumdaki herhangi bir elektrikli sistemin çevresinde belirli bir düzeyde elektrik alan şiddeti oluşmaktadır. Normal bir konutta bu düzey 1 - 20 V/m civarındadır. Bazı aygıtların çevresinde ise bu değer 250 V/m'ye kadar artabilmektedir (Şeker, 1991).

Bir tesisat bacasından çok sayıda kolon hattı (ana elektrik kablosu) geçerse, yakın çevresinde önemli düzeyde bir elektrik alanı oluşabilir. Yapı içindeki elektrik döşeminin düzeni ve türü kirlilik düzeyini etkiler. Sıva altı plastik borular, topraklanmış metal borulara oranla daha yüksek düzeyde bir kirlilik oluşturur. Sıva üstü döşeminde (Antigrön) elektroiklimsel kirlilik düzeyi sıva altı döşemine göre daha yüksektir.

Elektrik döşeminin düzeninde, insanın baş bölgesine yakın yükseklikte döşenen elektrik kabloları sinir sistemini olumsuz etkileyebilir.

Yapı içinde bir ana hattın ring düzeninde (kapalı halka biçiminde) döşenmesi, mekanın içindeki kirlilik düzeyinin daha da artmasına neden olur. Enerji dağıtım ve sigorta tabloları yakınında alan şiddetleri yüksektir (Rose, 1994). Yapılarda kullanılan aydınlatma ürünlerinin ışık şiddetini ayarlamak için kullanılan "dimer" yapısı nedeniyle çok yüksek alternatif manyetik alan şiddeti oluşturmaktadır. Bu da bazı çok duyarlı insanlarda adele kasılmalarına neden olabilmektedir (Kur, 1993). Taşınabilir elektrikli aygıtların elektrik devresine bağlanabilmesi için "prizler" kullanılır. Prizlere takılan uzatma kabloları, bulunduğu mekanlarda yüksek elektrik alan şiddetlerine neden olmaktadır. Yapı içinde meydana gelen alternatif manyetik alanlardan kaynaklanan kirlilik düzeyi elektrikli sistemden geçen akım şiddetine göre değişir. Elektrik döşeminde, tüm devrelerden geçen elektrik akımı kolon hattında toplanır ve bundan dolayı kolon hattının, dağıtım ve sigorta panolarının çevresinde yüksek manyetik alan şiddetleri ölçülür. Bu sistemlerde meydana gelen elektriksel alan şiddetleri Tablo 3.2'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Aydınlatma ürünlerinden akkor flemanlı lambaların çevresinde oluşan manyetik alan şiddeti, ampulün gücüne (watt) göre değişmektedir. Dekoratif amaçla kullanılan düşük gerilimli (6V-12V-24V) halojen ampuller yüksek düzeyde alternatif manyetik alan şiddeti oluşturmaktadır. Gerilimi düşürmek için kullanılan transformatör de önemli bir kirlilik kaynağıdır. Ayrıca gerilimin düşürülmesiyle akım şiddeti artar. Düşük gerilimin oluşturduğu elektrik alan şiddeti de düşük olacaktır. Manyetik alanlar elektrik alanlardan daha zor maskelenir. (Maskeleye için bkz. bölüm 4.) Böylece artan akım şiddetinin oluşturduğu yüksek düzeydeki manyetik alan şiddeti mekandaki elektroiklimsel kirliliği de artıracaktır (Rose, 1994). Konutlarda pek kullanılmayan floresan lambası yakın mesafede önemli bir kirlilik kaynağı olabilir. Floresan lambanın armatüründe bulunan balastın (elektriksel yük, bobin), çevreye yaydığı manyetik alan şiddeti çok yüksek düzeydedir. Konutta kullanımı elverişli kompakt floresan tipi ampuller 50 Hz'lik manyetik alan dışında çok yüksek

frekansta (mikrodalga) elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Ayrıca bu tip lambalar strotoskopik (ışıldama) ışık etkisine sahiptir ve görme bozukluğuna yolaç abilmektedir (Rose, 1994). Işıklı reklam panolarında kullanılan neon, ksenon vb. gazlarla dolgululu lambalar dekoratif nedenlerle yapı içinde de kullanılmaktadır. Bu tür lambalar çok yüksek gerilimlerle çalışmaktadır. Bundan dolayı elektrik alan şiddeti genelde çok yüksektir. Bütün lambaların elektroiklimsel kirlilik düzeyleri armatürlerin türü ve niteliğine de bağlıdır. Topraklanmış bir metal armatürün oluşturduğu elektroiklimsel kirlilik düzeyi daha düşük olacaktır. Plastik, bakalit veya camdan üretilen armatürler kirlilik düzeyini etkilemez.

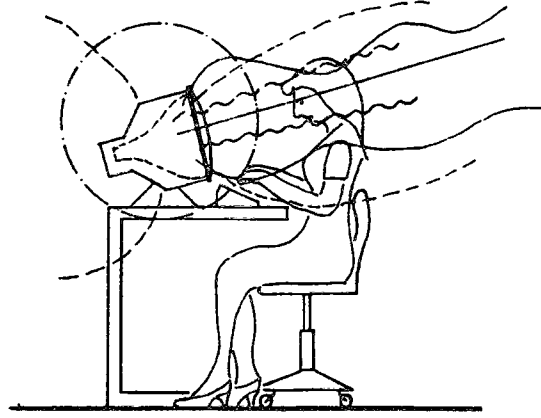
Yapı içindeki en önemli elektroiklimsel kirlilik kaynakları elektrikli sisteme bağlı çalışan aygıtlardır. Elektrik enerjisini ısıya dönüştüren sabit ve taşınabilir aygıtlardan çok yüksek düzeyde elektrik akımı geçer. Bağlantı kablosu ve çevresinde çok yüksek alternatif manyetik alanlar oluşur. Elektromekanik aygıtlar ve endüksiyon ilkesiyle çalışan aygıtlarda manyetik alan şiddeti farklı düzeylerde olabilir. Aygıtın elektriksel gücü çok düşük olsa bile, oluşturduğu manyetik alanın şiddeti büyük olabilir.

Genelde küçük aygıtların açma kapama düğmesi transformatörlerin ilk sargısına bağlanmaz, ikinci sargıda oluşan gerilim kontrol edilir. Bundan dolayı devamlı şebeke gerilimine bağlı kalan birinci sargı, 2 - 3 metre çapında bir dairenin içinde elektroiklimsel açıdan etkin olabilir (Rose, 1994).

Yapı içinde kullanılan ekranlı aygıtların (televizyon ve bilgisayar) yakın çevresinde, çok geniş bir frekans bandında elektroiklimsel kirlilikler oluşmaktadır. Özellikle eski teknoloji ile üretilmiş veya eskiyen ekranlar daha çok kirlilik oluşturur (Şekil 3.10.), (Rose, 1994).

Yapı içinde bir elektrikli sistemin veya aygıtın oluşturduğu elektroiklimsel kirlilik düzeyini ölçmek veya hesaplamak için dikkate alınması gereken nokta bu elektriksel olan şiddetinin başka elektroiklimsel kirlilik kaynakları tarafından etkilenip etkilenmediğidir.

Elektromanyetik alanlar elektrikli sistemlerde sadece akımın geçtiği durumlarda meydana gelir. Bu durum manyetik alanlar ile karıştırılmamalıdır. Elektromanyetik terimi, alternatif elektrikli sistemlerde elektrik alan bileşeni ile manyetik alan bileşeninin birlikte anlaşılmasında kullanılır. Alternatif elektrik alanlar ile alternatif manyetik alanların canlı sağlığına ayrı ve değişik olumsuz etkileri olabilir. Elektromanyetik alanlar ise birleşik etkiden dolayı çok daha farklı bir olumsuzluk oluşturabilir.



-----	ELF ALAN	~~~~~	IR ISINIM
—————	X ISINI	~~~~~	UV ISINIM
-----	ELEKTROSTATİK ALAN	~~~~~	MIKRODALGA

Şekil 3.10. Ekranlı Aygıtların Oluşturduğu Elektroiklimsel Kirlilik (Rose, 1994)

Yapı dışındaki elektrikli sistemlerden kaynaklanan elektroiklimsel kirlilikler yapı içine elektriksel ve manyetik iletkenliği yüksek yapı ürünleri aracılığıyla sızabilir. Yeraltından yapı içine döşenen doğalgaz ve su iletim sistemleri, aynı doğrultuda veya kesecek biçimde elektrik sistemiyle karşılaşıyor ise "eddy akımları" nedeniyle yapay elektroiklimsel kirlilik kaynaklarına dönüşebilir. Bu yapı içinde de geçerlidir. Kalorifer sisteminin düşey veya yatay boruları, elektrik sisteminin kolon hattı (ana kablo) yakınından geçiyor ise tüm kalorifer sisteminde de elektroiklimsel kirlilik taşınabilir.

Yapıların çatılarında kullanılan cam yünü levhaların tespit yüzeyi alüminyum folyolardan oluşuyor ve topraklanmamış ise yakın çevreden geçen bir yüksek veya düşük gerilim hattının neden olduğu elektromanyetik alanın etkisi altında kalabilir. Alüminyum levhalar bir anten gibi çalışarak yapı içindeki elektroiklimi olumsuz etkileyebilecektir (Rose, 1994).

Şekil 3.11'de yapı içinde meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklerin tür, ilişki ve açılımları sistematik bir biçimde verilmiştir.

TABLO 3.1. Elektrik Sisteminin Kirlilik Kaynakları

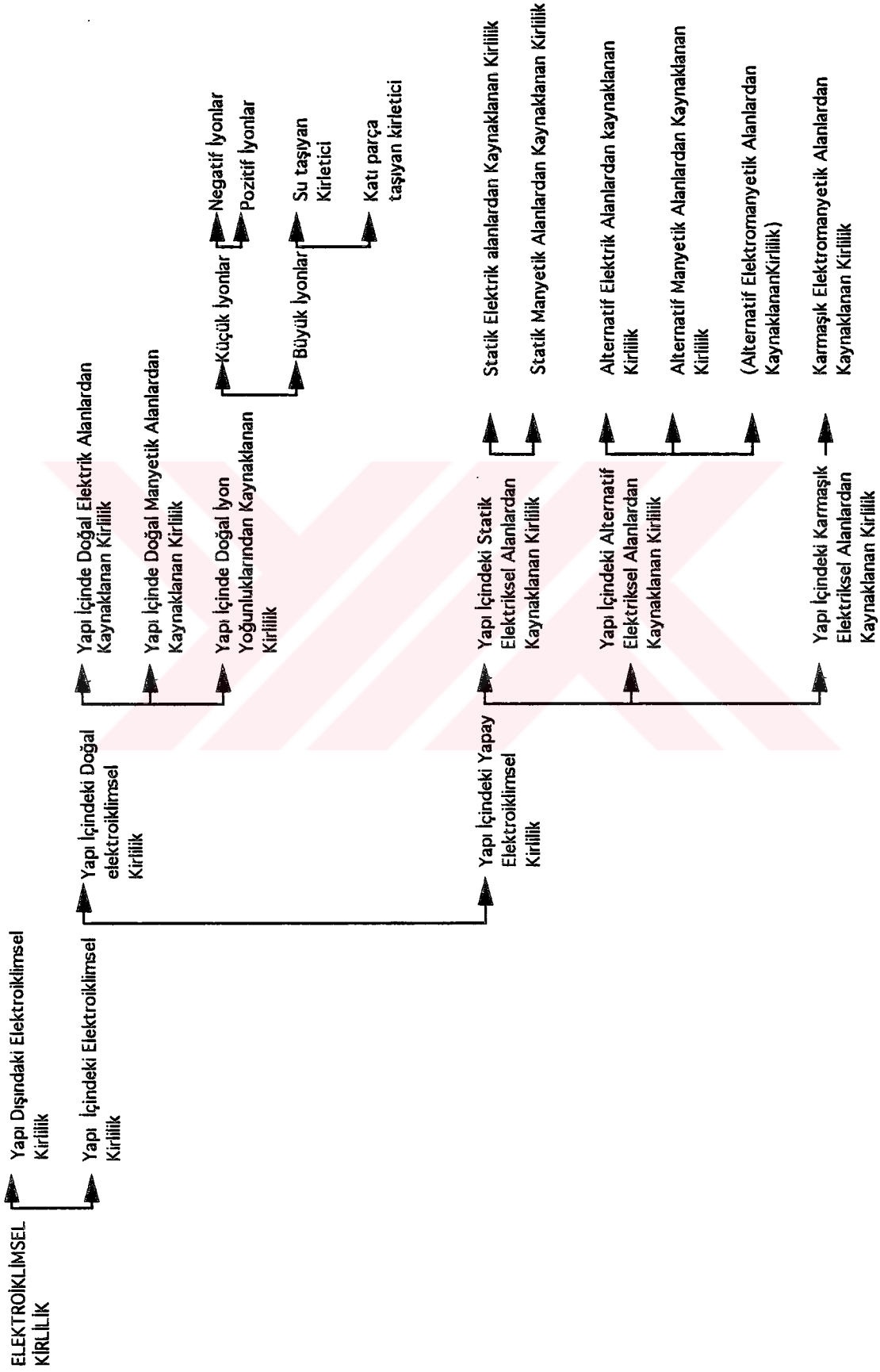
YAPININ ELEKTRİKLİ SİSTEMİ		
Elektrik Döşemi	Elektrik Döşemine Bağlı Aydınlatma Ürünleri	Elektrik Döşemine Bağlı Elektrikli Aygıtlar
<ul style="list-style-type: none"> - Kolon hattı (ana kablo) - Dağıtım ve Sigorta Tablosu - Elektrik Döşeminin Düzeni -sıva altı, sıva üstü -gerilim ayar sistemi (Dimer) -anahtar, priz vb. tesisat ile ilgili ürünlerin düzeni -kablolar ve uzatma kablosu -buath, tabiolu, ring vb. döşem tipleri -vb. 	<ul style="list-style-type: none"> - Akkor flemalı lambalar -220 V vakumlu (normal) lambalar - 220 V halojen lambalar - Düşük Gerilimli (6-12-24 V) Halojen Lambalar - Gaz Işınımı Lambalar - Floresan Lambalar - Kompakt Tipi Floresan Lambalar - Özel Amaçlı Gaz Dolgulu Dekoratif Yüksek Gerilimli Lambalar (Neon, crva, xenon vb. dolgulu) - Armatür tipleri ve gereci - Aplik, Abajur - Metal, Plastik, Bakalit vb. 	<ul style="list-style-type: none"> - Çeşitli ısıtıcılar -ocak, fırın - ütü - termosifon - klima vb. - Transformatörlü küçük aygıtlar - Radyo, Teyp - Şarj cihazı vb. - Ekranlı aygıtlar - TV - Bilgisayar vb. - Elektromekanik aygıtlar - Mikrodalga fırın - Telsiz telefon - Telefon - vb.

Tablo 3.2. Yapı İçindeki Yapay Elektroikimsel Kirlilik Kaynaklarının Kirlilik Düzeyi

Kirlilik Kaynağı	Ölçüm Yeri	Elektrik Alan Şiddeti V/m	Manyetik Alan Şiddeti μT
Priz (yüksüz)	10	60	-
Anahtar	10	50	-
Düşük Gerilim Hattı (220 W)	kablo üstü	-	0,2-1,2
Akkor flemalı Ampul (100 W)	30	-	0,3
Akkor flemalı Ampul (100 W)	10	60	3
Elektrikli Battaniye	yüzeyde	-	3-9
Saç kurutma Makinesi	elde	-	20-200
Kahve Makinesi	düğmelerinde	1	0,25
Ütü	sapında	60	4
Elektrikli Ocak	30	-	20
Çamaşır Makinesi	30	-	2
Çamaşır Makinesi	düğmelerinde	0,1	5
Elektrikli Süpürge	10	50	6
Elektrikli Daktilo	tuşlarında	3	10
Mutfak Robotu	makinede	80	70
Elektrikli Traş Makinesi	10	30	100
Elektrikli Traş Makinesi	3	-	1000

Kaynak: Rose, 1994, Canbay 1993

Not: Ölçümler rasgele markalarda yapılmıştır. Değişik model ve markalarda değerlerde farklılıklar gözlenebilir.



Şekil 3.11. Yapı İçindeki Elektroklimsel Kirlilik Türleri, İlişkileri ve Açılımları

3.2. Elektroiklimsel Kirliliğin Canlılara Etkisi

Doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliğin canlı çevreye az ya da çok olumsuz etkisi vardır. Yaşayan bütün organizmaların yaşamları içindeki tüm ilişkilerini kapsayan ortam "canlı çevre" olarak tanımlanabilir. Yaşayan organizmalar doğum, belirli bir süre varlığı sürdürme ve ölüm ile sınırlı sürece sahip varlıklardır. Canlı varlıklar insan, hayvan, bitki ve mikroorganizma olarak dört grup altında toplanabilir (Balanlı, Öztürk; 1993-1994).

Tüm canlılarda elektroiklimsel kirliliğin sağlığa etkileri incelenirken bazı koşulların gözönüne alınması gerekir. Bunlar frekans, elektrik-manyetik alan şiddeti, etkilenen biyolojik dokunun yerle teması, hacmi ve yerden yüksekliğidir. Elektroiklimsel kirliliğin insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmalara etkisi değişik olumsuzluklara neden olmaktadır.

3.2.1. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsan Sağlığına Etkisi

İnsanın fiziksel varlığı biyolojik yapısını, bireye özgü davranışları ise psikolojik yapısını oluşturur. Yine insan biyolojik ve psikolojik yapısının sonucu kendi çevresinde bulunan diğer insanlarla ilişki içindedir. Bu ilişkiler insanın sosyolojik yapısında kendisini gösterir. İnsanın biyolojik, psikolojik ve sosyal yapısı birbirinden tümüyle ayrı düşünülemez (Balanlı, Öztürk; 1993-1994). ancak elektroiklimsel oluşumların meydana getirdiği kirlilik insanın biyolojik ve psikolojik yapısını doğrudan etkilerken sosyal yapısına etkisi dolaylıdır.

Elektroiklimsel kirliliğin etkileri değişik bilim dallarınca incelenmektedir. Elektrik ile canlılar arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalı "elektrobiyoloji" (TSE, 1987), onun bir alt disiplini ise "elektrofizyoloji"dir. Elektrofizyoloji, elektriksel oluşumların canlıların hücre, doku veya organlarının görevlerini nasıl etkilediğini inceleyen bilim dalıdır (Rose, 1994). Hastalık yapıcı elektriksel oluşumları inceleyen bilim dalına ise "elektropatoloji" denir (Hauf, 1982).

Elektroiklimsel kirlilik ile insan sağlığı arasındaki ilişki incelenirken istatistik ve laboratuvar çalışmalarından yararlanılmaktadır. Epidemiyolojik çalışmalarda, elektroiklimsel etki altında kalan ve kalmayan her yaş grubundaki insanda oluşabilecek hastalıklar istatistiksel olarak

incelenir. Çalışmalardan elde edilen bilgiler bu konuda daha duyarlı olunması gereğini göstermektedir. Avrupa ve Amerika'da daha ayrıntılı ve daha çok sayıda epidemiyolojik çalışma yapılmaktadır. Bu tür araştırmalar 1974 yılında Wertheimer ve Leeper tarafından başlatılmış, 1979 ve 1982 yıllarında yenileri eklenmiştir (Rose, 1994). Wertheimer ve Leeper'in çalışmalarını geliştiren araştırmalar Perry (ve diğerleri), Tomenius (1982) ve Savitz (1991) tarafından sürdürülmektedir (Savitz,1993).

İnsan ile elektroiklimsel kirlilik ilişkisi doğal ve yapay oluşumlar için ayrı boyut ve özelliktedir. Doğal elektroiklimsel kirliliğin insanları etkilediği çok seyrek görülmektedir. Oluşan doğal manyetik ve elektrik alanlardan ancak çok duyarlı veya nörolojik hastalığı olan insanlar etkilenirler. Bu doğal oluşumlar insan sağlığında kalıcı izler bırakmaz. İnsan vücudu bu alanlara karşı kendisini korumayı başarmıştır.

İnsan sağlığını etkileyen daha çok, doğal alanlara benzemeyen yapay elektroiklimsel oluşumlardır. İnsan vücudu belirli bir süre düşük şiddetteki elektroiklimsel kirliliğe direnmektedir. ancak uzun süreli etkilenmeden sonra vücut direncini kaybetmekte ve ilk sağlık sorunlarının belirtileri ortaya çıkmaktadır. Şiddetli elektroiklimsel kirlilik daha ilk etkilenme sürecinde bazı rahatsızlıklara sebep olur. Uyku düzensizliği, yorgunluk, baş ağrısı gibi rahatsızlıklar ciddi bir kirliliğin etkileridir. Yoğun elektroiklimsel kirlilik, uzun etkilenme süreci sonunda tedavisi zor hastalıklara (kanser, sakat doğum vb.) neden olabilir.

Değişik yapay elektroiklimsel oluşumlardan kaynaklanan kirliliklerin insan sağlığına etkileri incelenmektedir. Alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanların birbirinden farklı kirlilik etkileri olabilir. Bu doğrudan etkilerin yanında ikincil kirlilikler (negatif ve pozitif iyonlar, ozon vb) de daha farklı sağlık sorunları yaratabilir.

Ayrıntılı bir irdeleme için önce yapay elektroiklimsel oluşumların canlı organizmalar üzerindeki etki biçimini incelemek gerekir. Yapay elektroiklimsel oluşumlarda alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanların etkisi altında kalan canlılarda değişik türde elektrik akımı ve gerilimler (statik ve dinamik) endüklenmektedir.

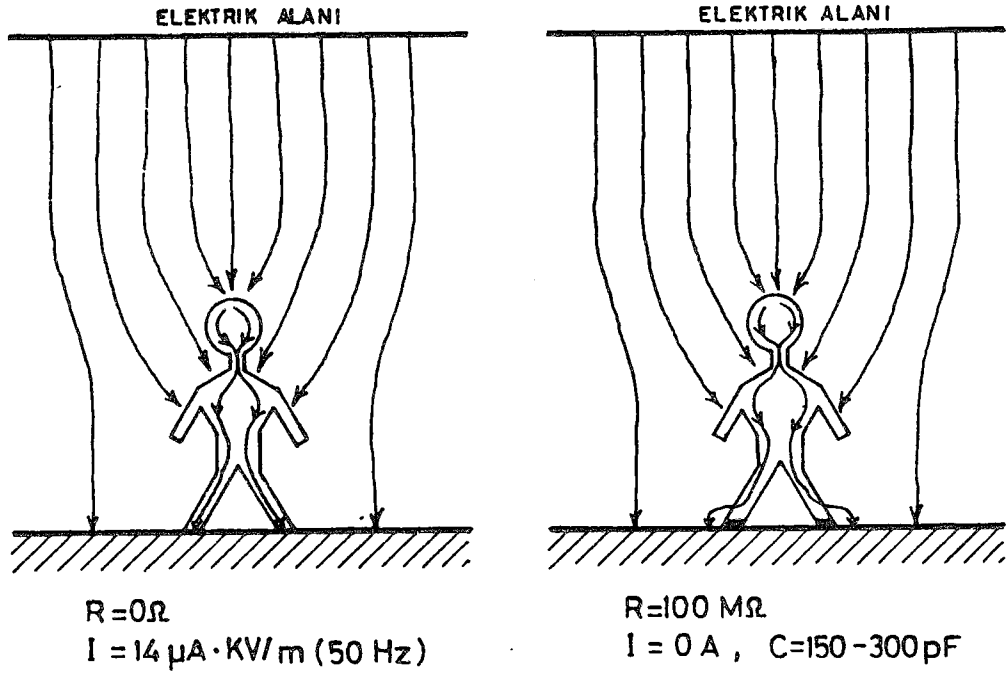
Alternatif elektrik alanı etkisi altındaki bir insan, alan çizgilerinin bir parçası olur. İnsan vücudu, iletken ile toprak arasında homojen yayılan alan çizgilerini etkileyerek üzerine çekmektedir (Şekil 3.12),(Hauf, 1982). Elektrik alanı etkisi altındaki biyolojik dokuların ortam parametreleri kaynağın frekansına bağlı olarak, dokunun sıcaklığına, içerdiği su ve tuz (iletken mineral çözeltileri)

kaynağın frekansına bağlı olarak, dokunun sıcaklığına, içerdiği su ve tuz (iletken mineral çözeltileri) oranına ve poroziteye* göre değişir (Canbay, 1993 a). Zeminle temasta olmayan (topraklanmamış) bir kişinin üzerindeki gerilim, bulunduğu elektrik alan şiddeti ile aynı olacaktır. Zeminle doğrudan temas sağlanır ise gerilim sıfırlanacaktır (elektriksel kısa devre). Yapılan ölçümler sonucu kuru ortamda kösele tabanlı ayakkabı giyildiğinde elektriksel direnç 15 k Ω (kiloohm), lastik tabanlı ayakkabıda ise 100 M Ω (megaohm) dolayındadır. Yüksek yalıtım dirençlerinde ayak tabanı ile toprak arasında çok düşük kapasitif değerler (elektron yükü) oluşabilir. Bu değer tabanın niteliği ve taban ile toprak arasındaki mesafeye göre, 150-300 pF (pikofarad) arasında değişmektedir. Yalınayak toprak üzerinde yürüten insanın etkin bir şekilde topraklanmış olduğu kabul edilebilir (Hauf, 1982).

Endüklenen akım vücut içinde geniş bir alanda akar. Toplam akımın ölçülebilmesi veya hesaplanabilmesine rağmen bu akımın vücut içindeki dağılımı tam olarak bilinmemektedir. Ancak akım miktarının baş bölgesinde ve ayak tabanlarında çok yüksek, gövdede ise en düşük olduğu belirlenmiştir (Canbay, 1993 a). Elektrik alanı ile temasta bulunan bir vücutun hacmi ile elektrik alanı doğru orantılıdır. Büyük hacimli vücutlardan daha büyük akımlar geçer (Dedeoğlu, 1989). Bundan dolayı fare deneylerinde vücut hacimleri dikkate alınmalıdır (Davis, 1993). Homojen bir elektrik alanı içerisinde, ayakta duran bir insanın vücudunda endüklenen elektrik akımı, 50 Hz'de her 1 KV/m'lik elektrik alan şiddeti için yaklaşık 14 mA (mikroamper), 60 Hz'de ise yaklaşık 17 mA olarak hesaplanmıştır. Örneğin 50 Hz frekansında 10 KV/m'lik homojen bir elektrik alanında ayakta duran bir erişkin insanın vücudundan toplam 0,14 mA'lık (miliamper) elektrik akımı geçmektedir. Toplam akım miktarının yaklaşık üçte biri baş bölgesinde endüklenmektedir (Hauf, 1981). Kişi topraklanmış bir iletkene dokunursa, tüm akım vücudu o noktadan terk eder. Kişi çok iyi yalıtılmış ise, elektrik alan çizgileri insan vücudunu toprağa en yakın noktadan girdiği gibi terk eder (Şekil 3.12). İnsan vücudunun çok yüksek elektriksel yüklenmesi sonucunda ani bir boşalma ile karşı karşıya kalınabilir. Araştırmalara göre insan vücudu 12-15 kV/m'lik homojen elektrik alan şiddetini algılayabilmektedir (Hauf, 1982).

Vücut içinde elektrik akımı iki türde görülmektedir. Bunlar insan vücudundan geçen akım şiddeti ve belirli bir kesimden geçen akım yoğunluğudur. Akım yoğunluğu, vücudun belirli bir bölgedeki birim kesitinden geçen akım şiddeti (mA/cm², A/m²)dir. İnsan vücudunda endüklenen elektrik akım şiddeti ELF alanlarında, frekans ile doğru orantılıdır. ancak 300 Hz üzerindeki frekanslarda, dokuların özellikleri nedeniyle akım şiddet düzeyleri orantılı olarak değişmemektedir (Kur, 1993).

* porozite: dokunun gözenekliliği, doluluk boşluk oranı



Şekil 3.12 Elektrik Alanındaki İnsan Vücudu

Belirli bir şiddetdeki alternatif elektrik alan etkisi altında, sağlık sorunları oluşmadan kalabilmenin süresi laboratuvar çalışmaları sonucu tespit edilmiştir. Tablo 3.3.de araştırma sonuçları yer almaktadır.

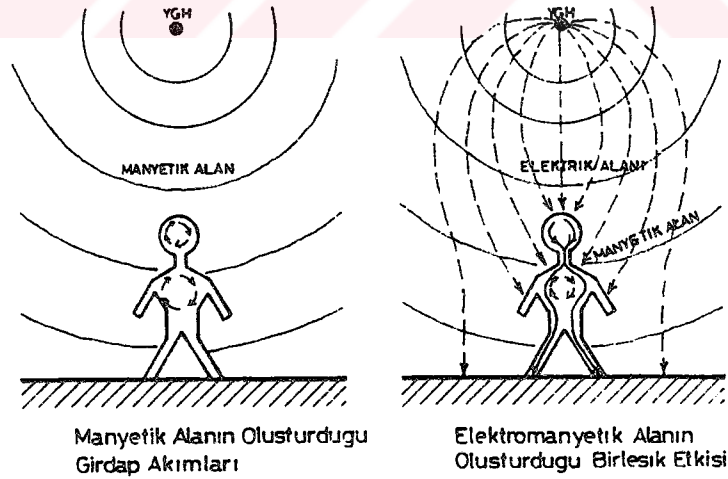
Tablo 3.3. Alternatif Elektrik Alanı Etkisi Altında Kabul Edilebilir
Maksimum Kalma Süreleri (Hauf, 1982)

Elektrik Alan Şiddeti KV/m	Kabul Edilebilir Süre Dakika
0-5	Sınırsız
5-10	180
10-15	90
15-20	10
20-25	5
25 ve üstü	-

İnsan vücudu manyetik alan için engelleyici değildir. Alternatif manyetik alanlar insan vücudundan büyük ölçüde geçer (Hauf, 1982) ve manyetik alan şiddetinde küçük bir azalma olur (Şeker, 1991). ELF aralığındaki manyetik alanlarda biyolojik dokuların manyetik geçirgenliği havanın manyetik geçirgenliği gibidir. Manyetik alanlar, vücut içinde elektrik akımı oluşturmaz; girdap akımları (eddy currents) oluşturur. İnsan vücudundan geçen akımlara karşıt olarak girdap akımları vücut içinde dolaşır (Şekil 3.13), bundan dolayı ölçülemezler. ancak yaklaşık bir hesapla 25 μT 'lik bir manyetik akı yoğunluğu 50 $\mu\text{A}/\text{m}^2$ 'lik akım yoğunluğu oluşturur. Bu değer, yaklaşık 2500 amper yük akımı ileten yüksek gerilim hattının hemen altında oluşabilir (Hauf, 1982).

Alternatif elektromanyetik alanlar insanın vücudunda çok farklı etkiler yaratabilir. Bileşik elektroiklimsel oluşumlar insan vücudunda hem taşınan hem de girdap akımları oluşturur (Şekil 3.13). Burada hangi etkinin ağır basacağı, elektromanyetik alanın bileşenlerinden hangisinin alan şiddetinin daha yüksek olduğuna bağlıdır.

Elektrik alan bileşeni 20 KV/m ve frekansı 50 Hz olan bir elektromanyetik alanda (2mT, 3 mA/m²) ciddi bir sağlık sorunu gözlenmemiştir. Ancak kalp (EKG) ve beyin (EEG) fonksiyonları etkilenmiştir. aynı elektromanyetik alanda manyetik alan bileşeni 5 ve 50 mT (10 mA/m², 100 mA/m²) iken aynı belirtiler gözlenmiştir. Ayrıca da "magnetofosfenens" diye adlandırılan bir fenomen (görüngü, görüntü) eklenmiştir (Kur, 1993).



Şekil 3.13. Manyetik ve Elektromanyetik Alanların
İnsanda Oluşturduğu Endüksiyon Akımları

Yapay elektroiklimsel kirliliğin insan vücuduna başka bir etkisi daha vardır. Buna termik etki denir. Yüksek Frekanslar ($f > 30$ KHz) insan vücudunda su moleküllerinin birbirine sürtünmesinden kaynaklanan termik bir etki oluşturur. ELF aralığında ise termik etkiler gözlenmez (Rose, 1994).

Statik ve ELF alan etkisi altında kalan insanların tepkilerini değerlendirmek zordur. Çünkü insanlar, bunları etkisiz bırakabilecek bir geri besleme sistemine sahiptir. Örneğin, vücut içi sıcaklığı artsa bile terleme, kan dolaşım hızının artışı veya enerji dağılımı sonucu termik etki tam olarak tespit edilememektedir (Şeker, 1991).

Elektroiklimsel kirlilikten kaynaklanan sağlık sorunları etkinin alan şiddetine ve etkilenme süresine bağlıdır. Akut ve kronik sağlık sorunlarının başlıcaları gerginlik, baş ağrısı, yorgunluk, uyku bozukluğu, iktidarsızlık ve libido * eksikliğidir. Etkinin şiddet-süre ve akut-kronik ilişkisi tablo 3.4'de açıklanmıştır.

Tablo 3.4. Süre-Şiddet ve Akut-Kronik Sağlık Sorunu İlişkisi (Rose, 1994'den uyarlanmıştır).

Süre	Şiddet	Akut Sağlık Sorunu	Kronik Sağlık Sorunu
kısa	az	olmaz	olmaz
kısa	çok	olur	olabilir
uzun	az	olmaz	olur
uzun	çok	olur	olur

Yüksek elektromanyetik alan şiddeti etkisi altında kalan insanların arasında en yüksek risk grubu, vücudunda birleştirici metal parçalar ve kalp pili taşıyanlar, yüksek tansiyon (Hipertoni), trombosit, emboli ve hemofili hastaları, ağır sinirsel rahatsızlığı olanlar (multiplerskleroz, nöroloji ve nöroşirurji hastaları, felçliler) ve meteorolojik etkilere karşı duyarlı insanlardır (Rose, 1994).

* Libido: cinsel güdülerini yönlendiren olgu.

Umraniye'de 380 KV'luk yüksek gerilim hatlarının çevresinde yapılan bir araştırmada gözbozukluğu, uykusuzluk, halsizlik, gerginlik ve başağrısı gibi hastalıkların ikinci ile beşinci ikamet yıllarında başladığı gözlenmiştir (Canbay, 1993 a).

Bilgisayarla çalışarak ELF etkisi altında kalan hamile kadınlarda düşükler, prematüre (erken doğum) ve ölü doğumlar olduğu tespit edilmiştir (Ahi, 1994).

Amerika'da yapılan bir araştırmada, çok uzun süre floresan lambanın ışığı altında çalışan insanlarda yorgunluk, sinirlilik, gerginlik ve göz yanması gözlenmiştir. Bu rahatsızlıklara neden olarak armatürün balastı (elektrikel yük bobini)'nin yaydığı manyetik alan ve ışığın 50 Hz frekansı ritminde yanıp sönmesi gösterilmiştir (Rose, 1994).

Genel olarak düşük frekanslı (ELF) elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlar ile dolaylı kirlilik kaynaklarının (iyonlar, ozon, gürültü vb.) insan sağlığına etkileri:

- Dikkat toplama sızlığı
- Başağrısı
- Güçsüzlük duygusu
- Sinirlilik
- Korku, ürküntü
- Kalp rahatsızlığı
- Bağışıklık sisteminin zayıflaması
- Hormon bozukluğu
- Beyin fonksiyonlarının etkilenmesi
- Hamilelerde erken doğum ve ölü doğum riski.
- Genel uyku bozukluğu
- Yüzeysel uyku
- Sabahları yorgunluk
- Ruhi çöküntü (depresyon)
- Denge bozukluğu
- Metabolizma bozukluğu
- İktidarsızlık
- Beyin tümörü riski
- Lösemi riski

Elektroiklimsel kirlilik insanın her biyolojik sisteminde ve psikolojik yapısında değişik rahatsızlıklara yolaçar.

3.2.1.1. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Biyolojik Yapısına Etkisi

İnsanın biyolojik yapısı sindirim, solunum, dolaşım, kas ve iskelet, sinir, üreme, koruyucu dış tabaka ve hormonal sistemden oluşmaktadır. Elektroiklimsel kirliliğin bu biyolojik sistemlere etkisi değişik sağlık sorunlarına yolaçmaktadır.

Sindirim sistemine etkiler: Elektroiklimsel oluşumların doğrudan sindirim sistemine etkileri ile ilgili bulgulara rastlanmamıştır. Ancak gerginlikten kaynaklanan psikosomatik hastalıklar (iştahsızlık, gastrit vb.) gözlenmiştir (Hauf, 1982).

Solunum sistemine etkiler: Sindirim sisteminde olduğu gibi, elektroiklimsel oluşumların solunum sistemini doğrudan olumsuz etkilediğine ilişkin bulgular da yoktur. Ancak, solunan havadaki elektriksel yüklü küçük oksijen ve nitrojen iyonları insanın statik elektrik yükünün artmasına neden olabilir (Rose, 1994). Ayrıca büyük iyonların taşıdıkları su molekülleri, toz ve toksik maddelerin solunum sistemini etkilediği bilinmektedir (Kur, 1993).

Dolaşım sistemine etkiler: Elektroiklimsel kirliliğin kalp ve dolaşım sistemine üç önemli etkisi vardır. Bunlar dolaşım sisteminin geneline, kanın biyokimyasal yapısına ve akyuvarlara olan etkisidir. Düşük frekanslı (20 Hz ve üstü) elektrik alanların kalp rahatsızlıklarına yol açtığı öne sürülmektedir (Rose, 1994). Yüksek gerilim hatlarının yakın çevresinde oluşan 50 Hz ve 20 KV/m'lik elektrik alanı sinir ve kas hücrelerini etkileyebilir. Ancak, gövdede endüklenen 3 mA/m²'lik akım yoğunluğu kalbin çalışmasını sağlayan akım yoğunluğu kalbin çalışmasını sağlayan akım yoğunluğunun biraz üzerindedir. Gönüllü deneklerle yapılan çalışmalarda, kısa süreli etkilerde ciddi sorunlarla karşılaşılmamıştır (Kur, 1993). Genel olarak ele alınırsa, elektroiklimsel kirliliğin kalp ve dolaşım sisteminin kardiyovasküler bozukluklarında, hipotoni, hipertoni, bradikardi, taşikardi ve EKG* değişimlerinde etkili olduğu söylenebilir. Laboratuvar şartları altında, gönüllü insanlar üzerinde kısa periyodlarla 20 KV/m'lik elektrik alanı uygulanmıştır. Bu çalışmalarda kan hücrelerinin yüzeyinde ve kan biyokimyasında önemsiz değişiklikler tespit edilmiştir (Dedeoğlu, 1989). Sovyet bilim adamları daha şiddetli elektrik alanlarında kan biyokimyasındaki değişimler ve dolaşım sistemi üzerindeki etkilerine dayandırılan kişisel şikayetlerin meydana geldiğini fark etmişlerdir (Ata, 1993). Kanın biyokimyasal yapısında nitel ve nicel değişiklikler, ağısı yuvarların (retikülosit) çoğalması; nötrofillerde nitel değişimler, lökositlerin, retikülosit ve nötrofillerin kolayca çoğalması düşük elektromanyetik alan şiddetlerinde de meydana gelebilir (Rose, 1994).

*
 Hipotoni : Düşük kan basıncı
 Hipertoni : Yüksek kan basıncı
 Taşikardi : Kalbin dakikada yüzden fazla atması
 Bradikardi : Kalbin dakikada altmıştan az atması
 EKG : Elektrokardiyogram, kalp ve nabız hareketlerini çizelgelerle gösterme biçimi

Dolaşım sisteminin en önemli hastalıklarından biri de lösemi (kan kanseri)dir. Lösemi, kanda aşırı miktarda akyuvar oluşumu ile gelişen bir hastalıktır. Akyuvarlar, kemik iliğinde üreyen ve vücut içi savunma sistemini yöneten sistemin birimleridir. Elektroiklimsel kirliliğe karşı duyarlı olan ve tahriş edilmiş kemik iliği aşırı miktarda farklı tipte akyuvar üretir. Böylece elektroiklimsel kirliliğin lösemi oluşumunu doğrudan etkilediği belirtilmektedir. Elektroiklimsel kirliliğin lösemi ile ilişkisini kuvvetlendiren başka bir inceleme de kanın yapısı ile ilgilidir. Kandaki alyuvarlarda bulunan hemoglobin çok miktarda oksitlenmiş demir moleküllerine sahiptir. ayrıca alyuvarlarda oksijen taşınmaktadır. Demir ferromanyetik, oksijen ise paramanyetik maddedir. İnsan vücudundaki demirin %65'i hemoglobindedir. Solunan havadaki iyonlar ikincil bir etki oluşturulabilir. Sonuç olarak kanda elektromanyetik alanlardan etkilenebilecek bu kadar çok madde varken bu alanların solunum ve dolaşım sisteminde kanser oluşumunu veya gelişimini hızlandırabileceği düşüncesi kaçınılmazdır (Rose, 1994).

İskelet ve kas sistemine etkiler: Elektroiklimsel kirliliğin iskelet sistemine doğrudan olumsuz bir etkisinin olup olmadığına ilişkin kesin bulgu yoktur. Ancak kemik iliğinin uyarılması sonucu, sert kemik dokusunda tahribat ve kemik tümörü oluşma ihtimali üzerinde durulmaktadır (Rose, 1994).

Kas dokuların yüksek oranda su içermektedir. Elektriksel direnci çok düşük olan kas dokuları elektrik alan için de iyi bir iletkendir. Dolayısıyla elektromanyetik alanlardan çabuk etkilenir. Hücreler arası bilgi iletişimini sağlayan kalsiyum iyonunun (Ca^{++}) hücrelerden akışı daha çok düşük alan şiddetlerinde (20 V/m, 1 μ T) görülmüştür. Kalsiyum, kas hücrelerinin uyumlu çalışmasını sağlar. Trafo istasyonlarına veya düşük gerilim (220/380 V) hatlarına yakın çevrede yaşayan, gerilim ayarlarında kullanılan dimerlerin çıkış kablolarının ve elektrik motorlarının kolektörlerinde oluşan arkların oluşturduğu elektromanyetik alanların etkisi altında kalan insanların boyun kaslarında şiddetli ağrılar görülmektedir.

Sinir sistemine etkiler: Elektroiklimsel kirliliğin insan vücudunda en çok etkilediği sistem sinir sistemidir. İnsanın vücudunda yaklaşık 25 milyar sinir hücresi vardır (Rose, 1994). Sinir hücreleri algılanan duyuyu beyine iletir ve beyin gerekli organı harekete geçirir. Bu işlemler vücutla nanoamper (10^{-9}) düzeyindeki elektrik akımıyla gerçekleşir. Bu elektrik akımı hücre içinde elektrokimyasal tepkimeler sonucu oluşur. Sinir hücrelerinin çoğu beyinde bulunur. Beyindeki sinir hücrelerinin oluşturduğu elektrik akımı kafatasının hemen üstünden ölçülebilir. Bu ölçme biçimi EEG (Elektroenfalogram) veya MEG (Magnetoenfalogram) olarak tanımlanır. EEG, beyindeki sinir hücrelerinde (nöron) meydana gelen çok düşük frekanslı (ELF) elektrik alanını ölçmeye yarayan

hücrelerinde (nöron) meydana gelen çok düşük frekanslı (ELF) elektrik alanını ölçmeye yarayan cihazdır. İlk olarak alman psikiyatri profesörü Hans Berger tarafından kullanılmıştır (1929). Böylece uyanık insanda beyine hiç zarar vermeden ve doğal ortamda ölçüm yapılabilmesi, hatta daha derin beyin tabakalarına inmek ilk defa gerçekleşmiştir. MEG, 1965'de bulunan ve nöronlardaki elektriksel alanların oluşturduğu manyetik alanı tespit eden cihazdır. Yumuşak beyin dokularında oluşan manyetik alanlar daha kolay algılanır. Ancak, cihazın verimli kullanımı için dış ortamdan yalıtılmış özel bir mekana gereksinim vardır. Bu durum yaygın kullanımı kısıtlamıştır (CBT, 26 Mart 1994).

Yüksek oranda su içerdiğinden beynin iletkenliği çok yüksektir ve elektromanyetik alanlardan kolay etkilenir (Şeker, 1991). Elli hertzlik 20 KV/m alternatif elektrik alan şiddetinin baş bölgesinde endüklemediği akım, beyinsel işlevleri yönlendiren akım şiddetine denktir ve beynin fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir (Kur, 1993). Çok düşük manyetik alan şiddetinin (4nT) bile beyindeki akımları etkilediği gözlenmiştir. Daha şiddetli alanlar ağırlara ve kramplara yolaçmaktadır (Rose, 1994).

Thomas Tenforde yaptığı bir araştırmada elektromanyetik alanların hücre zarından kalsiyum iyon akışını sağladığını gözlemlemiştir. Bu olay genelde beyin hücrelerinde görülmektedir (Tenforde, 1993). Hücreden kalsiyum akış oranının, dokunun özelliğine, alanın frekansına ve şiddetine bağlı olduğu belirlenmiştir (Davis, 1993). Beyin hücrelerinden kalsiyum akışı için 10^{-9} mW/cm²'lik elektromanyetik ışın yoğunluğu yeterlidir (Rose, 1994).

"Dünyanın doğal nabız atışı" olarak da ifade edilen 10 Hz'lik elektriksel alanlar, hava değişimlerinde şiddetini artırır. Yapılan ölçümler sonucu beyindeki akımların aynı frekans aralığında olduğu tespit edilmiştir (Rose, 1994). Şiddetli doğal elektrik alanlar başağrısına neden olmaktadır (Kur, 1993). Şizofreni (ruh hastalığı) tedavisinde doğal elektriksel alanlara benzer 10 Hz'lik yapay elektromanyetik alanlar başarı ile kullanılmaktadır (Rose, 1994).

Elektroiklimsel kirlilikten gözler de etkilenmektedir. "Elektrofosfenens" veya "magnetofosfenens", göze baskı yapıldığında meydana gelen beyaz görüntüye benzer bir fenomendir (görüngü, görüntü). Elektrofosfenens 60 HZ'de 1 V/m'lik elektrik alan şiddetinde (Canbay, 1993 a), magnetofosfanens ise 10 mT'lik manyetik alan şiddetinde ve 100 Hzden küçük alanlarda meydana gelebilmektedir (Hauf, 1982). Daha büyük frekanslarda bu olayın meydana gelmemesi, sinirlerin duyarlılık kaybıyla ilgilidir. Ancak nedeni açıklanamamaktadır (Şeker, 1991).

uyku sürecindedir. Bu süreçte sağlıklı bir dinlenme için 50 hz'lik elektrik sisteminde elektrik alan şiddeti 5 V/m'den, manyetik alan şiddeti ise 25 nT/dan küçük olmalıdır. Uyuma alanı çevresinde statik gerilim 100 mV'u geçmemelidir.

John Hopkins Üniversitesi'nden Dr. Sam Koslov'a göre elektroiklimsel kirliliğin artmasıyla "Alzheimer" hastalığında da artış gözlenmiştir. Bu kirliliğin Alzheimer hastalığına neden olduğu ileri sürülmektedir. Erken bunama olarak da bilinen Alzheimer hastalığı, giderek azalan dikkat toplasimsızlığı, bunama, geçici hafıza kaybı ve dalgınlık gibi bulgular ile tanımlanmaktadır. Nobel ödüllü Alman bilim adamları Bert Sakmann ve Erwin Neher yaptıkları araştırmalarda çok şiddetli elektromanyetik alan etkisi altında çalışan insanlarda Alzheimer hastalığına benzer rahatsızlıkların meydana geldiğini ispat etmişlerdir (Rose, 1994).

Elektroiklimsel kirliliğin neden olduğu sinir sistemi ile ilgili hastalıklar,

- Merkezi sinir sisteminin işlevsel bozukluğu,
- Beyin kabuğunda nörodinamik işlev bozuklukları,
- Dikkat toplasimsızlığı,
- EEG değişimleri,
- Otonom sinir sisteminin işlevsel bozukluğu,
- Sinirsel nefes darlığı,
- Terlemeye eğilim,
- Değişken nabız ve kan basıncı,
- Düşük nitelikli ve yüzeysel uyku,
- Genel gerginlik,
- Tepkime süresinde yavaşlama ve
- Baş ağrısıdır.

Üreme sistemine etkiler: Alman bilim adamı Prof. Dr. Pech'e göre havadaki doğal elektroiklimin tüm değerleri sıfırlandığında insan nesli iki, en çok üç kuşak sonra üreme sistemindeki bozukluklar nedeniyle tükenebilir. Aynı konuda yaptığı araştırmada Dr. A.Schmid, daha birinci kuşakta cinsel canlılığın % 50 azaldığını görmüştür (Akman, 1991).

Kalsiyum iyonu (Ca^{++}) yumurta hücrelerinin kolay döllenesini ve bölünme sürecinde kalıtsal veri aktarım işlemini yönlendirir. Çok düşük elektromanyetik alan etkisi altında bile hücrelerden kalsiyum akışı hızlandığına göre, elektromanyetik kirliliğin sağlıklı bir bölünmeyi engelleyeceği kabul edilmektedir (Rose, 1994). Elektriksel alanlar canlılarda normal büyüme ve gelişme işlemini yürüten hücrelere etki ederek özelliklerini bozmaktadır. Bu alanlar hücre zarını etkileyerek vücudun elektriksel dengesini ve biyokimyasını değiştirmekte, sağlık sorunları yaratmaktadır (Tüter, 1995). Metabolizmanın elektroiklimsel kirliliklerden etkilenmesi sonucu, kromozomlarda bozulma, döllene, bölünme, büyüme ve gelişme süreçlerinde (ceninin gelişme sürecinde de) bazı bozukluklar gözlenmiştir (Rose, 1992). Bazı araştırmacıların elektromanyetik alanların genleri değiştirme etkisi olduğundan söz etmesine rağmen, bu konuda ortak bir görüş olmadığı bilinmektedir (Davis, 1995; Rose, 1994).

Hormonlara etkiler: Çok düşük elektromanyetik alan şiddeti (20 V/m, 0,1 μ T) etkisi altında kalan insanlarda bile melatonin düzeyinin düştüğü görülmüştür. Melatonin, insanların uykuya ve uyanmaya ne zaman hazır olduklarını belirleyen hormondur. Melatonin düzeyinin % 30 düşmesinin şizofreni, depresyon ve paranoyaya yol açtığı ileri sürülmektedir (Hürriyet Gazetesi, 23 Ocak 1993). Bazı araştırmacılara göre melatonin düzeyindeki değişimlerin nedeni elektrik ve manyetik alan etkileridir. Ancak, fizyolojik kökenli veya gece-gündüz ritim bozukluğu sonucu melatonin hormonunda düzey değişimleri gözlenebileceği unutulmamalıdır (Tenforde, 1993). Melatoninin günlük uyku düzenini ayarlaması dışında kanser oluşumları ile de ilgili olduğu düşünülmektedir. Elektrik ve manyetik alanlardan etkilenen insan ve hayvanlarda kanser oluşumu veya oluşmuş kanseri hızlandıran durumun melatonin hormonunun düzeyi ile ilgili olduğu ileri sürülmektedir. Normal veya yüksek melatonin düzeyinin kanser oluşumlarını yavaşlattığı veya durdurduğu gözlenmiştir (Rose, 1994).

insan vücudunda balgam bezlerinin salgıladığı prolaktinin ve yumurtalıklarda salgılanan steroid hormonlarının (östrojen ve testosteron) artışına bağlı olarak dolaşım sistemlerinde melatonin hormonunun azaldığı saptanmıştır. Steroid hormonlarının artışı meme dokusunu uyarmakta ve bağışıklık sistemini olumsuz etkilemektedir. Meme kanseri olma riskinin ELF alan etkisi altında kalan insanlarda melatonin üretiminin azalması sonucunda arttığı ileri sürülmektedir (Trenforde, 1993).

Elektroiklimsel kirlilikten etkilenen başka bir hormon da "Katecholamin" salgısıdır. Katecholamin, insan vücudundaki yedek enerji sistemlerini (yağlar) etkiler ve çalışmasını hızlandırır. Yüksek katecholamin düzeyi kalp ve dolaşım sistemini olumsuz etkiler, kandaki kolesterol düzeyini artırır (Rose, 1994).

Yüksek katecholamin düzeyi kalp ve dolaşım sistemini olumsuz etkiler, kandaki kolesterol düzeyini artırır (Rose, 1994).

İyonlaşmış havadaki negatif iyonlar, insanın vücudundaki serotonin hormonunun artmasına neden olmaktadır. Serotonin hormonu, insanın kendisini daha iyi hissetmesini sağlamaktadır. Deniz ve çağlayan kenarında, iyi havalarda negatif yüklü iyonların sayısı artmaktadır. Bundan dolayı insanlar genelde bu yerlerde, serotonin hormonunun artışı nedeniyle, kendilerini dinlenmiş hissederler (Kur, 1993).

Koruyucu dış tabakaya etkiler: Elektroiklimsel kirliliğin deriye doğrudan bir etkisinin olabileceğinden sözedilmemektedir. Ancak derinin değişik katmanlarındaki duyarlı sinir hücreleri derinin bu oluşumlardan etkilenebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca yerle temas halinde veya yalıtılmış bir insan havadaki pozitif veya negatif yüklü küçük iyonları üzerine çekmektedir. Büyük iyonlar, havadaki alerjen maddeleri taşımaktadır. Nötr veya yüklü insan vücudu büyük iyonları da çekerek kaşıntıya, alerjilere veya başka sağlık sorunlarına yolaçabilmektedir.

Elektroiklimsel kirlilik ile kanser ilişkisi: Kanser insan vücudundaki tüm sistemlerde meydana gelebildiği için bir başlıkta ele alınması daha uygun görülmektedir. Kanser, insan vücudunda herhangi bir sebepten dolayı, fizyolojik olarak gereğinden fazla yanlış yapılanmış hücreler topluluğudur. Kanser hücresinin ön basamağı olan edilgen (pasif) hücrenin etkin (aktif) bir hücreye dönüşmesi ile hastalık belirginleşir. Etkin hücrenin oluşumu ise pasif bir hücrenin fiziksel, kimyasal, elektriksel veya başka etkilerden dolayı hücre çekirdeğindeki DNA* yapısının bozulmasıyla gerçekleşir (Rose, 1994). Rose'ye göre ELF alanlarında hücreye ısısalsal bir etki yoktur. ancak Canbay'a göre bu alanların ısısalsal etkinin hücresel ve moleküller düzeyde bağışıklık sistemine ve kanser oluşumuna etkisi vardır (Canbay, 1993 b). Elektroiklimsel kirlilik ile kanser hastalıkları ilişkisi konusunda en çok çocuklardaki kanser türleri ve lösemi araştırılmaktadır. Elektroiklimsel kirlilik ile kanser türleri arasındaki ilişki epidemiyolojik araştırmalarla sürdürülmektedir. Bu epidemiyolojik çalışmalarda, elektrik ve manyetik alanların etkisi altında kalan ve kalmayan insanlarda bağıl risk oranının hesaplanması amaçlanmaktadır. Bir epidemiyolojik çalışmada, kanserli çocuğu olan ailelerin evleri ile kontrol grubu (hastalık olmayan aileler) evlerin karşılaştırılmasında temel etmenler doğum adresi, ölüm adresi, kanser başlangıç yaşı, yaşadığı kentsel bölge (varoş-şehir merkezi) olarak alınmıştır. Dikkate alınmayan etmenler ise sosyoekonomik sınıf, aile yapısı, trafiğe yakınlık ve cinsiyettir (Şeker, 1991). Amerika'da 1987'de yapılan başka bir epidemiyolojik çalışmada, yüksek

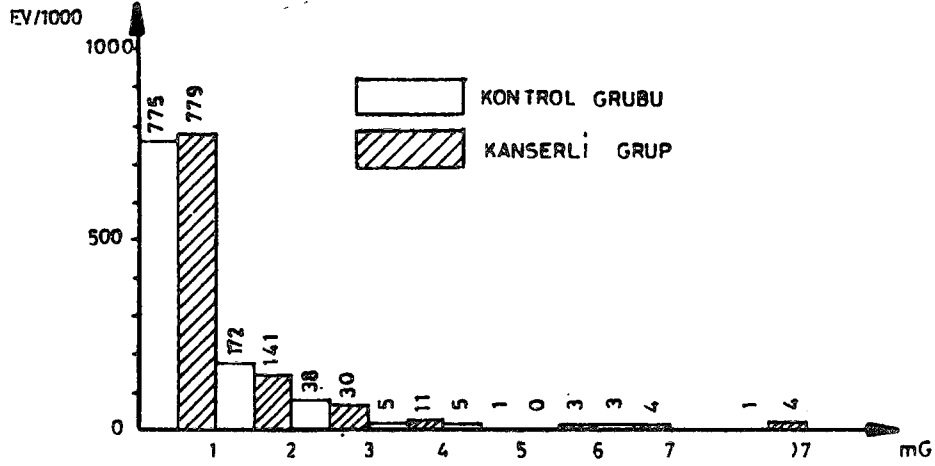
* DNA : Desoksibonükleinasit, hücre çekirdeğinin temel taşı, sarmal kalıtım şifre sistemi.

elektroiklimsel kirlilik etkisi altında kalan çocuklar ile kontrol grubu çocuklar arasında kanser risk farkı 1,6 kat olarak tespit edilmiştir. Aynı ülkede yapılması planlanan en son epidemiyolojik çalışmada, 1000 kanserli ve 2000 sağlıklı çocuk karşılaştırılacaktır. incelemede 150 nT'dan yukarısı tehlikeli olarak kabul edilecek ve 48 saatlik periodik ölçümler yapılacaktır (Tüter, 1995). Yüksek gerilim hatları çevresinde 200 nT üzerindeki manyetik alan şiddeti olan evlerde kanserli çocuklara rastlanmıştır (Canbay, 1993 a). Avusturyalı bilim adamlarına göre yüksek gerilim hatları çevresinde doğup büyüyen çocuklarda kanser olma riski, 300 nT manyetik alan şiddetinde 2.1'dir(Rose, 1994). İsveç'te Karolinska Enstitüsünün yaptığı araştırmada, 200 nT ve üstü manyetik alan şiddetlerinde risk faktörü 2.7, 300 nT ve üstü için faktör 3.8 olarak belirlenmiştir (Rose, 1994). Ümraniye'de yapılan bir araştırmada, yüksek gerilim hattı çevresinde yaşayan erişkinlerin 15 yıllık oturma süresinden sonra kanser olma olasılığı ile karşı karşıya kaldıkları belirlenmiştir (Canbay, 1993a). Yüksek gerilimli sistemler ile transformatörler çevresinde yaşayan ailelerin çocuklarında kanser hastalıkları ve Lösemi riskinin arttığı saptanmıştır (Dedeoğlu, 1989).

Elektrik ile ilgili mesleklerde çalışan insanların lösemi, beyin ve meme kanseri olma riski vardır (Savitz, 1993). Epidemiyolojik çalışmalar yüksek gerilimli elektrikli sistemlerde çalışan kişiler ile de yapılmıştır. Bu sistemlerde çalışan kişilerde görülen kanser rahatsızlıklarında bilimsel tartışmalara yolaçabilecek sonuçlara rastlanmıştır (Kur, 1993). İsveç'te yapılan bir epidemiyolojik çalışmada elektrik ile ilgili işlerde çalışan insanlarda kanser olma riski ile ilgili destekleyici sonuçlar alınmıştır (Tenforde, 1993). Wertheimer ve Leeper'in Amerika'da yaptığı araştırmada (1979) yüksek gerilim hatları çevresinde ortalama 300 mT'lik manyetik alan şiddetinin üzerinde kanser riskinin olduğu açıklanmıştır. Ancak aynı deneyi tekrarlayan başka bir araştırma grubu bu sonuçları destekleyici bir kanıt bulamamıştır. Bu araştırma grubuna göre, çevresel kirlilik, kalıtım (DNA), beslenme gibi pek çok etmen gözardı edilmiştir (Davis, 1993; Rose, 1994).

Başka bir araştırmada (Miler, 1974; Tomenius, 1982), kanser ve elektromanyetik alan ilişkisinde evlerde ortalama 100 μ T, bürolarda ise 10 μ T'lik manyetik alan şiddeti sınır olarak kabul edilmiştir. Şekil 3.14'de bu epidemiyolojik çalışmanın sonucu grafikte açıklanmıştır (Şeker, 1991).

İnsan ve hayvanlarda davranışları ve deneyimlerin davranışlardaki dışavurumunu oluşturan psikolojik yapıdır. Elektroiklimsel kirliliğin olumsuz etkileri insanın psikolojik yapısına da yansımaktadır.



Şekil 3.14. Evlerde Tespit edilen Manyetik Alan Şiddetleri (Şeker, 1991)

3.2.1.2. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Psikolojik Yapısına Etkisi

Elektroiklimsel oluşumlar insanın psikolojik yapısını da olumsuz etkiler. İnsanın psikolojik yapısı davranışları ile ilgilidir. Davranışlar güdülerin sonucunda ortaya çıkar. Uç tür güdü vardır. Bunlar, fizyolojik temeli olan, öğrenilmemiş ve öğrenilmiş güdülerdir (Balanlı, Öztürk; 1993-1994).

Elektroiklimsel kirliliğin öğrenilmiş güdüler üzerindeki etkisinin çok az olduğu ileri sürülmektedir (Davis, 1993). Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda öğrenilmemiş güdüler üzerinde elektroiklimsel kirliliğin herhangi bir olumsuz etkisi görülmemiştir (Tüter, 1995). Ancak, elektroiklimsel oluşumların sebep olduğu fizyolojik temele dayanan güdü ve davranış bozuklukları belirlenmiştir. Sinir sisteminin ve beynin etkilenmesi sonucunda tepkime süresinde azalma, dikkat toplamsızlığı, denge bozukluğu ve genel bir yorgunluk gözlenmektedir. Hormonların etkilenmesi sonucu da cinsel güdülerde azalma, uyku düzensizliği vb rahatsızlıklar sıkça görülmektedir (Rose, 1994).

Eski Sovyetler Birliği'nde yapılan bir araştırmada, 50 Hz frekanslı 200 KV gerilimli iletim hatlarında 10 yıl çalışan personel deney için 380-400 kV gerilimli iletim sistemlerinde çalıştırılmıştır. Personelin genelinde ilk gün çok sık başdönmesi, başta şişkinlik hissi, serap görme ve genel güç kaybı, aynı günün akşamı evde mide bulantısı, iştahsızlık ve uykusuzluk gözlenmiştir. İşyerindeki ikinci gün bir önceki günün belirtilerinin hiç biri görülmemiştir. Bu insanların vücudu

daha şiddetli elektromanyetik etkilere karşı psikolojik tepkiler göstermiştir. Ancak ertesi günkü davranışları sonucun tartışılmasını gerektirmektedir (Hauf, 1982).

Uzun süreli, düzensiz ve yüksek şiddetli doğal elektroiklimsel oluşumların etkisi (uzun süren kötü hava, fırtınalar) duyarlı insanlarda bazı rahatsızlıklara sebep olmaktadır. Bunlar kolları ve bacakları kesilmiş (ampütasyon) insanların olmayan organlarında kaşıntı ve ağrılar, nörolojik hastalarda şiddetli baş ağrısı, psikolojik hastalarda intihar girişimleri ve dikkat toplasızlığından kaynaklanan iş ve trafik kazalarıdır (Kur, 1993).

Şiddetli ve uzun etki süreli yapay elektroiklimsel oluşumlar gerginliğe yolaçabilir (Rose, 1994). İnsanda gerginliğe yanıt olarak bir dizi psikolojik ve fizyolojik savunma tepkisi ortaya çıkar. Gerginlik çok güçlü olduğunda veya savunmanın yetersizliğinde psikosomatik hastalıklar görülür. Psikosomatik hastalık terimi otonom sinir sistemi ve iç salgı bezlerinin yersiz uyarılması ile organlarda ortaya çıkan işlev bozukluklarını anlatır (Balanlı, Öztürk; 1993-1994). Fakat elektriksel alanlar doğrudan bazı sistemleri ve organları olumsuz etkileyebilir ve psikolojik etkilerle kolayca karıştırılabilir (Rose, 1994).

3.2.2. Elektroiklimsel Kirliliğin Hayvanlara Etkisi

Doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumların insanlar üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi için deney hayvanları ile çalışılmaktadır. Açık hava şartlarında ve laboratuvar ortamında pek çok hayvan cinsinden yararlanılmıştır. Doğada yüksek gerilim hatları altına yerleştirilen arı kovanları ve yüksek gerilimli elektrikli sistemlerin (transformatör, şalt sahaları vb.) çevresinde yaşayan yaban tavşanları inceleme konusu olmuştur. Ancak araştırmalarda insanın kan ve organ yapısına en yakın hayvanlar yeğlenmektedir. Bunlar genelde maymun, domuz, sıçan ve farelerdir. Doğurgan olmayan ve yumurtlayan hayvanların incelenmesi daha kolay olduğundan araştırmalara tavuklar da dahil edilmektedir.

Tüm hayvanlarda sinir ve dolaşım sistemi (kan analizleri) hormonlar, büyüme ve gelişme süreçleri ile üreme ve doğurganlık yetenekleri incelenmektedir. Elektroiklimsel oluşumların, hayvanların içgüdüsel ve sonradan öğretilen davranışları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Arılarla yapılan bir deneyde, 765 KV'luk yüksek gerilim hattının altına yerleştirilen arı kovanlarında 0,6-4,5 KV/m'lik elektrik alan şiddetinde arılar önemli bir şekilde etkilenmemiştir. ancak, kış aylarında ölüm oranı maskelenmiş kovanlara göre %65 artış göstermiştir. Yaz boyunca 1.1-8.3 KV/m'lik elektrik alanı etkisi altında kalan arılar hiç bal üretmemişler, ağırlıklarında azalma olmuş ve kış mevsimini canlı geçirememişlerdir (Ata, 1993).

Maymunlarla yapılan başka bir deneyde 30 KV/m'lik elektrik alan etkisi altında küçük davranış değişiklikleri gözlenmiştir. Domuzlar ise 30 KV/m'lik elektrik alanını algılamış ve özellikle geceleri maskelenmiş bölümü tercih etmiştir. aynı alan şiddetinde domuzların ilk yavrularında önemli bir değişiklik görülmemiş, ancak ikinci doğumda ceninde anormallikler gözlenmiştir. İkinci kuşak domuzlarda, doğurma yeteneğinde zayıflama ve gebelik sürecinde ceninde ciddi bozulmalara rastlanmıştır. Elektrik alanının etkisi altında kalmamış domuzların yavrularında, deney süresi boyunca vücut ağırlığına ilişkin önemli bir değişiklik görülmemiştir. Domuz yavrularının kan yapısına ve büyüme sürecine 50 KV/m'lik elektrik alan şiddetinin hiçbir olumsuz etkisi olmamıştır (Dedeoğlu, 1989).

Deneylerin çoğu farelerle yapılmaktadır. En şiddetli etki alanları ve en uzun süreli deneyler bu hayvanlara uygulanmaktadır. Yedi saat süren bir deneyde fareler 50 Hz'lik alternatif elektrik alanın etkisi altında bırakılmıştır. İncelenen kan parametrelerinde yüksek akyuvar oranı dikkati çekmiştir. Ancak aralıklı uygulanan etki alanı içindeki farelerin kanlarında akyuvar sayısının azaldığı görülmüştür (Rose, 1994).

Bir başka deneyde fareler, 60 Hz frekanslı 100 KV/m'lik elektrik alanı etkisi altında 30 gün boyunca bırakılmıştır. Bu farelerin "C fiber" iletkenlik hızında artışlar, halsizlik ve sinirsel uyarılarda artışlar gözlenmiştir (Şeker, 1991).

Daha uzun süreli deneylerde 30 KV/m ve 65 KV/m'lik elektrik alanının, farelerde gebelik süresince ve doğumundan sonra deformasyonlara yol açtığı tespit edilmiştir (Kur, 1995).

Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde, Tunaya Kalkan ve ekibi fareler de bir deney yapmıştır. Fareler 21 gün boyunca aralıksız olarak bir elektromanyetik alan içinde tutulmuştur. Deney standart laboratuvar koşulları altında, oda sıcaklığında yapılmıştır. Karşılaştırmak amacıyla 12'şer adet "Wistan albino" cinsi fare üç gruba ayrılmıştır. birinci grup laboratuvar şartları altında deney ortamı dışında (Kontrol-O grubu), ikinci grup deney ortamında fakat elektromanyetik alan dışında (Kontrol grubu), üçüncü grup

ise elektromanyetik etki altında tutulmuştur (Deney grubu). Labirent testinde deney grubu başarılı bir sonuç sağlayamamıştır. Bu grubun bedensel aktivitelerinde önemli bir fark gözlenmemiştir. Ancak alyuvar sayısında belirgin bir artışın, hemoglobin ile hematokrit yüzdesinin ve trombosit sayısının normalden daha çok olduğu, yapılan inceleme sonucu anlaşılmıştır (Kalkan, 1993).

Sonradan öğretilen davranışların incelendiği bir deneyde, fareler elektrik ve manyetik alanların etkisi altında tutulmuştur. Kısa süreli etkilerde hafif gerginlik izlenirken, daha uzun süreli etkilerde aynı tepkiler görülmemiştir (Davis, 1993).

Değişik elektrik alan şiddeti düzeylerinde fareler ile yapılan deneylerde farklı tepkiler gözlenmiştir. Devamlı ve aralıklı uygulanan 10-75 KV/m arasındaki elektrik alan şiddetlerinde farelerde geçici aşırı hareketlenmeler dikkati çekmiştir. aynı deneyde başka farelerde, 25 KV/m'lik alan şiddetinde geçici steroid yoğunlaşmasına rastlanmıştır. ancak farenin gelişmesine etkisi yoktur. alan şiddeti 50 KV/m'ye yükseltildiğinde yine steroid yoğunlaşması gözlenmiştir. aynı alan şiddetinin farenin kan yapısına ve büyümesine etkisi olmadığı anlaşılmıştır. Alan şiddeti 160 KV/m'ye yükseltildiğinde sadece yeni kuşak erkek hayvanlarda düşük vücut ağırlığı görülmüştür. Farelerden daha büyük bir vücut hacimine sahip olan sıçanlar ile yapılan benzer bir deneyde, 10 KV/m'lik elektrik alan şiddetinde böbreküstü bezlerinin salgılarında (Kortizon) artış gözlenmiştir. Elektrik alan şiddeti 15 KV/m'ye yükseltildiğinde, düşük albümin düzeyi ve balgam bezlerinde ağırlık artışı, 25 KV/m'de ise başlangıçta ürkme, daha sonraları maskelenmiş alanının tercihi gibi tepkilerle karşılaşmıştır. Büyüme oranında düşme görülmüştür. Elektrik alan şiddeti 50 ve 65 KV/m'ye yükseltildiğinde sıçanların kan yapısında bir değişikliğe rastlanmamıştır. Ancak erkek hayvanlarda 120 gün sonra düşük testosteron düzeyi bulunmuş, dişilerde ise cinsel isteği bir etkisi görülmemiştir. İki doğumdan birinde cenin sakatlıkları olmuştur. Daha yüksek alan şiddetlerinde (en az 100 KV/m) tad alma duyusunda, kan yapısında önemli değişiklikler, düşük büyüme oranı, cinsel istek ve gebelik sayısına etkisi olmuştur. ancak doğurganlık etkilenmemiştir. Dikkati çeken ise hareket kaslarının erken gelişmesidir (Dedeoğlu, 1989).

Büyük hücrelerde veya embriyolarda (cenin) araştırmalar daha kolay yürütülmektedir. Dolayısıyla tavuk yumurtalarında, civcivlerde ve erişkin tavuklarda değişik deney yöntemleri uygulanmıştır. Bir deneyde, alternatif ve doğru gerilim ile oluşturulan elektrik alanların etkisi altında yumurtalar kuluçka makinesine bırakılmıştır. Deney sonucuna göre, ışınlanan yumurtaların sadece % 72'sinden civciv çıkmıştır. Çıkan civcivlerin üçte birinde tek veya iki ayak gelişmemiştir.

Kalan diğler civcivler de erişkin olduklarında, diğler tavuklara göre daha çok ağırlık kaybı olduğu anlaşılmıştır (Rose, 1994).

Sağlıklı civcivlere 26 KV/m'lik elektrik alanı uygulandığında gaga ve kas hareketlerinde azalma kaydedilmiştir. Kan yapısında değişme ve hareketlerinde azalma 40-50 KV/m arasında gözlenmiştir. Erişkin tavuklara uygulanan 67 KV/m'lik elektrik alanının, hareket yeteneğine, vücut ağırlığına, yumurtlayabilmesine ve yumurtlama zamanına etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Dedeoğlu, 1989).

Yapılan araştırmalarda şiddetli elektromanyetik alanların hayvanlar üzerinde davranış bozukluğu yaratmadığı görülmüştür (Davis, 1993).

Köpekler üzerinde yapılan deneylerde 50 Hz'de 25 KV/m şiddetli elektrik alanları 6 hafta süre ile 8 saat/günlük etkiler sonucunda kan kimyasında önemli değişmeler göstermiştir. Bu değişmeler ağsı hücrelerde artış, hemoglobinde azalma albüminde artışlardır. Deneylerin sonucu, yüksek alan şiddetlerinin biyolojik sistemleri bozabilme etkisinin alanların etkinlik sürelerine bağlı olduğunu göstermiştir (şeker, 1991).

3.2.3. Elektroiklimsel Kirliliğin Bitkilere Etkisi

Bitkiler, evrimleşme süreci boyunca doğal elektroiklimsel oluşumlara uyum sağlamışlardır. Ancak kısa süreli ve çok şiddetli doğal elektroiklimsel etkiler (fırtına, yıldırım) bitkilerin yaşamını olumsuz etkileyebiliyor. Bu etkiler devamlı olmadığından bitkiler yeniden canlanabiliyor.

Yüksek gerilim hatlarının yakın çevresinde bulunan bitkiler, oluşan yapay elektromanyetik alanlardan etkilenirler. Bitki dokularında görünen zarar şiddeti, yaprak türü ve morfolojisine (biçimine) bağlıdır. Etili, tombul, yuvarlak ve keskin kenarlı olmayan yapraklarda 50 KV/m'lik elektrik alan şiddetine kadar olan değerlerde herhangi bir zarar belirtisine rastlanmamıştır. Oysa bitkinin sivri şekilli parçalarında 20-22 KV/m alan şiddetinde az da olsa zararlı etkiler görülmüştür (şeker, 1991).

Bitki dokularının davranışının iletken cisimlerin elektrik alanındaki davranış ilkesine uyduğu bilinmektedir. Çeşitli şekillerdeki yapraklarda, 60 Hz'lik elektrik alanı korona etkisi oluşturabilmektedir (şeker, 1991).

Günümüzde bitki ölümlerinin nedeni genelde hava, su veya toprak kirliliğidir. Ancak Aralık 1985'de, Berlinde Uluslararası bir sempozyumda C.E.Schulte-Uebbing tarafından elektroiklimsel kirliliğin de bitkileri olumsuz etkilediği öne sürülmüştür. Jeolog ve orman uzmanı olan Schulte-Uebbing, doğal olarak temiz olan ormanlık bölgelerde ağaç ölümlerinin nedenlerini araştırmıştır. Ormanın yüksek gerilim hatlarına yakın kenar bölgelerinde, belirli konumdaki ağaçların diğerlerine göre daha çok etkilendiği Schulte-Uebbing tarafından gözlenmiştir. Tüm ağaçlarda (iğne ve geniş yapraklı) garip şekillenmelerin olduğu, besin ve su emilimine yarayan kılcak köklerde ise bozulmalar görülmüştür.

Bazı ağaç türlerinin diğer bitkilere göre daha duyarlı olduğu, özellikle dalları ve yaprakları antene benzeyen ağaçların daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Tepesi kesik ve dalları yana doğru yatay bir biçimde açılan ağaçlar en iyi "antenler"dir. Dalları yüksek gerilim hatları yönünde olan ağaçların yaprakları önce sararmış, sonra dökülmüştür.

Yapraklarda ve dallarda endüklenen elektrik akımı ağaç gövdesindeki özsu kanallarından toprağa iletilmekte, bu olay sırasında kılcak kökler etkilenmektedir. Sağlıklı bir ağaçta ölen kılcak kökler tekrar yenilenebilir.

iğne yapraklı ağaçlar yapraklarını yaklaşık her on yılda bir değiştirirler. Oysa geniş yapraklı bir ağaç her güz döneminde yapraklarını döker. Böylece ağaç antenlerinden kurtulmuş olur ve yeniden canlanma şansına sahiptir. Geriye kalan dallar anten görevi yapabileceğinden, canlanma sürecini olumsuz etkileyebilir. Ancak iğne yapraklı ağaçlar dört mevsim kirlilik etkilerinden zarar görür.

Elektroiklimsel kirlilik etkisi altında kalan tüm canlılarda olduğu gibi ağaçlarda da önceden uyarı tepkisi, direnme süreci ve son olarak bitkinlik süreci gözlenir. Schulte-Uebbing'e göre iğne yapraklı ağaçlarda görülen tepkiler aşağıdaki sıraya göre olmaktadır.

- 1) Uyarı tepkisi : İğnelerde renk değişimi, iğne dökümü ve ağaçların tepelerinin açılması.
- 2) Direnme süreci : Dallarda ve yapraklarda garip şekillenmeler, yandan filizlenme ve budaklanmaların gövdenin uzamasını yavaşlatması, yeraltında kılcak köklerin ölümünde artışlar.
- 3) Bitkinlik süreci : Ağacın taç bölümünde ciddi açılmalar, kuruyan dallar, kılcak köklerin yok oluşu, bitkisel dokunun giderek ölümü, gövde ortasının çürümesi,

mikroorganizmaların ve parazitlerin yayılması ve ağacın biyolojik olarak ölümü gözlenir.

Bitkilerde, özellikle ağaçlarda görülen zararlar sadece yüksek gerilim hatlarının bulunduğu bölgelerde değildir. İletişim ve denetim amaçlı radar ve uydu sistemlerinin yaydığı mikrodalgalar ormanlık alanlara ciddi zararlar verebilir (Rose, 1994).

3.2.4. Elektroiklimsel Kirliliğin Mikroorganizmalara Etkisi

Elektroiklimsel kirliliğin canlılara etkisi ilk olarak tek hücrelilerde ve bakterilerde araştırılmıştır. Burada amaç hücre zarı ve hücre içi moleküllerin davranışlarını gözlemektir. Daha sonraları çok hücreli biyolojik yapıların ve memeli canlıların hücrelerinin, özellikle sinir sistemini oluşturan hücrelerin elektroiklimsel etki altındaki davranışları incelenmiştir.

Ancak tek hücreli canlılar ile çok hücreli memeli canlılar karşılaştırılırken, tek hücreli canlıların diğerlerine göre daha basit bir yapıya sahip olduğu ve çok daha farklı tepkiler göstereceği dikkate alınmalıdır (Davis, 1993).

Yabancı bilimadamlarının araştırmalarına göre çok yüksek elektrik alan şiddeti mikroorganizmaları olumsuz etkilemektedir. D'Ambrosio ve Gann'ın araştırmalarında 500 KV/m'lik alan şiddetinde kültür hücrelerinin ölümü gözlenmiştir (Şeker, 1991).

Bölüm 4 ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİĞE KARŞI YAPI DIŞINDA VE YAPIDA ALINACAK ÖNLEMLER

Yapının dışında ve içinde meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı alınacak önlemler birbirine benzer, ilkede aynıdır. Elektrik alanlara karşı alınacak önlemlerde elektriksel iletkenliği, manyetik alanlara karşı alınacak önlemlerde manyetik iletkenliği çok yüksek gereçler kullanılır. elektromanyetik alanlarda ise her iki özelliği de mümkün olduğu kadar yüksek olan gereçler seçilmelidir. elektrostatik alanlarda ve havadaki iyon yoğunluklarına karşı farklı önlemler alınır.

Doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliğe karşı en etkili yöntemlerden biri "maskeleme"dir. Maskeleme yöntemleri sabit, hareketli ve kişisel maskeleme olmak üzere üç türdür. Sabit maskelemede, yüksek elektroiklimsel kirlilik bölgelerindeki yürüme yolları ve insanların uzun süre bulunduğu mekanlar sabit kafesler ile çevrelenir. Hareketli maskelemede, sabit maskelemedeki gibi kafesler oluşturulur. ancak bu tür, korunacak nesnenin büyüklüğünde ve hareketli olarak tasarlanır. Kişisel maskeleme ise paslanmaz metal telden örülmüş eldivenli ve başlıklı bir elbisedir. Kullanım güçlüğüne karşılık kişisel maskeleme diğer maskeleme yöntemlerine göre daha iyi korur. Bütün maskeleme türleri çok iyi topraklanmış olmalıdır. Maskeleme yöntemlerinin tümü yüksek gerilimli sistemlerin çevresinde çalışan veya yaşayan insanlarda denenmiştir. Sonuç olarak, insan sağlığına etki eden olumsuzluklar ortadan kalkmıştır (Şeker, 1991).

Maskeleme yatay ve/veya düşey yerleştirilmiş çubuklar, göz boyutu ve biçimi değişken ağlar ve teller ile veya ince levhalar (folyolar) ile yapılır. Elektrik ve manyetik alanlarda maskeleme biçimleri elektriksel kirlilik kaynağının niteliğine göre değişmektedir. Düşük frekanslarda göz boyutu büyük ağlar kullanılabilir. Frekans arttıkça göz boyutunun küçülmesi ve hatta folyo ile önlem alınması gerekebilir. Maskeleme biçimi ne olursa olsun, önlemin devamlılığı sağlanmalıdır. Genelde gereçler metal ve alaşımları olduğundan, bulunduğu ortamda oksitlenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Doğal ve yapay elektrik alanlarına karşı alınacak maskeleme önlemlerinde gerecin elektriksel iletkenliği (S/m) yüksek, dolayısıyla elektriksel özdirenci (ρ) düşük olmalıdır. Bu gereçler kirlilik

kaynağı ile korunacak yer arasına yerleştirilmeli ve en kısa yoldan çok iyi topraklanmış bir nesneye bağlanmalıdır. Bu genelde düşey yönde olur.

Doğal ve yapay manyetik alanlara karşı alınacak önlemlerde ise, maske manyetik geçirgenliği (μ) mümkün olduğu kadar yüksek gereçlerden seçilmelidir. En yaygın kullanılan gereç demirdir. Nikel ve kobalt az bulunur gereçler olduğundan başka metaller ile alaşımları kullanılmaktadır. Manyetik alanlarda sağlıklı bir önlem alabilmek için önce manyetik alanın vektörel yönü belirlenmeli ve uygun gereçler ile alan manyetik alan şiddeti etkinliğinin en az olduğu bölgeye kadar yalıtılmalıdır. Maskelemede çubuk biçiminde parçalar kullanılacaksa, çubuklar manyetik kirlilik kaynağına dik yönde yerleştirilmelidir. Eğer etkinin yönü tam olarak belirlenememiş ise birbirini dik doğrultuda kesecek biçimde yatay ve düşey yönde çubuklar kullanılır. aynı görevi kare veya petek gözlü ağılar da yapabilir. Manyetik alan şiddeti çok yüksek ise güvenilebilir bir maskeleme için levha (folyo) biçiminde parçalar seçilmelidir.

Elektromanyetik alanlara karşı alınacak önlemlerde gerecin hem manyetik geçirgenliği hem de elektriksel iletkenliği yüksek olmalıdır. Bu alanlara karşı önlemlerin yöntemi, elektrik ve manyetik alanlara karşı alınan önlem ile aynıdır ve birlikte uygulanmalıdır.

Büyük miktarlarda kullanılacağı için, maskeleme gereçlerinin maliyeti düşük olmalı ve bu gereçler kolay bulunabilmelidir. Tablo 4.1'de elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlar için kullanılacak gereçler ve manyetik geçirgenlikleri, özdirençleri görülmektedir.

Elektroiklimsel kirliliğe karşı önlemler yapı dışında doğal ve yapma çevrede, yapı içinde ise sadece yapma çevrede tasarlanır. elektrikli sistemlerden kaynaklanan dolaylı kirliliklere karşı farklı önlemler alınabilir.

4.1. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışında önlem alınması gereken kirlilikler doğal elektrik ve manyetik alanlar ile yapay elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlardır. Doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklerde, alınması gereken doğal ve yapay önlem her zaman kirlilik kaynağı ile korunacak nesne arasındadır.

Tablo 4.1. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınan Önlemlerde Kullanılan Gereçler (Betz,1994'den uyarlanmıştır).

	Gereç	Alaşım Oranı	Manyetik Geçirgenlik	Özdirenci
Elektrik Alanlardaki Önlemler	Bakır Aluminyum Gümüş	%99,99 Cu %99 Al %99,99 Ag	0,999900 1,000022 0,999975	0,0178 0,0280 0,0160
Manyetik Alanlarda Önlemler	Saf demir Çelik	%0,01C,%99,99Fe %1C,%99Fe	150-3000 40-7000	0,1200 0,1000
Elektro-manyetik Alanlarda Önlemler	Ultraperun Mu-metal	%79Ni,%5Mo,%0,5Mn,%15,5Fe %79Ni,%5Cu,%2Cr,%15Fe	30000-500000 20000-120000	0,6000 0,5500

Doğal önlemler olarak canlı dokular önerilebilir. Dört mevsim yapraklarını dökmeyen ağaçlar bu tür önlem için çok uygundur. Bu ağaçlar insanları bir kalkan gibi elektroiklimsel kirliliklerden koruyabilir. Yapma önlemler ise doğal önlemlerin yetersiz kaldığı yerlerde uygulanır. Doğal ve yapay elektroiklimsel kirlilik kaynakları yapıyı nereden etkiliyorsa, yapma önlem o kesimde uygulanmalıdır. Yapma önlemler, ölçümler veya hesaplamalar ile en düşük elektroiklimsel kirlilik düzeyi olan bölgelere kadar uygulanır. Gerekirse bütün yapı maskelenir. Kirlilik kaynaklarına yönelik bir iyileştirme, önlem için ilk adım olarak değerlendirilebilir.

4.1.1. Doğal Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışında meydana gelen ve yapıyı etkileyen doğal elektroiklimsel kirlilik, doğal ve yapma yöntemlerle önlenemez. Her iki yöntem için de kirlilik kaynağının yeri ve yapıyı etkilediği yön önemlidir. Fırtına ve yıldırımlardan sıkça etkilenen yapıların çevresine önlem olarak her mevsim özsu içereren ve yapıdan daha yüksek olan ağaçlar dikilebilir. Örnek olarak servi, çam veya kavak ağacı önerilebilir. Yapının dış cephesinde, özellikle çatıya kadar uzanan sarmaşıklar olumsuz etkilere neden olabilir.

Doğal elektroiklimsel kirliliğe karşı yapı dışında alınacak önlemlerde yapının konumu, boyutları ve kullanılan yapı ürünleri önemli bir sorun olabilir. Yüksek rakımlı yerlerde, yapının doğal elektrik alanlarından etkilenme olasılığı daha çoktur. Bu tür yerlerde yapı elektrik yüklü bulut kütlelerine daha yakın olduğundan doğal elektrik alan şiddeti daha yüksek olacaktır. Yıldırım düşme olasılığı da daha fazladır. Yapıda aşırı yükseltilerden kaçınılmalıdır (yüksek baca, kuleler, anten vb). Çok fazla doğal yükseltilerin olmadığı bir bölgede tek yüksek yapı yapımından kaçınılmalıdır. Çok katlı yapılarda oturan insanlar doğal elektroiklimsel kirliliklerden daha fazla etkilenir.

Havada doğal nedenlerden dolayı meydana gelen iyon yoğunlukları yapı dışında önlenemez. Küçük iyonlar karşıt yüklü nesnelere nötralize olurken, büyük iyonların da kirleticileri serbest kalacaktır. Ancak yapı içine girmesi engellenebilir. Havada negatif iyonların sayısı pozitif yüklü iyonlara oranla daha çoktur. İyonlara karşı yapı dışında alınacak en iyi önlem yapının çevresini mümkün olduğu kadar çok bitki ile donatmaktır.

4.1.1.1. Doğal Elektrik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışında meydana gelen doğal elektrik alanlar pek çok doğal ve yapay yapı ürünleriyle engellenebilir. Doğal statik elektrik alanlar genelde fırtınanın oluşumu ve etkin olduğu sırada meydana gelir. Normal insanları bu tür elektrik alanları etkilemediğinden özel bir önlem alınmasına gerek yoktur. Ancak çok duyarlı insanların yaşadığı yapılarda tüm metal yapı ürünleri özel olarak tasarlanmış bir topraklama hattına bağlanmalıdır. Çatıda kullanılan bakır, alüminyum ve demir levhalar, uzay kafes çatı sistemleri, metal pencere ve kapı doğramaları topraklanmalıdır. Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan metal parçalar yapım sırasında birbirine bağlandığından temele yakın bir yerden topraklama sistemine bağlanması yeterlidir.

Doğal tellürik akımların frekansları çok düşüktür ve pek çok yapı ürününden kolayca geçebilmektedir. Ancak elektriksel iletkenliği yüksek yapı ürünlerinden akım daha kolay geçebilir. Statik elektrik alanlarda olduğu gibi ancak çok duyarlı insanlar tellürik akımlardan etkilenirler. Tellürik akımlar havada meydana geldiğinden, statik elektrik alanlara karşı alınan önlemler yeterli olacaktır.

Doğal statik alanlar yapıyı etkilemeden önce, yapı dışında yapıdan daha yüksek bir noktada yönlendirilebilir. Temel görevi yıldırımları üzerine çekip toprağa iletmek olan "Paratoner" in, doğal

Doğal statik alanlar yapıyı etkilemeden önce, yapı dışında yapıdan daha yüksek bir noktada yönlendirilebilir. Temel görevi yıldırımları üzerine çekip toprağa iletmek olan "Paratoner" in, doğal elektrik alanlar üzerinde de etkin olduğu gözlenmiştir. Yer ile bulut arasındaki ortamın dielektrik parametresi veya yükler arası mesafe azaldığında elektron boşalımı ile yıldırım oluşur. Paratoner genelde yapının en üst noktasında bulunur. Yapı dışında uygun bir yerde yapıdan daha yüksek bir metal direğin veya kulenin tepesinde bir paratoner tesisatı tasarlanabilir. Paratoner ile toprak arasında elektron akımını yönlendiren iletkenin kesiti ve gerecin öz direnci amaca uygun olmalıdır.

4.1.1.2. Doğal Manyetik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışında meydana gelen doğal manyetik alanlardan kaynaklanan elektroiklimsel kirliliğe karşı önlemler yeraltında olur. Elektrik alanlarında olduğu gibi önlem kirlilik kaynağı ile etkilenen yer arasındadır. Yeraltından kaynaklanan manyetik kirlenmelere karşı yapının bodrumunda veya temelinde önlem alınır. Yapı ile yerdüzlemi doğrudan ilişkili olduğundan, yapı dışında doğal manyetik alanlardan kaynaklanan elektroiklimsel kirliliklere karşı maskeleyme biçiminde herhangi bir önlem alınmaz. Ancak yeraltındaki hareketli zemin suları ve manyetik madenlerden kaynaklanan kirlilikler tespit edilebilir. Yerleşim bölgeleri bu ölçütler doğrultusunda belirlenir.

Almanya'da bir inşaat şirketi "doğaya uyumlu" konutların üretimi öncesi arsanın incelemesini yapmaktadır. Ön proje hazırlanmadan önce jeomanyetik ölçümler ve yeraltı sularının, yer kabuğundan kaynaklanan gaz (radon) sızıntılarının ve doğal ışınımın tespiti için testler uygulanmaktadır. Bu incelemenin verileri doğrultusunda arsanın uygun olup olmadığı araştırılmakta ve yapım yeri belirlenmektedir (Beisel, 1988).

4.1.2. Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışında meydana gelen yapay elektroiklimsel kirlilikler elektrikli sistemlerden kaynaklanmaktadır. Doğal elektroiklimsel kirliliklerde olduğu gibi yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı da doğal ve yapma yöntemlerle önlemler alınabilir. Elektrikli sistemlerin doğrudan oluşturduğu elektroiklimsel kirlilikleri farklı yöntemlerle önlenebilir.

Yapı dışında meydana gelen yapay elektroiklimsel kirliliğe karşı alınan ilk önlem, etkin alan şiddetinin sınırı dışında kalan bölgede bulunmaktadır. Etkilenmenin alt sınırı olarak elektrik ve manyetik alanlarda, ulusal ve uluslararası kurumların önerdiği eşik değerler kabul edilebilir. Alternatif elektrik alan şiddeti tüm kuruluşların önerdiği değerlerin ortalaması olan 5 KV/m'dir. Alternatif manyetik alan şiddetinde ise eşik değer olarak DIN , VDE 0848 nolu standartın öngördüğü 0,4 mT'lik toplam manyetik alan şiddeti önerilebilir. Her iki elektriksel alan şiddeti de 50 Hz'lik şebeke frekansı için verilmiştir. Ancak unutulmamalı ki, düşük alan şiddetlerinin, uzun sürede insan sağlığını olumsuz etkilemediği kesin olarak kanıtlanmamıştır.

Yapı dışında yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı alınacak önlemlerde öncelikle yapı ile kirlilik kaynağı ilişkisi incelenmelidir. Yüksek gerilimli elektrikli sistemler yapı dışındaki en önemli elektroiklimsel kirlilik kaynaklarıdır. Bu sistemler ile yerleşim bölgelerinin ilişkisi kirlilik oluşturmayacak biçimde korunmalıdır. Örneğin İstanbul'da, Umraniye ve Etiler'de şalt sahaları konutların arasındadır. aynı biçimde Levent/Zincirlikuyu'dan geçen yüksek gerilim hattı yapıların ön cephelerine 8-10 metre kadar yaklaşmaktadır. Bu bölgelerde yüksek gerilim hatları yeraltına döşenebilir. Ancak yapım, bakım ve onarım maliyetleri çok yüksek olduğundan tercih edilmemektedir. Elektroiklimsel kirlilik düzeyleri ve görüntü kirliliği yeraltı sistemlerinde daha azdır. Yerleşim bölgelerinde transformatörlerin iletim kablolarının kesinlikle yeraltından geçirilmesi transformatörlerin içinde bulunduğu yapının çok iyi maskelenmesi gerekir. Önlem alındığında (hava devinimi, soğutma, su yalıtımı vb.) transformatörler yeraltında da tasarlanabilir. Yoğun nüfuslu yerleşim bölgelerinde düşük gerilimli elektrikli sistemler yeraltında tasarlanıp uygulanmaktadır. Yerüstünde bulunan elektrikli sistemlerden yapılar, dış cephelerinde uygulanacak maskeleme ile korunabilir. Tüm yüksek gerilimli elektrikli sistemlerin yakın çevresinde kesinlikle oyun alanları, kreşler, veya açık spor tesisleri (futbol, basketbol, tenis vb) yapılmamalıdır. Elektrik şirketleri yüksek gerilimli sistemlerin yerlerini ve güzergahlarını (şehir içinde veya dışında) tasarlarırken, şehir plancıları ile birlikte çalışmak merkezi ve yerel yönetimlerin uzun vadeli kalkınma ve yerleşim programlarını gözönüne almalıdır. Yıllar sonra yoğun yerleşim bölgeleri arasında kalan yüksek gerilim hatları ve şalt sahaları insanların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapı dışında yüksek gerilim hatlarında meydana gelen korona nedeniyle oluşan gürültü teknolojik yeniliklerle engellenebilir (Ata, 1993). Yüksek frekanslı ışımaya karşı yapıda maskeleme yöntemleri ile önlemler alınabilir. Yüksek gerilim hatlarının çevresinde meydana gelen ozon insanlar için zehirleyici bir gazdır. Dolayısıyla konut bölgelerinden geçen bir yüksek gerilim hattının yönlendirilmesinde bölgesel hakim rüzgarlar dikkate alınmalıdır. İyon yoğunluklarının dağılabilmesi için

de rüzgarın yönüne dikkat edilmelidir. Yapı ile yüksek gerilim hattı arasına sık aralıklarla dört mevsim yaprak dökmeyen ağaçlar dikilebilir.

4.1.2.1. Yapay Statik ve Alternatif Elektrik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Yapı dışındaki doğru gerilimlerde çok fazla kirlilik oluşmadığından, yapay statik elektrik alanlara karşı önlem alınmasına gerek yoktur. Tersi durumunda alternatif elektrik alanlarda alınan önlem geçerli olacaktır. Yapı dışında elektrik alanların oluşturduğu elektroiklimsel kirlilikler 50 Hz şebeke frekanslı, yüksek gerilimli elektrikli sistemlerden kaynaklanmaktadır.

Yüksek gerilim hatları çevresindeki konut yerleşimlerinde, alternatif elektrik alan şiddeti 5 KV/m'yi geçmemelidir. Tablo 4.2.'de yüksek gerilim hatlarına yapı yaklaşım mesafeleri verilmiştir.

Tablo 4.2. Yüksek Gerilim Hatlarına Yaklaşım Mesafesi

Yüksek Gerilim Hatlarının İşletme Gerilimi KV	Yaklaşım Mesafesi M
380	20
420	25
765	35
1000	45
1300	50

Not: Bölüm 3.1.1.2.'deki grafiklerden 5 KV/m'ye göre mesafeler alınmıştır.

Yapı cephelerindeki boşluklardan (pencere, kapı vb) yapı içine elektrik alan etkileri sızabilir. Yüksek gerilim hattının bulunduğu yöne yapının sağır cepheleri getirilmeli veya uzun süre kullanılmayan WC, banyo, depo gibi birimler bu yönde tasarlanmalıdır.

Yapılar transformatörlere en az 10 metre uzaklıkta olmalıdır. Transformatörün içinde bulunduğu yapı içten tamamen maskelenmelidir. Düşük gerilimli elektrikli sistemlere ise en az iki metre mesafede durulması önerilebilir. Pek çok yapı ürünü ve bitkiler ile elektrik alan etkileri yaklaşık % 90 düşürülebilir (Rose, 1994). Maskeleye yapı ürünleriyle sağlanamıyorsa, yapı dışında elektriksel iletkenliği yüksek gözenekli ağlar uygulanabilir. Maskeleye mutlaka topraklanmalıdır.

4.1.2.2. Yapay Statik ve Alternatif Manyetik Alanlara Karşı Yapı Dışında Alınacak Önlemler

Elektriksel doğru akımın neden olduğu yapay statik manyetik alanlara yapı dışında pek rastlanmadığından bu tür kirliliklere karşı özel bir önlem alınmasına gerek yoktur. Yapı dışında yapay statik manyetik alanlara karşı alınacak önlemler, yapay alternatif manyetik alanlara karşı alınan önlemlerle aynıdır. Yüksek gerilim hatlarının neden olduğu 50 Hz'lik alternatif manyetik alanlar her yapıda kullanılan yapı ürünleri tarafından maskelenememekte ve yapı içine kolayca sızabilmektedir. Konut bölgelerinde yüksek gerilim hatlarına olan uzaklıklar alternatif manyetik alanlar için de geçerlidir. (Bkz. Tablo 4.2.) Yapı içinde, yapı dışından kaynaklanan kirlilik düzeyi standartların çok üzerinde ise, elektrik alanlara karşı alınan önlemlerdeki gibi bir maskeleye yöntemi seçilmelidir. Ancak maskeleye için seçilen gerecin manyetik geçirgenliği de çok yüksek olmalıdır. Yapı dışında, bitkilerle alınabilecek önlemler manyetik alanlarda yetersizdir.

Transformatör istasyonlarının çevresinde giriş ve çıkış geriliminin vektörel toplamı kadar elektrik alan şiddeti oluşur. Ancak transformatörler endüksiyon ilkesine göre çalıştığı için, hem sargıların neden olduğu manyetik alan şiddeti, hem de giriş ve çıkış hatlarının oluşturduğu manyetik alan şiddeti aygıtın çevresinde çok yüksek düzeyde elektroklimsel kirlilik oluşturur. Eğer transformatör konut birimleri yakınlarında ise, transformatör istasyonu içten levha biçiminde elektriksel ve manyetik iletkenliği çok yüksek gereçler ile maskelenmelidir.

Yapı dışındaki düşük gerilimli elektrikli sistemlerde oluşan alternatif manyetik alanlar çok yüksek düzeylere çıkabilir. Yapı cephelerinin önlerinden geçen iletim hatlarından yüzlerce amperlik akım şiddeti geçerken yapı içinde olumsuz etkilenme kaçınılmazdır. Yüksek gerilimli sistemlerde alınan önlemlerin aynısı düşük gerilimli sistemler için de uygundur.

Frekansı ve şiddeti değişken karmaşık elektromanyetik alanlar için belirli açıklıklı bir metal ağ kullanılması uygun değildir. Bu tür kirlilik kaynaklarını elektriksel ve manyetik iletkenliği yüksek, topraklanmış folyo biçimindeki maskeleye gereci ile çevrelemek uygun bir çözümdür.

Frekanstan ve şiddetleri belirli elektromanyetik alanlar için göz boyutları küçük, elektriksel ve manyetik iletkenliği yüksek ağlar önerilebilir. Ancak ince levha veya folyolar ile daha iyi sonuçlar elde edilir. Şekil 4.1.'de yapı dışında elektroiklimsel kirliliğe karşı alınan önlemler, ilişkiler ve açılımlar toplu olarak gösterilmiştir.

4.2. Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapı dışında ve içinde meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı önlemlerde, yapma yöntemlerden yararlanmalıdır. Yapı dışında meydana gelen kirliliklere karşı önlemler yapının dış kabuğunda, yapıda meydana gelen kirliliklerde ise yapı içinde önlem alınır. Yapı dışında meydana gelen doğal elektrik ve manyetik alanlar ile yapay elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlar ile yapay elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara karşı önlemler maskeleye biçimindedir. Yapı içinde ise, öncelikle elektrikli sistemdeki iyileştirmeler, denetimler ve kullanım sürecindeki duyarlı tepkiler ile kirlilik azaltılabilir. Denetlenilemeyen elektroiklimsel kirlilikler maskelenir. Maskeleye, yapı dışında olduğu gibi kirlilik kaynağı ile etkilenen insan arasında da olabilir.

Yapıda doğal ve yapay elektrik alanlarından kaynaklanan elektroiklimsel kirliliğe karşı üç ayrı topraklama sistemi vardır. Bunlar, paratonerin topraklama sistemi, doğal ve yapay elektrik alanlarda uygulanan maskeleyenin topraklama sistemi ve yapının elektrikli sistemindeki kaçak akımlara karşı alınan önlemin topraklama sistemidir. Bu üç topraklama sistemi birbirinden ayrı tasarlanmalı ve kesinlikle birbirine bağlanmamalıdır.

Yapıda, doğal ve yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı değişik önlemler alınır.

4.2.1. Doğal Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapıda doğal elektroiklimsel kirliliklere karşı alınan önlemler, yapı dışında doğal elektrik ve manyetik alanlarda, yapı içinde elektrostatik ve statik manyetik alanlarda ve yapı içi iyonluklarındadır. Yapı dışında meydana gelen doğal elektroiklimsel kirliliklerde, yapının dış kabuğunda önlemler maskeleyici biçimindedir. Yapı içindeki doğal elektroiklimsel kirliliklerde ise, önlemler kirlilik kaynağına ve olduğu ortama yöneliktir.

Yapı dışında meydana gelen doğal iyon yoğunluklarına karşı yapıda herhangi bir önlem alınmaz. Pozitif ve negatif yüklü küçük iyonlar, yapının dış kabuğundaki yapı ürünlerinde nötralize olarak yok olurlar. Büyük iyonlar ise, elektriksel olarak dengelenirler ve taşıdıkları fiziksel parçacıklarla parçacıklarla (su, toz vb.) yapının dış kabuğunu kirletirler. Küçük ve büyük iyonlar yapı içine dış cephedeki boşluklardan (pencere, kapı vb.), havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinden girebilir. Küçük ve büyük iyonlar elektriksel olarak dengelenirken, büyük iyonlar yapı içini kirletmektedir.

Yapı içinde meydana gelen doğal iyon yoğunlukları oluşum evresinde denetim altına alınmalıdır. Yapı içindeki negatif iyonların azalması durumunda, hava filitelerindeki "iyonizatör"ler ile veya yapı dışından sağlanacak hava akımıyla iyonlar dengelenir. Aşırı miktarda negatif iyon yoğunluğu yapı içinde büyük iyonların artmasına ve elektrostatik yük bölgelerinin oluşmasına neden olabilir. Büyük iyonların oluşumunu engellemek için kirletici parçacıkların, toksik maddelerin ve su buharının yapı içinde artmaması gerekir. Çünkü en hafif hava devrimlerinde, küçük iyonlar elektrostatik çekim kuvveti etkisiyle büyük iyonlara dönüşür. Eğer yapı içinde büyük iyonlar oluşmuş ise, bunlar genelde pozitif yüklü veya nötr olan doğal yapı ürünleri ile dengelenebilir ve insan sağlığını olumsuz etkilemez. Örnek olarak "sisal" veya "kokos" liflerinden üretilmiş hasırlar, ahşap yapı ürünleri, kumaşlar vb. pek çok doğal ve iyon dengeleyici yapı ürünü gösterilebilir. Doğal yapı ürünlerinin dayanımını artırmak veya renklendirmek için kullanılan kimyasal maddelerden (polyester gibi) vazgeçilmelidir. Çünkü bu tür maddeler havadaki iyon dengelerini bozabilmektedir.

4.2.1.1. Doğal Elektrik Alanlarına Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapı dışında meydana gelen doğal elektrik alanlarına karşı yapıda, yapının dış kabuğunda elektriksel iletkenliği yüksek gereçler ile maskeleme yapılarak önlem alınabilir. Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan metal parçalar, demir pencere ve kapı doğramaları da maskeleme sistemi gibi topraklanmalıdır. Yıldırımlara karşı iyi bir önlem olan paratoner, doğal elektrik alanlarına karşı da oldukça etkilidir. Yapıda paratoner çatının en üst noktasındadır. Paratoner iletkeninin (yapının da cephesinden veya içinden geçmesine bağlı olarak) konumunun ayrı bir önemi vardır. Yapının dış cephesinden geçiyorsa, mümkün olduğu kadar yatak odası veya insanların uzun süre kullandıkları mekanların cephelerinden geçmemelidir. Eğer mümkün değilse (ör. oteller), kablonun orta aksından en az birer metre sağ ve solunda sık gözlü ağlar veya levha biçiminde maskeleme ürünleri ile önlem alınmalıdır. Paratonerin kablosu yapı içinden geçiyorsa, tesisat bacası sık kullanılmayan mekanlarda olmalı ve baca içten çepeçevre maskelenmelidir. Paratoner ve kablonun, yapının hiçbir metal ürünüyle doğrudan bağlantısı olmamalıdır. Ayrıca topraklama levhası çok yüksek iletkenliğ olan toprak katmanlarında olmalıdır.

Yapı içinde elektrostatik alanlara karşı önlem alınırken, elektrostatik alanların yüklenme şartlarını, elektrostatik yüklenmelere neden olan yapı ürünlerini, elektrostatik yüklerin oluştuğu ortamın hava şartlarını denetleme ve elektrostatik yükleri insan sağlığına zarar vermeden yönlendirme veya nötralize edebilmenin yollarını aramak gerekir.

Elektrostatik alanların oluşumuna neden olabilecek gereçlerin birbiriyle ve şiddetli hava devinimleriyle sürtünmesi engellenerek bu alanların oluşumu önlenebilir. Ani elektron boşalmılarından kaynaklanan rahatsız edici çarpımalara karşı, sık kullanılan yapı ürünlerinin elektriksel iletkenliği yüksek gereçlerden seçilmemesi gerekir. Örneğin metal kapı kolları, boyanmamış veya kaplanmamış metal mobilya vb. yapı ürünlerine insan vücudundan ani elektron boşalımı ile çarpılma olabilir.

Elektrostatik yüklenmelere neden olan gereçler kullanılmamalıdır. Bu gereçler yerine doğal yapı ürünleri önerilebilir. Örneğin pleksi-glas (pastik cam), kauçuk, PVC gibi maddelerden üretilmiş yapı ürünleri seçilmemelidir.

Yapı içi hava niteliği, elektrostatik alanların oluşumuna ve alan şiddetinin düzeyine ilişkin bir etkidir. Yüksek nem oranı havanın iletkenliğini artırır ve elektrostatik alan şiddetinin de artmasına neden olur. Elektrostatik alanların oluşabileceği mekanlarda sıcaklık ile bağlı nem oranı insan sağlığını olumsuz etkilemeyecek kadar düşük olmalıdır.

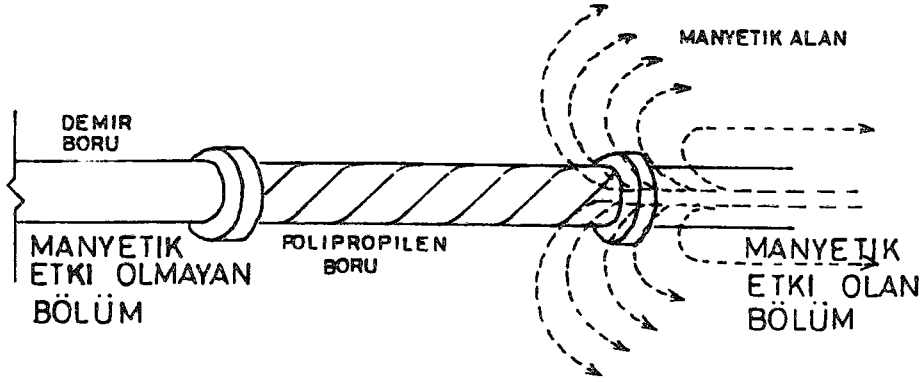
Tüm bu önlemlere ek olarak elektrostatik yükleri insan sağlığına zarar vermeden yönlendirebilecek veya nötralize edecek doğal gereçler kullanılmalıdır. Doğal gereçlerden oluşan yapı ürünleri, dielektrik özellikleriyle alan etkilerini yönlendirebilir veya elektron yüklü gereçleri elektriksel olarak dengeleyebilir. Elektrostatik alanların oluşma olasılığı olan bölgelerde, topraklanmış iletkenlerle elektrostatik yükleri toprağa ileterek önlem alınabilir.

4.2.1.2. Doğal Manyetik Alanlara Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapıda doğal manyetik alanlara karşı üç tür önlem vardır. Manyetik alanlar ferromanyetik gereçler ile yönlendirilir, yönlendirilemeyen manyetik alanlar tamamen maskelenir veya manyetik alanın insan sağlığını olumsuz etkilemeyeceği bir emniyet mesafesi belirlenir. Bu üç önlem, yapı dışından ve içinden kaynaklanan manyetik alanlarda uygulanabilir.

Yapı dışında meydana gelen manyetik alanlar genelde yeraltından kaynaklanmaktadır. Yapının temelinde veya bodrum katında, hareketli yeraltı sularından veya manyetik madenlerden kaynaklanan manyetik alanlara karşı önlem maskeleyme biçimindedir. Yapının temelindeki su yalıtımının üstüne manyetik ve elektriksel iletkenliği yüksek metal ağlar uygulanabilir. Temeldeki demir donatıları ile zemin döşemesindeki demirler manyetik alanlara karşı etkin bir önlem olabilir. Yapı dışından kaynaklanan doğal manyetik alanlara karşı önlem alınamıyorsa, yapı manyetik alan etkisinin dışında bir yerde konumlandırılmalıdır.

Yapı içinde, meydana gelen manyetik alanlar ilk aşamada yönlendirilmelidir. Statik manyetik alan kaynakları sık kullanılan mekanlardan geçirilmemelidir. Sonradan statik manyetik alan kaynağına dönüşebilecek yapı ürünleri kullanılmamalıdır. Doğal manyetik alanın yayılmasını önlemek için aynı işlevi üstlenebilecek diamanyetik yapı malzemeleri kullanılabilir. Örneğin manyetik etkisi olan borularda, polipropilenden üretilmiş bir ara parça ile manyetik alan etkisinin yayılması veya oluşması önlenir. Kullanılan ara parçanın uzunluğu manyetik alanın etki sınırını aşmalıdır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Borularda Manyetik Alanlara Karşı Alınan Önlemler

Oluşan manyetik alanlar yönlendirilemiyorsa, tamamı örtülecek biçimde maskelenir. Maskeleyen gerecinin manyetik iletkenliği, manyetik alan etkisini oluşturan kaynağın manyetik iletkenliğinden daha büyük olmalıdır. Eğer tamamı maskelenemiyor ise, kabul edilebilecek manyetik alan şiddet sınırına kadar maskeleyen devam ettirilir. Ancak yönlendirme veya maskeleyen ile olumlu sonuçlar alınmıyor ise yapılacak tek uygulama manyetik alanın oluşturduğu kirlilik kaynağından uzak durmaktır. Örneğin müzik setlerinde kullanılan hoparlörlerden en az iki metre uzak durulmalıdır. Yatak odasında yatak başında demirden herhangi bir yapı ürünü olmamalıdır. Yatak içindeki demir veya çelik yaylar önemli bir statik manyetik kirlilik kaynağıdır. Uzun süre kullanılan mekanlarda olabildiğince ferromanyetik yapı ürünleri ve mobilyalardan kaçınılmalıdır. Manyetik alanlarda, metallerin ısıtılmasıyla manyetik etki kirlilik kaynağına yok edilebilir. Bu etkinin yok oluşu için gerekli sıcaklık düzeyi 768°C 'dir. Bu olaya "Curie etkisi" denir. (Betz, 1984). Bu yöntem ancak manyetik etki gösteren ürünün kendi yapısına veya yakın çevresinde bulunan başka yapı ürünlerine zarar vermeyecek durumlarda uygulanabilir.

4.2.2. Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapıda yapay elektroiklimsel kirlilikler yapı dışındaki ve yapı içindeki elektrikli sistemlerden kaynaklanmaktadır. Yapı dışındaki yapay elektroiklimsel kirlilik kaynağı yüksek gerilimli sistemlerken, yapı içinde düşük gerilimli sistemlerdir. Yapı dışındaki elektrikli sistemlerde doğrudan meydana gelen kirliliklere karşı yapının dış kabuğunda maskeleyen biçiminde önlem alınır. Maskeleyen gereci olarak elektrik ve manyetik alanlara karşı alınan önlemlerde kullanılan gereçler seçilmelidir. Şekil 4.3'de yapının dış kabuğunda yapılan bir maskeleyen örneği görülmektedir.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ	Kolon Hattı	<ul style="list-style-type: none"> - Uzun süre kullanılan mekanlardan uzak yerlerde tasarlanmalıdır. - Tesisat bacası iyi maskelenmelidir
	Dağıtım tablosu	<ul style="list-style-type: none"> -Uzun süre kullanılan mekanlardan uzak yerlerde tasarlanmalıdır. - Topraklanmış Ferromanyetik kutu ile maskelenmelidir.
	Sigorta tablosu	<ul style="list-style-type: none"> - Kullanılmadığı zaman elektrik devresini kapatabilmek için mandallı otomatik sigorta kullanılmalıdır. - Topraklama Hattı ile çalışan diferansiyel sigorta (kaçak akım koruma aleti) kullanılmalıdır. - Elektrik devrelerini, kullanılmadığı zaman otomatik olarak açıp kapatabilen elektronik devre (gerilim kesicileri) kullanılmalıdır. - Gerilim kesicileri veya mandallı otomatik sigorta kullanılmadığı zaman elektrik devrelerini tek tek kapatabilen şalterler önerilebilir. - Uzun süre kullanılan mekanlardan uzak yerlerde tasarlanmalıdır. - Topraklanmış ferromanyetik kutu ile maskelenmelidir.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler(devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER	
E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ	E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ N İ N D Ü Z E N İ	Sıva altı döşem	<ul style="list-style-type: none"> - Uzun süre kullanılan mekanlarda boru buat ve kasalar maskeleyecek gereçlerden olmalıdır. - Boru içinde kullanılan kablo birbiriyle örülmüş (veya sarmalanmış) olmalıdır. - Aynı boru içinde nötr devre ile elektriksel topraklama hattı yalıtılmış biçimde kullanılmalıdır.
		Sıva üstü döşem (antigrön)	<ul style="list-style-type: none"> - En az yalıtılan bu yöntem sadece çok az kullanılan mekanlarda uygulanmalıdır. Örneğin, bodrum, garaj, depo vb.
		Asma tavan	<ul style="list-style-type: none"> - Asma tavan içindeki elektrik kabloları maskeleyecek kapaklı kanallar içine döşenmelidir. - Asma tavanın arka yüzüne maskeleyecek düzenlemeler tasarlanmalıdır.
		Yükseltilmiş döşeme	<ul style="list-style-type: none"> - Asma tavanlardaki önlemlerin aynısı.
		Taban döşemesi içinden yapılan döşem	<ul style="list-style-type: none"> - Sıva altı döşem ile aynı.
		Tavan döşemesi içinden yapılan döşem	<ul style="list-style-type: none"> Sıva altı döşem ile aynı

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER	
E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ	E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ N İN D Ü Z E N İ (d e v a m)	Anahtar yerleri	- Ergonomik kullanım ölçütleri dahilinde olmak şartı ile mümkün olduğu kadar düzenli kullanılan yerlerden uzak yerlerde tasarlanmalıdır.
		Priz yerleri	-Anahtar yerleri ile aynı
		Elektrik döşem yöntemleri	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrik döşemi en kısa yoldan yatay ve düşey yönde tasarlanıp yapılmalıdır. - Buatlı ve dallanmalı sistem tercih edilmelidir. -Ring hattı kesinlikle yapılmamalıdır. - Tablolu sistem (gereksiz kablo uzunlukları) tercih edilmemelidir. - Gereksiz yerlere ve gereksiz uzunlukta hat döşenmemelidir. -Gereğinden fazla priz tasarlanmamalıdır. - Eksik veya eskimiş elektrik döşemi tamamlanmalı veya değiştirilmelidir. - Prizlerde faz ve nötr devresi ile topraklama hattı karıştırılmayacak düzende olmalıdır. (Kuzey Amerikan Standardında olduğu gibi.)

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
E L E K T R İ K D Ö Ş E M İ	ELEKTRİK DÖŞEMİNİN DÜZENİ (devam)	Elektrik döşeminin iletkenleri
	Gerilimi ayarlamak için kullanılan aygıtlar (dimer).	<ul style="list-style-type: none"> - Kablolar, iletkenliği yüksek gereçlerden üretilmelidir. - Yalıtımı şebekenin gerilimine uygun olmalıdır. - Kablo kesiti, kullanılan gerecin tümü ve niteliği ile içinden geçecek elektrik akımının şiddetine uygun olmalıdır. - Şebeke frekansında "koaksial" tipi kablo tercih edilmelidir. - Tüm döşemde topraklama kablosu kullanılmalıdır. - Uzatma kabloları kesinlikle topraklanmış olmalı ve gereksiz uzunlukta kablo kullanılmamalıdır.
		<ul style="list-style-type: none"> - Aydınlatma ürünlerinin ışık şiddetini düzenlemek için dimmer tercih edilmemeli, mümkün değilse mekanın en çok kullanılan noktasından en az iki metre uzaklıkta olmalıdır. - Elektrikli motorların hızını düzenlemeye yarayan aletler uzun süre kullanılmamalıdır.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI AYDINLATMA ÜRÜNLERİ AKKOR FLEMANLI LAMBALAR	220 V Vakumlu (Normal) lambalar	<ul style="list-style-type: none"> - Lamba kullanılmadığında, elektrik sisteminin faz devresinin ampulün flemanı üzerinde olmamasına dikkat edilmelidir. - Armatürler daima topraklanmalıdır.
	220 V Halojen lambalar (300 W-500W)	<ul style="list-style-type: none"> - Normal lambadaki önlemlerin aynısıdır. - Ayrıca çok yüksek akım şiddeti nedeniyle kablolarına yaklaşılmamalı veya maskelenmiş kablo kullanılmalıdır.
	Düşük gerilimli (6V-12V-24V) Halojen lambalar	<ul style="list-style-type: none"> - Çok sık ve uzun süre kullanılan mekanlarda tercih edilmemelidir. - Transformatör mekandan ayrı ve uzak bir yere konmalıdır. - Manyetik alanları iyi maskeleyen kablolar kullanılmalıdır. - Gerekirse transformatör Mu-metal folyo ile sarılmalıdır. - Ampulden ve iletkenlerden en az bir metre, trafodan en az 2-3 metre mesafe korunmalıdır.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI AYDINLATMA ÜRÜNLERİ	GAZ İŞİNİMLİ LAMBALAR	Floresan lambalar
	Kompakt tipi floresan lamba	<ul style="list-style-type: none"> - Konutta ve işyerlerinde zorunlu olmadıkça kullanılmamalıdır. - Ampul ve Armatüre en az iki metre mesafe korunmalıdır. - Ampul balastı armatür içinde değil de, mekan dışında bir yere monte edilmelidir. - Balast armatür içinde ise Mu-model folyo ile sarılmalı ve armatür ile birlikte topraklanmalıdır.
		<ul style="list-style-type: none"> - Konut ve işyerlerinde kesinlikle kullanılmamalıdır. Uzun süre kullanılmayan mekanlar (bodrum, garaj, bahçe, merdiven) için idealdir. - Balast ve ampul kombinasyonu olan lambaya en az iki metre mesafe korunmalıdır. - Masa lambası olarak kullanımdan sakınımalıdır. - Maskeleme olasılığı güçtür, ancak balastı bağımsız lambalarda maskeleme yapılabilir.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI AYDINLATMA ÜRÜNLERİ	GAZ İŞİNİMLİ LAMBALAR (devam)	<p>Özel amaçlı gaz dolgulu, basınçlı dekoratif yüksek gerilimli lambalar (gaz dolgusu: neon, cıva,vb.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yapı içinde dekoratif amaçlı kullanılmamalıdır. - Dekorasyonda sık kullanılan mekanlarda en az iki metre mesafe korunmalıdır. - Yükseltici transformatörler ve balastlar en az 2-3 metre mesafede olmalı veya topraklanmış Mu-metal folyo ile maskelenmelidir.
	ARMATÜR TIPLERİ VE GEREÇLER	<p>Aplik, Abajur vb.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aletin aydınlatma özelliği temel alınarak sık kullanılan yerlerden en az bir metre mesafe korunmalıdır. - Metal armatür tercih edilmeli ve topraklanmalıdır. - Asma tavan montajlarında reflektör topraklanmalı ve maskelenmelidir.
	<p>Metal Armatürler (demir, alüminyum vb.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Topraklamak şartıyla tercih edilmelidir.
	<p>Metal olmayan armatürler (bakalit, plastik vb.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zorunlu olmadıkça tercih edilmemeli, (Elektroiklimsel kirlilikler yalıtılamaz, ısınma sonucu zararlı gazlar yayılabilir.) yapı dışı kullanılmalıdır.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

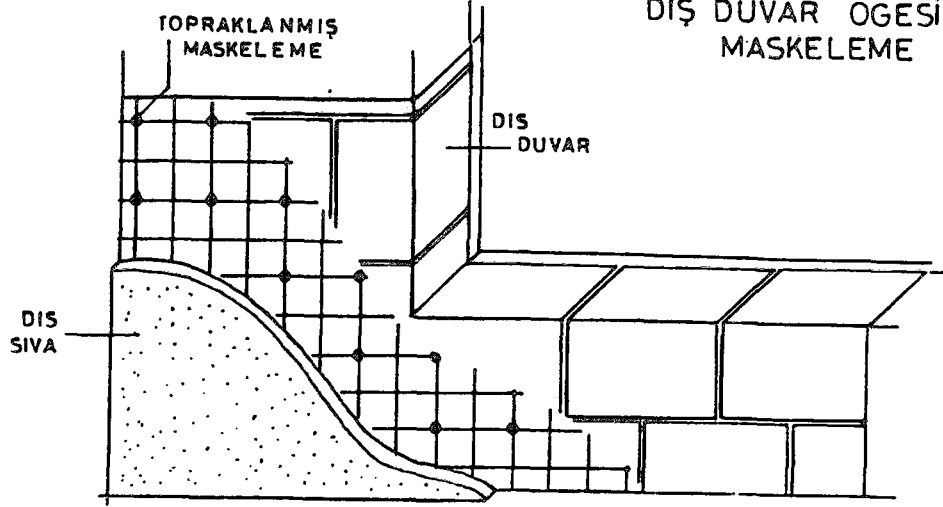
KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER	
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI ELEKTRİKLI AYGITLAR	EKRANLI AYGITLAR	Televizyon	<ul style="list-style-type: none"> - Ekrandan en az iki metre uzakta oturulmalı, asla aygıtın arkasında oturulmamalıdır. - Yatak odasına bitişik oturma odası duvarlarında televizyon bulundurulmamalı - Kullanımdan sonra uzaktan kumanda ile kapatılmamalıdır. (Fişin çekilmesi önerilebilir.) - Yatak Odasında televizyon kullanılmamalıdır.
		Bilgisayar	<ul style="list-style-type: none"> - Bilgisayar ekranına en az 50 cm. mesafe korunmalıdır. - Asla ekranın arkasına dönük çalışmamalıdır. - Mümkünse uluslararası veya İsveç MRP 2 sınır değerlerini aşmayan ekran seçilmelidir. - Ekranın besleme kablosu kesinlikle topraklı olmalı ve faz bağlantısına dikkat edilmelidir. - Sık aralıklar ile dinlenilmelidir.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER	
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI ELEKTRİKLİ AYGITLAR	ÇEŞİTLİ ISITICILAR	Ocak, fırın vb.	<ul style="list-style-type: none"> - Kullanım sırasında en az bir metre mesafe korunmalıdır. - Kullanımdan sonra fişi çıkartılmalı veya devre kesilmelidir. - Aygıt ve kablosu maskelenmeli ve topraklanmalıdır.
		Termosifon (elektrikli su ısıtıcısı)	<ul style="list-style-type: none"> - Kullanım sırasında en az bir metre mesafe korunmalı ve kullandıktan sonra devre kesilmelidir. - Elektrikli su ısıtıcısı kesinlikle yatak odası duvarlarına takılmamalıdır. - Elektrikli su ısıtıcısı ve kablosu (özellikle manyetik alanlara karşı) maskelenmeli ve topraklanmalıdır.
	TRANSFORMATÖRLÜ KÜÇÜK AYGITLAR	Radyo, teyp, şarj aygıtı, vb.	<ul style="list-style-type: none"> - Küçük cihazların transformatörlerinde ilk sargı şebekeden şalter ile kesilmelidir. - Şebekeye bağlı küçük cihazlardan en az bir metre mesafe korunmalıdır. - Transformatör (özellikle manyetik alanlara karşı) maskelenmeli ve kullanıldıktan sonra fişi çekilmelidir.

Tablo 4.3. Yapı İçindeki Yapay Elektroiklimsel Kirliliğe Karşı Alınacak Önlemler (devam)

KİRLİLİK KAYNAĞI		ÖNLEMLER
ELEKTRİK DÖŞEMİNE BAĞLI ELEKTRİKLI AYGITLAR	ELEKTROMEKANİK AYGITLAR	<p>Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi vb.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tüm elektrikli aygıtlardan kullanım sırasında en az bir metre mesafe korunmalıdır ve kullanımdan sonra fişi çıkartılmalı veya devre kesilmelidir. - Tüm elektrikli aygıtların gövdeleri manyetik ve elektriksel iletkenliği yüksek gereçlerden yapılmalıdır. - Tüm elektrikli aygıtlar ve kabloları topraklanmalıdır. - Buzdolabı veya derin dondurucular günlük oturma ve yatak odalarına bitişik duvarlara yakın bulundurulmamalıdır. Ters durumda duvarda (özellikle manyetik alanlara karşı) Mu-metal ile maskeleme yapılmalıdır.
	DİĞER ELEKTRİKLI AYGITLAR	<p>Mikrodalga fırın</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bu tür aygıtlar çok sık kullanılmamalı. Kullanımı durumunda en az 2-3 metre mesafe korunmalıdır.
		<p>Telefon, Telsiz vb.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aygıtların maskelenmesi oldukça güçtür (çalışma ilkesi nedeniyle).



Şekil 4.3. Yapı Dışında Meydana Gelen Yapay Elektroiklimsel
Kirliliğe Karşı Yapı Kabuğunda Alınabilecek Bir Önem

Büyük ve karmaşık alışveriŐ ve büro binalarında, elektrik enerjisini kullanılabilir bir biçime dönüştüren transformatörler için öngörülen yerler bu yapı içinde tasarlanmaktadır. Elektrojen grubu ile transformatörler bu yapılarda sık kullanılmayan yerlerde olmalıdır. Sık kullanılan birimler transformatörlerden en az 10 metre uzakta tasarlanmalıdır. Transformatörlerin içinde bulunduğu mekanlar içten topraklanarak maskelenmelidir. Genelde yapı dışındaki yüksek gerilimli sistemlerden kaynaklanan dolaylı kirliliklere karşı yapıda bir önlem alınmaz.

Yapı içinde, düşük gerilimli sistemlerde önlemler kirlilik kaynağına yöneliktir. Yapı içinde yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı iki ayrı sistemde önlem alınır. Bunlar elektrikli sistemin oluşturduğu elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara karşı alınan doğrudan önlemler ve diğer servis sistemlerinin (su, gaz, ısı vb.) etkilenmesi ile meydana gelen kirliliklere karşı alınan dolaylı önlemlerdir. Yapı içindeki elektrikli sistemi oluşturan elektrik döşemi, döşeme bağlı aydınlatma ve diğer elektrikli aygıtların oluşturduğu elektroiklimsel kirliliğe karşı üç ayrı önlem alınır. Bunlar;

- elektrik devresinin düzenlenmesi,
- elektrik devresini açıp kapatabilme olanağı ve
- kirlilik kaynağının maskelenmesidir (Rose, 1994).

Elektrikli sistemlere karşı alınan önlemler ile ilgili ayrıntılar Tablo 4.3.'de görölmektedir.

Yapıda yapay elektroiklimsel kirliliklere karşı elektrikli sistemin tasarım, yapım ve kullanım süreçlerinde önlem alınabilir. Yapının tasarımında elektrikli sistemi oluşturan ürünlerin niteliği ve niceliği önceden belirlenebilir. Ayrıca yapının servis iletim sistemlerinin birbirlerine

yaklaşmaması veya kesişmesi tasarım sürecinde önlenmelidir. Yapım sürecinde doğru ürünlerin doğru yerlerde kullanılması durumunda yapay elektroiklimsel kirlilik düzeyi azalacaktır. Kullanım sürecinde ise gereğinden çok ve büyük güçteki elektrikli aygıtların kullanılmaması, uzatma kablolarının fazla uzun tutulmaması veya her zaman çalışabilecek durumda elektrik döşemine takılı tutulmaması gerekir.

Yapı içinde doğal elektroiklimsel kirliliklerden sadece duyarlı insanlar olumsuz etkilenmektedir. Ancak yapay elektroiklimsel kirliliklerden tüm insanlar etkileneceğinden, bu tür kirlilik herkesi ilgilendirir. Dolayısıyla elektrik enerjisi tüketilen tüm yapılarda gerekli önlemlerin alınması insanların sağlığı açısından önem kazanmaktadır.

Yapı içindeki elektrik döşeminden veya döşeme bağlı tüm elektrikli ürünlerin kaçak akımlarından kaynaklanan elektroiklimsel kirlilikler meydana gelebilir. Metalden üretilmiş su, doğalgaz ve kalorifer boruları aracılığıyla bu kaçak akımlar yapı içinde uzak mesafelere kadar taşınabilir. Ayrıca elektrostatik alanlardan kaynaklanan potansiyel farkları (gerilimler) bu sistemlerde elektron akımına neden olabilir. Bu borular duvarlara ankraj parçaları ile tutturulur. Ankraj demirleri bazı durumlarda boruları doğrudan topraklayabilir. Ancak güvenilir bir önlem için boruların elektrik alanının topraklama sistemine bağlanması zorunludur.

Sadece kaçak akımlar servis sistemlerinde elektroiklimsel kirliliğe neden olmamaktadır. Elektrik sisteminin herhangi bir iletim hattı servis öğelerine ait bir parçanın yanından geçiyor ise (birbirine değmeden) parçayı endükte ederek bu sistem üzerinde bir elektrik akımı oluşturmakta ve gerilim farklılıkları gözlenebilmektedir. Meydana gelen alternatif manyetik alanların şiddet düzeyleri yüksek olmasa da elektrikli sistemin neden olduğu manyetik alan şiddetine ek bir etki olacaktır. Bu tür etkilere karşı boruların topraklanması (kaçak akımlarda olduğu gibi) önerilebilir. Ayrıca elektrikli sistemin metal borularla kesiştiği bölgelerde, uygun bir noktada (iletken olmayan) plastik ara parçaları ile "elektrik devresi" kesilerek ek bir önlem alınabilir (Rose, 1994).

4.2.2.1. Yapay Statik ve Alternatif Elektrik Alanlarına Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Genelde yapı içindeki elektrikli sistemde doğru gerilimden kaynaklanan statik elektrik alanı oluşmaz. Oluşması durumunda bunlara karşı alınacak önlemler alternatif elektrik alanlara karşı alınacak önlemler ile aynı olacaktır.

Alternatif elektrik alanlara karşı elektriksel iletkenliği yüksek gereçlerden üretilmiş ağlar ince levhalar ve folyolar ile önlem alınır. Maskeleye için uygun malzeme bakır, alüminyum, vb.dir. (Ayrıntılar için bkz. Tablo 4.1.).

Yapı içinde elektrik alan şiddeti çok yüksek düzeylerde olmadığı için per çok yapı malzemesi ile önlem alınabilir. Maskeleye yapıldığında elektrik alanlarından kaynaklanan elektroiklimsel kirlilikler oluşmayacaktır. Şebeke frekansında, ince tellerden üretilmiş, gözenek boyutu 5x5 cm.den daha küçük ağlar ile iyi sonuçlar alınır (Şeker, 1991). Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan döşeme ve duvar öğelerinin iki yönlü demir donatıları elektrik alanlarının bir birimden diğerine geçmesini önleyebilmektedir.

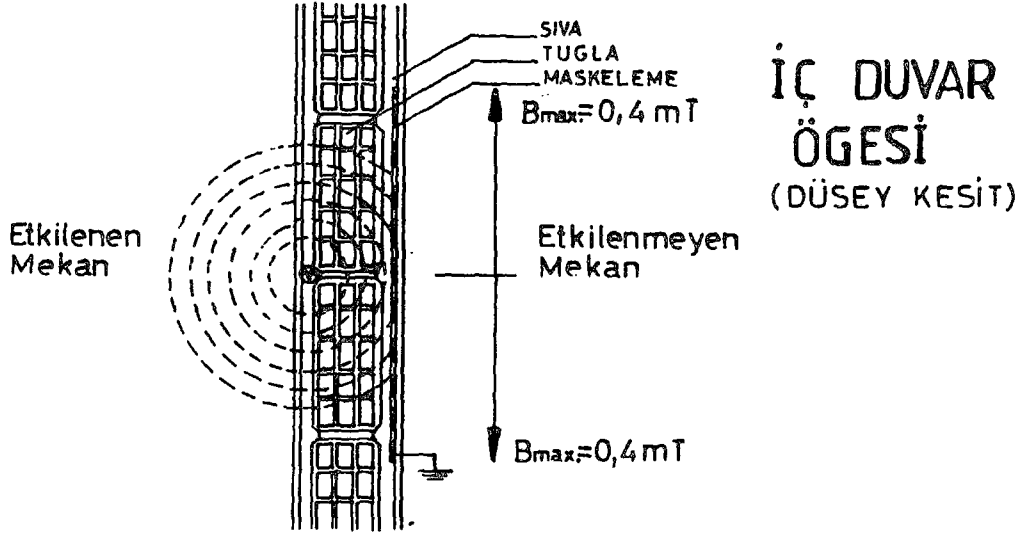
Yapı içinde önemle maskelenmesi gereken elektroiklimsel kirlilik, manyetik alanlardan kaynaklanır.

4.2.2.2. Yapay Statik ve Alternatif Manyetik Alanlara Karşı Yapıda Alınacak Önlemler

Yapı içindeki elektrikli sistemlerde doğru akım kökenli statik manyetik alanlar oluşmaz. Statik manyetik alanlara karşı alınacak önlemler, şebeke frekansındaki alternatif manyetik alanlara karşı alınan önlemler ile aynıdır.

Alternatif manyetik alanlara karşı önlemlerde manyetik iletkenliği çok yüksek ağlar veya ince levhalar kullanılabilir. Maskeleye için uygun gereçler demir, çelik, mu-metal vb.dir. (Ayrıntı için bkz. Tablo 4.1.) Maskeleye genelde manyetik alan eğrilerini yönlendirecek biçimde etki alanının en az olduğu bölgeye kadar yapılır (Şekil 4.4.)

Elektrikli sistemin kablolarında da manyetik alanlardan kaynaklanan kirliliklere karşı önlemlerin alınması gerekir. Sıva üstü elektrik döşemi ile uzatma kabloları "koaksial cinsi kablolardan seçilmelidir. Alman Elektrikçiler Birliğinin normuna göre (VDE 250) Şekil 4.5.deki gibi kabloların kullanılması önerilmektedir.



Şekil 4.4. Bir İç Duvarda Elektrikli Sistemin Maskelenmesi

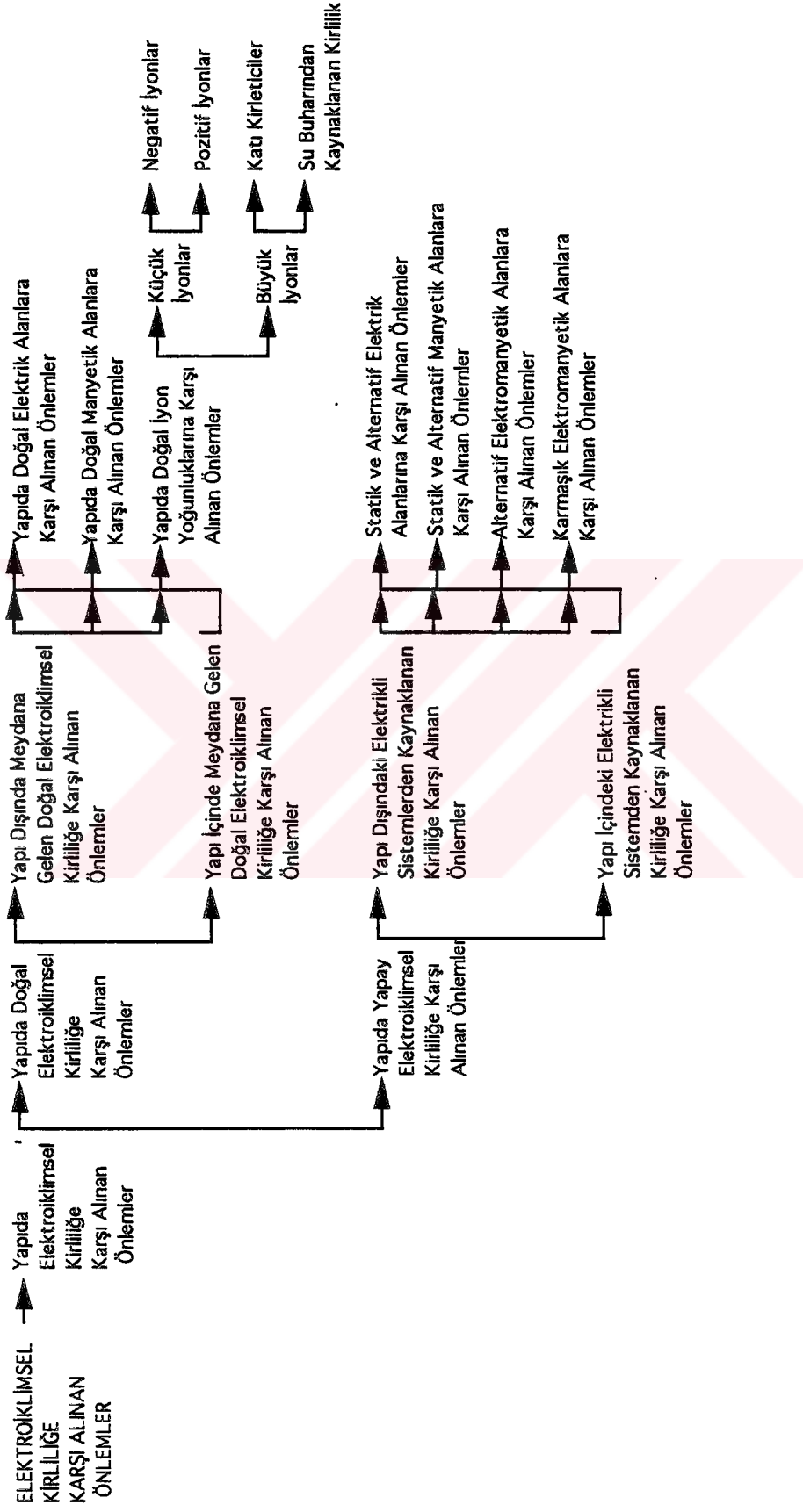


Şekil 4.5. Koaksial Kablo Örneği (Betz.1984)

Yapı içinde elektromanyetik alanlara karşı alınacak önlemlerde ise maskeleme gerecinin elektriksel ve manyetik iletkenliği çok iyi olmalıdır. Bu tür gereçler mu-metal, ultraperm vb.dir. Ayrıntılı bilgiler Tablo 4.1.de görülmektedir. Elektrik ve manyetik alanlarda alınan önlemlerde olduğu gibi elektromanyetik alanlarda da gözenekli ağlar veya ince levhalar kullanılır.

Karmaşık frekanslı elektromanyetik alanlara karşı alınan önlemler alternatif elektromanyetik alanlarda olduğu gibidir. Ancak frekans çok değişken ve yüksek olabileceğinden kirlilik kaynağı, folyo biçimindeki maske gereci ile iyice sarımalı veya kutu biçiminde nesnelere içine konmalıdır.

Şekil 4.6'da yapı içinde elektroiklimsel kirliliğe karşı alınan önlemler, ilişkiler ve açılımlar toplu olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Yapı İçinde Elektroiiklimsel Kirliliğe Karşı Alınan Önlemler, İlişkiler ve Açılımlar

Bölüm 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇ

Bu çalışmada elektrik türleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Elektrik türleri havada bazı oluşumları meydana getirmektedir. Havanın elektriksel niteliği elektroiklim, bu ortamda meydana gelen oluşumlar ise elektroiklimsel oluşum olarak tanımlanmıştır. Yapı ile elektroiklimsel oluşumlar ilişkilendirilirken, yapının dış çevresinde ve yapının içinde meydana gelen doğal ve yapay elektroiklimsel oluşumlar dikkate alınmıştır. Meteorolojik olarak normal şartlarda meydana gelen doğal elektroiklimsel oluşumların düzeyleri ile ulusal ve uluslararası kuruluşların yapay elektroiklimsel oluşumlar için önerdikleri eşik düzeylerin insan sağlığını olumsuz etkilemediği belirlenmiştir. Bu düzeylerin aşılması durumunda, elektroiklimsel kirliliğin meydana geldiği ifade edilmiştir. Her bir elektrik türü, niteliği ve niceliğine bağlı olarak ayrı bir elektroiklimsel kirlilik oluşturmaktadır. Her bir elektroiklimsel kirlilik de insan vücudunda farklı olumsuz sağlık sorunu oluşturmaktadır. Tüm bölümlerde verilen ilişki ve açılımlar tabloları doğrultusunda yapının dış ve iç çevresinde meydana gelen elektroiklimsel kirliliklere ve kirlilik kaynaklarına yönelik önlemler önerilmektedir. Yapının tasarımcıları bu tablolar ve anlatımlar doğrultusunda yapı içi elektroiklimsel kirlilik düzeylerini düşürerek insanlar için daha sağlıklı mekanlar oluşturabilirler.

Bu çalışmada, elektroiklimsel oluşumlardan kaynaklanan kirlilik ile insan sağlığı arasındaki ilişki ve bu kirlilik ile yapı arasındaki bağıntı sistemli bir biçimde oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın sonucu ise, insan sağlığını yapı içindeki elektroiklimsel etkilerden korumak için etken, sorun, çözüm ilişkilerinin sistemli bir biçimde konmasıdır.

5.2. ÖNERİLER

Elektrik türlerinin oluşturduğu elektroiklimsel kirliliklerin insan sağlığını olumsuz etkilerden koruyabilmek için bu konuda ve önlemlere ilişkin öneriler sunulmuştur.

1) Yapının tasarımında yer alan tüm tasarımcılar elektroiklimsel kirlilikler ile ilgili konularda bilinçlendirilmelidir.

2) Yapının yapımında görevlendirilen tüm uygulayıcıların tasarım kararlarına uymalarının önemi anlatılmalıdır.

3) Yapıyı kullanacak olan insanlara elektrikli sistem ve yapıdaki eşyalar ile ilgili gerekli tüm bilgiler verilmelidir.

4) Yapının tüm oluşum süreçlerinde elektroiklimsel kirlilikler konusunda bilgili yapı biyologu veya mimar görevlendirilmelidir.

5) Yapının iç ve dış çevresinde meydana gelen elektroiklimsel kirlilikler ve önlemler ile ilgili Türkiye şartlarında standartlar oluşturulmalı ve öneriler geliştirilmelidir.

6) Oluşturulan bu standartlar yönetmeliklere dönüştürülmeli ve resmi denetim organları tarafından yapının her aşamasında denetlenmelidir.

7) Yapının yapım süreçlerinde yer alan tüm meslek gruplarına resmi kuruluşlarında, oda ve derneklerinde, eğitim kurumlarında (teknik eğitimi veren orta öğretim kurumları, üniversiteler, enstitüler vb.) ve sivil toplum örgütlerinde aydınlatıcı ve yönlendirici bilgiler verilmelidir.

8) Hekimler, bazı hastalıkların tanı ve tedavisinde, hastalık yapıcı kaynaklara yönelik çalışmalarında elektroiklimsel kirlilikleri de dikkate almalıdır. Bu tür kirlilikler konusunda halk sağlığı ile ilgili çalışmalarını sürdüren sağlık kurumlarıyla bu konuda bilgili kişiler eşgüdümlü çalışmalar oluşturmalıdır.

9) Türkiye'deki elektrik şirketleri ile elektrikli ürün üreten şirketler elektroiklimsel kirlilikler ile ilgili uyarıları yapmalıdır. Elektrik şirketleri enerji dağıtımında halk sağlığını dikkate alarak daha duyarlı olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Akhunlar, Ahmet, 1969. Elektrik Alanlarına Giriş II, Manyetik Alan, İTÜ Elektrik Fakültesi, İstanbul
2. Akman, And, 1991. "Büro Dekorasyonunda Görsel Değerler Sağlığımızı Ne Kadar Etkilemelidir" Aderromento Dekorasyon Ofis 91 Dergisi, İstanbul: ss. 126-128.
3. Ahi, Vural, 9 Haziran 1994. "Bilgisayardan Gelen Tehlike", Hürriyet Gazetesi.
4. Anon, 23 Ocak 1993. "Uykudan Yorgun Kalkmanın Nedeni", Hürriyet Gazetesi.
5. Anon, 26 Mart 1994. "Beyin: En İyi Ölçüm Hangi Cihazla?" Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Eki
6. Anon, 9 Eylül 1995. "Manyetik Kasırgalardan Yeni Bir Yorum", Cumhuriyet Gazetesi, Bilim Teknik Eki
7. Ata, Raşit, 1993. "Elektrik Enerjisinin Çevre Üzerindeki Etkileri", yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, F.B.E., İstanbul, ss. 83-102
8. Balanlı, Ayşe, 30 Nisan 1994. "Yapma Çevrede Kirlilik", Cumhuriyet Gazetesi
9. Balanlı, Ayşe, Ayşe Öztürk 1993-1994. Yapı Biyolojisi: Kavram; Sistem Yaklaşımı ile Yapı Biyolojisi, yayınlanmamış ders notu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
10. Balanlı, Ayşe, Ayşe Öztürk, Şubat 1995. "Yapı Biyolojisi Kavramına Çevre Sistemden Yaklaşım" Yapı Dergisi, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 159: 37-39.
11. Balanlı, Ayşe, Ayşe Öztürk 20-21 Ekim 1995. "Yapının İç ve Dış Çevresinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi", Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir: ss.45-55
12. Beisel, Dieter, 1988. Das Gesunde Ökohaushaus, Praktischer Ratgeber Für Gesundes Wohnen, Dormscher Verlag, München

13. Betz, Friedrich, Eugen Huber, 1984. Grundkenntnisse Elektrotechnik, 4 Überarbeitete Auflage, Berlin.
14. Buğdaycı, İlhami, Şubat 1995 "Bilim ve Teknoloji Tarihinden", Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi, Ankara: ss.34-35.
15. Bugdaycı, İlhami. Mart 1995. "Bilim ve Teknoloji Tarihinden", Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi, Ankara: ss.41-42
16. Canbay, Cahit, N.Özlem Ünverdi 13-18 Eylül 1993 (a). 0-100 GHz Frekans Aralığında Işıma Yapan Yapay ve Doğal Elektromanyetik Alan Kaynaklarının Çevre, İnsan Sağlığı Açısından Analizi", Elektrik Mühendisliği 5.Ulusal Kongresi, KTU Trabzon, Cilt 2: ss.486-493.
17. Canbay, Cahit, N.Özlem Ünverdi, Suat Utku Ay, 13-18 Eylül 1993 (b). "Mobil ve Masaüstü Elektronik Araçların Biyolojik Dokulara Etkisi", Elektrik Mühendisliği 5.Ulusal Kongresi, KTU, Trabzon, Cilt 2 ss. 494-498.
18. Canbay, Cahit, Ünverdi, N.Özlem, 12-13 Ekim 1995. "Elektriksel Kökenli Sistemlerin Elektromagnetik Işınmalarının Stratejik Önemi, İnsan Sağlığı ve Çevre Uyumluluğu Açısından Değerlendirilmesi", 1.Sistem Mühendisliği ve Savunma Uygulamaları Sempozyumu, Ankara, Cilt 2: ss. 319-329.
19. Davis, Glenn, J.A.Mills William, January 1993. "Health Effects of Low-Frequency Electric and Magnetic Fields", In: Environmental Science and Technology, USA, 27: ss. 44-51.
20. Dedeoğlu, Zeki S. 1989. "Elektrik Enerji Sistemlerin Çevre Üzerindeki Etkisi" yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul, ss. 62-84
21. Gandhi, Om P., 1990 Biological Effects and Medical Applications of Electromagnetic Energy, Biophysics and Bioengineering Series, Prentice Hall, USA.
22. Hauf, R., 1982."Electric and Magnetic Fields At Power Frequencies with Particular Reference to 50 and 60 Hz", In: Michael J.Suess (Editor), Nonionizing Radiation Protection, WHO,Regional Publication, European Series No 10, Copenhagen

23. Halberstadt, Ernst, Willi Arndt 1970. Fizik 2 Moritz Diesterweg Verlag, Frankfurt: ss.199-201
24. Kalkan, Tunaya ve diğeri 1992. "Düşük Frekanslı Alanlarda (ELF) Bırakılan Sıçanların Strese Bağlı Davranış Değişikliklerinin ve Kan Parametrelerin İncelenmesi", Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Dergisi, İstanbul 25: ss.117-122
25. Kur, Friedrich, 1993. Wohngifte Einleitung, Eichborn Verlag, Frankfurt : ss.20-38
26. Öztürk, Ayşe 1988. "Yapı İçi Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkisi, yayınlanmamış Doktora Seminer Çalışması, Yıldız Üniversitesi, İstanbul
27. Öztürk, ayşe, Ayşe Balanlı 20-21 Ekim 1995. "Yapı Biyolojisi: Kavram ve Kapsam", Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir: ss. 135-140
28. Rose, Dietrich W., 1994. Elektrosmog-Elektrostress, Kippenheuer+ Witsch Verlag, Köln.
29. Şeker, Selim Ş., Osman Çerezci 1991. Elektromagnetik Alanların Biyolojik Etkileri, Güvenlik Standartları Ve Korunma Yöntemleri, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları No: 479, İstanbul.
30. Savitz, David A., January 1993. "Health Effects of Low-Frequency Electric and Magnetic Fields" In: Environmental Science and Technology, USA, 27: ss. 52-54
31. Tenforde, Thomas S., January 1993. "Health Effects of Low-Frequency Electric and Magnetic Fields," In: Environmental Science and Technology, USA 27: ss. 56-58
32. TSE (Türk Standartları Enstitüsü), 1987. Elektroteknikte Kullanılan Terimler, Birinci Baskı, TS 5276, Ankara
33. Tüter, Ayşe 1995. "İletim Hatlarının Oluşturduğu Elektrik ve Magnetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri, yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul.
34. Williamson, S. J., L. Romani, L. Kaufman 1983. Biomagnetism: An Interdisciplinary Approach, NATO-ASI Series, Plenum Press, New York.

EKLER

TABLO E.1 Teknik Terimler Ek Sözlük

Terim	Tanım	İşareti	Birimi
Akım Yoğunluğu	Bir iletkenin belirli bir kesiminden geçen elektriksel akım miktarıdır.		A/m^2
Akut Sağlık Sorunu	Beklenmedik bir zamanda, ani olarak oluşan sağlık sorunudur.		
Alternatif Akım	Frekansına bağlı olarak, zamanla şiddeti ve yönü değişen elektron akımıdır.	I	A, amper
Alternatif Elektrik	Frekansa bağlı olarak, zamanla şiddeti ve yönü değişen devingen elektronların yolaçtığı fiziksel olgudur.		
Alternatif Elektrik Alanı	Alternatif elektriksel gerilimin neden olduğu elektrik alanıdır.	E	V/m volt/metre
Alternatif Gerilim	Frekansına bağlı olarak zamanla şiddeti ve yönü değişen elektrik yüküdür.	U	V, volt
Alternatif Manyetik Alan	Alternatif elektriksel akımın neden olduğu manyetik alanıdır.	H	T, Tesla
Ampermetre	Alternatif ve doğru akım ölçmeye yarayan alettir.		
Anyon	Negatif yüklü iyonudur.		
Büyük İyon	Negatif veya pozitif yüklü iyonların elektrostatik çekme etkisiyle havadaki sıvı veya katı parçacıkları barındıran iyonudur.		
Diamanyetik Gereç	Manyetik alan çizgilerini iletmeyen ve iten gereçlerdir.		
Dielektrik Gereç	Elektrik alan çizgilerini iletmeyen, yalıtan gereçtir.		
Dielektrik Ortam Parametresi	Elektrik alanı içindeki dielektrik gerecin iletkenlik katsayısındaki değişken niceliktir	e	F/m farad/metre
Dimmer	Elektrikli sistemlerde, elektronik bir düzende gerilim düzeylerini ayarlamaya yarayan alettir.		
Dinamik Elektrik	Bir iletkende elektron ve iyon akımının yol açtığı fiziksel olgudur.		
Doğru Akım	Şiddeti ve yönü değişmeyen elektron akımıdır.	I	A,
Doğru Elektrik	Şiddeti ve yönü değişmeyen devingen elektronların yolaçtığı fiziksel olgudur.		

Tablo E1
Teknik Terimler Ek Sözlük (devam)

Terim	Tanım	İşareti	Birimi
Doğal Elektroiklimsel Oluşumlar	İnsan etkisi olmadan meydana gelen elektrik ve manyetik alanlar ile iyon yoğunluklarıdır.		
Elektrik	Durağan veya devingen elektron ve elektron yüklü parçacıkların yolaçtığı fiziksel olgudur.		
Elektrik Akımı	Devingen elektronların ve iyonların yolaçtığı fiziksel olgudur.	I	A, Amper
Elektrik Alanı	Elektriksel gerilimin neden olduğu kuvvet bölgesidir.	E	V/m volt/metre
Elektrik Alanının Topraklanması	Elektrik alanlara karşı alınan önlemlerde elektronların toprağa iletilmesine yarayan sistemdir.		
Elektrik Enerjisi	Bir saatte harcanan elektriksel güçtür.	W	Kw/h
Elektrikli Sistem	Elektriği ileten, üreten ve tüketen ürünlerden oluşan sistemdir.		
Elektrikli Sistem Topraklanması	Elektrikli sistemlerde istenmeyen kaçak akımları korunaklı biçimde toprağa ileten sistemdir.		
Elektriksel Direnç	İki elektrik yüklü kutup arasında elektron geçişini zorlaştıran iletken maddedir.	R	Ω ohm
Elektriksel Gerilim	Birbirini elektriksel olarak etkileyen iki cismin arasındaki elektrik yükü farkı, potansiyel farkıdır.	U	V, volt
Elektriksel Güç	Elektriksel gerilim ve akımının matematiksel çarpımı ile elde edilen, birim zamanda yapılan iştir.	P	W, watt
Elektriksel Güç Yoğunluğu	Elektromanyetik dalgalarda, birim yüzeye etki eden güç miktarıdır.		W/m ² watt/metre ²
Elektriksel İletkenlik	Elektriği kolay iletme durumudur.		
Elektrobiyoloji	Canlılar ile elektrik arasındaki ilişkisi inceleyen bilim dalıdır.		
Elektrofizyoloji	Canlı dokuların, hücrelerin ve organların elektriksel oluşumlar ile ilişkisini inceleyen bilim dalıdır.		
Elektroiklim	Havanın doğal ve yapay elektriksel durumudur.		
Elektroiklimsel kirlilik	Elektroiklimin doğal denge ve düzeni bozulma durumunda meydana gelen olgudur.		

Tablo E.1. Teknik Terimler Ek Sözlük (devam)

Terim	Tanım	İşareti	Birimi
Elektroiklimsel Oluşumlar	Havada meydana gelen doğal ve yapay elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlar ile iyon yoğunluklarından oluşan olgulardır.		
Elektromanyetik Alan	Alternatif elektrikte belli bir bölgede elektrik ve manyetik alanların birleşik etki bölgesidir.		
Elektromanyetik Dalga	Özellikle yüksek frekanslarda ışıma yaparak yayılabilen birleşik elektrik ve manyetik alandır.		
Elektromanyetik Tayf	Elektromanyetik dalgalarının, sıfır ile sonsuz arasındaki frekansları belirten çizelgedir.		
Elektromekanik Aygıt	Elektrik ile çalışan ve kendi içinde bir hareket üreten mekanik aygıttır.		
Elektron	Maddeyi oluşturan atomun, elektriksel negatif yüklü ve bir yörünge üzerinde devingen birleşenlerinden biridir.		
Elektropatoloji	Hastalık yapıcı elektriksel oluşumları inceleyen bilim dalıdır.		
Elementer Yük	Bir maddenin elektriksel yük miktarıdır.	Q	As, ampersaniye
ELF Alan	Extremly Low Frequency'nin kısaltması. Çok düşük frekanslı alanlardır.		
Endüksiyon	Bir iletkenin etrafında meydana hareketli bir manyetik alan. İletkende kendiliğinden meydana gelen elektron akımı biçimindeki fiziksel olgudur.		
Endüklenen Manyetik Alan Şiddeti	Canlı veya cansız bir varlıkta meydana gelen manyetik yegünlüktür.	H	T, Tesla
Epidemiyoloji	Hastalık yapıcı etkileri istatistiksel yöntemlerle araştıran bilim dalıdır.		
Farad	Kapasitif elektriksel yüklerin ölçme birimidir.	C	F farad
Faz Devresi	Elektrikli iletim sistemlerinde akım ileten sistemin bir bölümüdür.		
Ferromanyetik Gereçler	Manyetik alan çizgilerini çok iyi yönlendiren ve ileten gereçlerdir.		
Frekans	Periyodik hareketin birim zamanda geçen dalga sayısıdır.	f	Hz, Hertz
Girdap Akımı	Manyetik alan içerisinde bulunan bir gerecin içinde endüksiyon yöntemiyle oluşan iç akımlardır.	I	A Amper

Tablo E.1 Teknik Terimler Ek Sözlük (devam)

Terim	Tanım	İşareti	Birimi
İletkenlik	Elektron ve iyonların kolay iletme iletme durumudur.		
İyon	Pozitif ve negatif yüklü atom veya atom kümeleridir		
İyonlaşma	İyon olma durumudur.		
İyon yoğunluğu	Katı, sıvı veya gaz biçimindeki ortamlarda, birim hacimdeki iyon miktarıdır.		adet/m ³
Jeomanyetizma	Yerkürenin doğal mıknatıslanan durumudur.		
Karmaşık Elektromanyetik	Zamanla şiddetleri ve frekansı değişen elektrik ve manyetik alanların birleşik etki bölgesidir.	B	T, Tesla
Katyon	Pozitif yüklü iyon		
Kirlilik	Bir veya daha fazla kirleticinin herhangi bir ortamdaki canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyerek doğal denge ve düzeni bozan durumdur.		
Kolon Hattı	Yapı içindeki elektrikli sisteme, elektrik enerjisini ileten ana kablodur.		
Kontaktör	Elektrikli sistemlerde, mekanik veya elektro-mekanik yöntemlerle elektrik devresini açıp kapamaya yarayan aygıttır.		
Korona	Yüksek gerilimli sistemlerde, iletkeni çevreleyen ortamı (dielektrik) aşarak gaz, sıvı veya katı ortamlardaki elektron akımıdır.		
Kronik Sağlık Sorunu	Müzminleşmiş, geçmeyen hastalıklardır.		
Küçük İyon	Sadece elektriksel pozitif veya negatif yüklü iyondur.		
Manyetik Akı	Bir mıknatısın veya manyetik alanının kutupları arasında oluşan manyetik alan çizgilerinin	Ø (fi)	Wb, weber
Manyetik Akı Yoğunluğu	Belirli bir yüzeye etki eden manyetik akı miktarıdır..	B	T, Tesla
Manyetik Alan	Bir mıknatısın veya içinden elektrik akımı geçen iletkenin çevresinde oluşan bölgedir.		
Manyetik Alan Şiddeti	İçinden elektriksel bir akımın geçtiği iletkenin çevresinde oluşan bölgenin yeglinliğidir.	H	A/m, amper/metre veya T, Tesla
Manyetik İletkenlik	Manyetik alan çizgilerini yönlendirme, toplama veya iletme durumudur.		
Maskeleyme	Manyetik ve elektriksel iletkenliği yüksek gereçlerle örtük etkinliğin önlenmesi ile ilgili uygulamadır (Ekranlama).		
Tablo E1	Teknik Terimler Ek Sözlük (devam)		

Tablo E1 Teknik Terimler Ek Sözlük (devam)

Terim	Tanım	İşareti	Birimi
Mikrodalga	Frekansı çok yüksek ve dalga boyu çok kısa elektromanyetik dalgadır.		
Paramanyetik Gereç	Manyetik alan çizgilerini havadan daha iyi ileten ve kısmen yönlendiren gereçdir.		
Paratoner	Yıldırımları üzerine çekip toprağa ileterek etkisiz duruma getiren düzenektir.		
Paratoner Topraklaması	Paratonerin kablosunu ve topraktaki bölümü oluşturan düzendir.		
Pilon	Demir, beton vb. gereçlerden üretilen ve elektrikli sistemlerin iletim hatlarını taşıyan direklerdir; elektrik direği.		
Rezonans,(elektriksel)	Frekansı ve şiddeti düzenli veya düzensiz, alçalan veya artan dalga biçimindeki bir salınımın genliği.		
Ring Döşemi	Baş ve sonu birleşik bir elektrik döşemi; halka biçimindedir.		
Statik Elektrik (Elektrostatik)	Durağan elektronların ve iyon yüklerinin neden olduğu fiziksel olgudur.		
Şalt Sahası	Yüksek gerilimli sistemlerde yönlendirme aktarma, yükseltme-alçaltma vb. işleminin yapıldığı alandır.		
Şebeke Frekansı	Alternatif elektrikli sistemlerin işletim frekansıdır. (50 veya 60 Hz)		
Tellürik Akımlar (doğal)	Yeraltından kaynaklanan ve genelde yeryüzüne paralel hareket eden elektron ve iyonlardan meydana gelen doğal olgudur.		
Topraklama (elektriksel)	Elektrikli sistemlerde kaçak akımlara karşı, elektrik alanlarında alınan önlemlerde ve paratonerde toprağa elektronların iletilmesine yarayan düzenektir.		
Transformatör	Elektriksel alternatif gerilim ve akımının alçaltılmasına veya yükseltilmesine yarayan aygittir.		
Voltmetre	Elektriksel gerilimleri ölçmeye yarayan alettir.		
Yalıtkanlık	Elektron ve iyonların hareketini engelleme durumudur.		
Yüksek Gerilim Hattı	Yüksek gerilimli sistemlerde, bir yerden başka bir yere elektrik enerjisini iletmeye yarayan düzenektir.		

TABLO E2

ÇARPIM KATSAYILARI VE KISALTMALARI

Çarpım Katsayısı	Üssü	Kısaltması	İşareti
1	10 ⁰	-	-
0,1	10 ⁻¹	desi-	d
0,01	10 ⁻²	santi-	c
0,001	10 ⁻³	mili-	m
0,000 001	10 ⁻⁶	mikro-	μ
0,000 000 001	10 ⁻⁹	nano-	n
0,000 000 000 001	10 ⁻¹²	piko-	p

Kaynak: Şeker, 1991

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	10 Temmuz 1969
Doğum Yeri	Paşabahçe/İstanbul
İlk Öğrenim	1975, Grundschule, Auf dem Falkenflug, Löhnberg (Almanya)
Orta öğrenim	1979, Hauptschule, Heinrich von Gagern, Weilburg (Almanya) 1984, Berufsfachschule, Wilhelm Knapp Weilburg (Almanya) 1985, Meslek Lisesi, Elektrik Bölümü, Haydarpaşa Endüstri Meslek Lisesi Kadıköy/İstanbul
Yüksek öğrenim	1988, Üniversite, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş/İstanbul 1993, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Beşiktaş/İstanbul (halen devam ediyor)
Mesleki geçmiş	1986-1988, Sezgin Elektrik, Elektrik Teknisyeniği Stajı 1990-1992, Atilla Mimarlık, Teknik Ressamlık 1992, Serbest (Kaan ve Erol Evcioglu ile birlikte), Sapanca Doğakent projesi, uygulandı ve İnşaat devam ediyor. 1992, 3 aylık Yurtdışı stajı, Staatsbauamt Koblenz-süd (Almanya) 1992-1993, Prima Ltd.Şirketi, Mimarlık ve Yöneticilik (Md.Yard.) 1994-1995, Milo Ahşap Dekorasyon, Mimarlık ve Yöneticilik.