



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0203

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: May 2011  
Accepted: October 2011  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2010 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Saim Korur**  
**Ercan Hamid Oğuzalp**  
**Serra Zerrin Korkmaz**  
Selcuk University  
skorur@selcuk.edu.tr  
Konya-Turkey

**YAPI BİYOLOJİSİ VE ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİK**

**ÖZET**

Bu çalışmada, yapı biyolojisi ve elektroiklimsel kirlilik arasındaki ilişki sistemli bir biçimde ortaya koyulmuştur. Yapının en önemli görevi; kullanıcıya konforlu ve kaliteli bir yaşamsal ortam sağlamak olup, iç mekan hava kalitesi bu ortamın oluşturulmasında önemli etken olmaktadır. Çalışmada, yapı tasarımı aşamasında tasarımcıya bilimsel veriler aktarmak ve böylece yapıların elektroiklimsel kirlilik açısından sağlıklı olarak üretimi ve kullanımını sağlamak amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise, elektroiklimsel kirliliği en aza indirmek için yerel yönetimlere, tasarımcılara ve kullanıcılara düşen görevler ortaya koyularak öneriler getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı Biyolojisi, Elektroiklimsel Kirlilik, İnsan Sağlığı, İç Mekan Hava Kalitesi, Yapı

**CONSTRUCTION BIOLOGY AND ELECTRO-CLIMATIC POLLUTION**

**ABSTRACT**

In this study, the relation between construction biology and electro-climatic pollution has been presented in a systematic way. The most significant task of the building is to provide a comfortable and a quality habitat for its user, accordingly building's indoor air quality is an important factor in composing that environment. In the study, it is aimed to transfer designer scientific data in the process of construction design thusly to procure the production and usage of the buildings in healthy way in terms of electro-climatic pollution. As for the conclusion chapter of the study, suggestions have been made revealing the tasks of local authorities, designers and users on the subject to minimize electro-climatic pollution.

**Keywords:** Construction Biology, Electro-climatic Pollution, Human Health, Indoor Air Quality, Building

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanlar için en önemli olgu sağlıklı bir yaşamdır. İnsanlar barınma gereksinimi nedeniyle yaşamlarının büyük bir bölümünü yapılarda geçirmektedir. İnsan ömrü için sağlıklı bir yaşam ancak sağlıklı yapılarla mümkün olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre sağlıklı yapı (healthy building), kullanıcısının biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinimlerine, sahip olduğu olumlu nitelikler aracılığıyla yanıt verebilen yapıdır [1]. Sağlıklı yapıya ulaşabilmek için tasarımcı, yapının her evresinde etkin biçimde rol almalıdır. İnsan-yapı-çevre arasındaki ilişkileri kurarak yaşamı etkileyecek olumsuzlukları gidermeye çalışmalıdır. Yapının oluşum ve kullanımını, insan sağlığı açısından yönlendiren kararları üreten ve denetleyen yapı biyolojisi bilim dalından da en üst düzeyde yararlanılmalıdır [2]. Yapının temel işlevi; insana gereksinim duyduğu konforlu ortamı sağlamak olup, iç mekan hava kalitesinin bu ortamın oluşturulmasında önemli bir etken olduğu bilinmektedir [3]. Doğal ve yapay kirleticiler iç mekan hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Elektromanyetik alan kaynakları hava niteliğini atmosferik açıdan etkileyen önemli öğelerden biri olarak görülmektedir.

Yeryüzündeki yaşamsal olayların birçoğu elektrikseldir. Bitkilerin, hayvanların ve insanların oluşumları, korunumları atmosferdeki ve biyosferdeki ışınal tepkimelerce yönlendirilir. Tüm canlı organizmalar oluşum ve gelişimleri süresince, doğadaki elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara (EMA) uymuşlar ve bu alanlarla doğal denge içerisinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir [4]. Fakat günümüzde bu denge ortamı bozulmuş, doğada bulunan düzeyin çok üstündeki bu alanlar aracılığıyla elektromanyetik kirlilik egemen hale gelmiştir. Endüstrileşme ve teknolojinin gelişimine bağlı olarak, günümüzde elektrik enerjisinin kullanımı giderek artmakta ve bunun sunucunda tüm çevre elektromanyetik kirliliğin etkisi altında kalmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda, EMA'ların canlılarda bazı tip kanserlere, nörolojik hastalıklara (ALS, Alzheimer), hastalık benzeri semptomlara (sersemlik hali, başağrısı, uykusuzluk vb.), depresyon, intihar girişimlerine, üreme sistemi sorunlarına ve düşüklere yol açabildiği bilinmektedir [5]. Diğer çevre kirliliklerinin aksine gözle görülemez ve etkilerinin hemen ortaya çıkmamasından dolayı, elektromanyetik kirlilik göz ardı edilmekte ve yeteri kadar önem verilmemektedir [6].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Geçmişten günümüze dünyadaki en önemli kavramlardan biri "insan sağlığıdır". İnsanların kullanımı için üretilen birçok ürün, ekonomikliği, kullanılabilirliği, modernliği vb. özelliklerinin yanı sıra en başta insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek biçimde tasarlanmalıdır. Her meslek alanında olduğu gibi, mimaride de sonuç ürünü kullanacak canlının sağlığı son derece önemlidir. Tasarım eylemleri süreci çözümlene, birleştirme, gerçekleştirme ve değerlendirme gibi birkaç adımdan oluşmaktadır. Süreç içerisinde titizlikle gerçekleştirilen bu adımlar, insan sağlığı açısından kullanıcı, tasarımcı ve yapımcı gereksinimleri ile zorunlulukların irdelenmesi, ürün girdilerinin ve tasarımının insan sağlığını koruma doğrultusunda değerlendirilmesi, insan sağlığı açısından en uygun ürün seçeneğinin belirlenerek tasarımın gerçekleştirilmesi ve kararların doğruluğunun denetlenmesi şeklindedir [7].

Dünya Sağlık Örgütü, sağlıklı olmayı sadece hasta olmamak ya da belli bir hastalık taşımamak olarak değil, "fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak iyi durumda olmak" diye tanımlamaktadır [1]. Günümüzde teknolojiye bağlı ürün çeşitliliği ile birlikte elektrik tüketimi her geçen gün artmakta, bu artış elektroiklimsel kirliliği beraberinde

getirmektedir. Çevremizde oluşan bu kirlilik neticesinde, ülkemizde yeteri kadar önem verilmeyen insan sağlığının tehlikede olduğu açıkça ortadadır.

Günümüzde bir yandan sonuçlar ortaya koyularak çeşitli standartlar oluşturulmakta, diğer yandan olayın yaşamsal oluşumları araştırılmaktadır. Konuyla ilgili yapılan deney ve araştırmaların neredeyse tamamı gündüz saatlerinde, kısa süreli ve sağlıklı insanlar üzerinde olup, sonuçlar bu koşullara göre değerlendirilmektedir. Oysa yapı biyolojisi açısından asıl önemli olan yaşlıların, çocukların ve duyarlı insanların geceleyin uykuları sırasında uzun vadede gösterdikleri direnç ve tepkilerdir. Ölçüm çalışmaları bu ölçütlere göre gerçekleştirilmeli ve sınır değerler buna göre belirlenmelidir [4]. Disiplinlerarası olması ve insan sağlığına etkisi açısından değerlendirildiğinde, çalışma önem taşımaktadır.

### **3. KAVRAMSAL ÇERÇEVE (CONCEPTUAL FRAMEWORK)**

Çalışmanın bu bölümünde yapı biyolojisi ve elektroiklimsel kirlilik başlıkları altında yapı, yapı biyolojisi, elektrik alan, manyetik alan, elektromanyetik alan ve elektroiklimsel kirlilik kavramları açıklanacaktır.

#### **3.1. Yapı Biyolojisi (Construction Biology)**

Yapı, belirli ihtiyaçları karşılamak üzere, çeşitli malzemeler ile yapım metotlarına uygun bir şekilde inşa edilen tesis olarak tanımlanabilir. Bu tanıma göre yapı, yer üstündeki ve yeraltındaki bütün tesisleri kapsamına almaktadır [8]. Bir başka deyişle yapı, kullanıcılarının gereksinimlerini gidermek üzere tasarlanmış ve üretilmiş yapma bir çevredir. Kullanıcının temel ihtiyacı yaşamını sağlıkla sürdürme, yapının asıl amacı ise insanı dış çevredeki olumsuzluklardan koruyarak güvenli ve uygun bir ortam, kısaca sağlıklı bir yaşam sunmadır [7].

İnsanlar günlük yaşamlarının %90'lık bir kısmını yapılarda geçirmektedir. Yapma bir çevre olan yapı, algılanabilen ve insana etkileyen tüm özellikleri ile mümkün olduğu kadar doğal çevreyle uyum içerisinde olmalı ve insana kendini iyi hissedebileceği, verimliliğini artıran bir ortam sağlamalıdır [8]. Sağlıklı bir insan sağlıklı bir yapıya, sağlıklı bir yapı sağlıklı bir çevreye, sağlıklı bir çevre ise sağlıklı insanlara bağlıdır [9]. Dış ve iç çevresindeki çeşitli etkenlerle olumsuz nitelikler kazanan ve kullanıcılarının gereksinimlerini karşılayamayan yapılar, psikolojik ve biyolojik sağlık sorunlarına neden olur. Yapı ile insan arasındaki bu sağlık ilişkisi yapı biyolojisi bilim dalını ilgilendirmektedir [7].

Yapı Biyolojisi, insan-yapı ve çevresi arasındaki ilişkileri kurarak yaşamı etkileyecek olumsuzlukları gidermeye çalışan, yapının oluşum ve kullanımını insan sağlığı açısından yönlendiren kararları üreten ve denetleyen bilim dalıdır [2].

Akman'a göre yapı biyolojisi; kentlerden, yerleşim alanlarından, yapılardan, iç mekân, mobilyalardan oluşan yapay çevrelerin insan sağlığı ile olan ilişkilerini bir bütünsellik içinde araştıran, inceleyen bilim dalına denilmektedir [10]. Yapma çevrenin insan sağlığı üzerine olan etkilerini araştırarak, elde edilen veriler doğrultusunda sağlıklı yapıların üretimini sağlayan bu bilim dalı, yapının kullanıcı sağlığı ile ilişkisinin kurulması noktasında birçok uzman ile birlikte çalışmaktadır.

#### **3.2. Elektroiklimsel Kirlilik (Electro-climatic Pollution)**

İnsanlar yaşamları boyunca çevrelerinde oluşan doğal ya da yapay kaynaklı elektrik ve manyetik alanların etkisinde kalırlar. Durağan bir elektrik yükü kendi etrafında bir elektrik alan oluşturmakta ve

elektrik yükleri ile yüklü bir iletken etrafında oluşan bu alan "elektrik alan" adını almaktadır. Eğer yük durağan değil hareketli ise elektrik alana ek olarak manyetik alan da meydana gelmektedir [11]. Üzerinde hareketli elektrik yükleri bulunan, yani akım taşıyan bir iletkenin çevresinde oluşan alana "manyetik alan" denilmektedir. Bu alan, çevresindeki başka bir iletkende akım oluşmasına neden olurken, ikinci iletken bazen biyolojik bir organizma da olabilmektedir [12].

Zamanla değişim gösteren durumlarda elektrik ve manyetik alanlar birbirine bağımlıdır. Yani, elektrik alanın olduğu yerde manyetik alan, manyetik alanın olduğu her yerde elektrik alanı mevcuttur [11]. Elektrik alanların gücü veya şiddeti akım gücüyle orantılı iken, manyetik alanlar akımın şiddetiyle orantılıdır. Gerek elektrik, gerekse manyetik alan şiddetleri güç kaynaklarından uzaklaştıkça hızla düşmektedir [13].

Yapılan bilimsel çalışmalar; manyetik alanların, elektrik alanlara göre daha fazla biyolojik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elektrik alan insan derisinden geçerken enerjisinin çoğunu kaybeder ve insan vücudu üzerinde çok küçük akımlar oluşturur. Manyetik alan ise, insan vücudu içerisine nüfuz ederek iç organlarda küçük akımların oluşmasına neden olmaktadır [11]. Elektriksel alanlar genellikle topraklama ile durdurulabilirken, manyetik alanlar dokular dahil birçok dokuya kolayca girebilmektedir. Bu nedenle yapılan bilimsel araştırmalar manyetik alan-kanser ilişkisi üzerinde yoğunlaşmaktadır [14].

Elektrik yükünün etrafında oluşan elektrik alanla, bu yüklerin hareketi ile meydana gelen manyetik alanın birleşerek oluşturduğu alana "elektromanyetik alan" denilmektedir. Elektromanyetik alanın oluşabilmesi için hareketli bir elektrik yükünün olması gerekmektedir [15]. Çevremizde oluşan ve gözle görülemezliği sebebiyle insan sağlığı için gizli bir tehlike oluşturan elektromanyetik alan değerleri, gün içindeki ve mevsimsel elektrik kullanımıyla değişim göstermektedir. Yapı içerisinde oluşan elektromanyetik alanlar doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılmakta ve insanların maruz kaldığı yapay kaynaklı elektrik ve manyetik alanlar; elektrik enerjisinin üretimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi sırasında oluşmaktadır [12]. Yapı Biyolojisi, konularından biri olan elektriğin yararlı kullanımından çok bilinçsiz kullanımının doğurduğu kirliliği ve etkilerini araştırır. Elektriğin kendisi ve ürünü diyebileceğimiz manyetik alanların varlığı, yaşadığımız çevreyi fiziksel ve iklimsel anlamda etkilemekte, bu etkilerin tümü "elektroiklimsel" olarak adlandırılmaktadır [16].

Yapının ve insanın içinde bulunduğu fiziksel çevreyi olumsuz etkileyen olgulardan biri de kirliliktir. Bir veya birden fazla kirleticinin canlı yaşamını olumsuz yönde etkileyebilecek oranda birikmesi durumu kirlilik olarak tanımlanırken, iç mekan hava kalitesinin bozulmasına doğal ve yapay kirleticiler neden olmaktadır [17]. Elektromanyetik alan kaynakları iç mekan hava kalitesini atmosferik açıdan etkileyen önemli öğelerden biri olarak görülmektedir. Açık veya kapalı mekânlarda, elektriksel oluşumlardan kaynaklanan kirleticilerin, havanın doğal denge ve düzenini bozması durumuna "elektroiklimsel kirlilik" denir. Bir elektromanyetik oluşumun kirlilik yaratabilmesi için, doğadaki normal düzeyi aşması ve canlı sağlığını olumsuz etkilemesi gerekmektedir [18].

#### **4. ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİĞİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ (HUMAN HEALTH EFFECTS OF ELECTRO-CLİMATİC POLLUTION)**

Elektroiklimsel kirliliğin insan sağlığı ve diğer tüm canlılar üzerinde yaratabileceği zararlı etkiler uzun zamandır bilinmekte ve bilim adamları 70 yılı aşkın bir süredir, elektroiklimsel kirliliğin bu tip etkileri üzerinde çalışmaktadır. Kirlilik etkisinde kalan

canlılar, oluşan enerjiyi soğurmakta ve soğurulan enerji vücutta ısınmaya yol açarak bazı organlardaki elektrik akımlarının değişmesine neden olmaktadır [19]. Tıbbi ve endüstriyel uygulamalardan, yüksek gerilim hatlarına kadar, trafo merkezleri ve baz istasyonlarından, elektrikli cihazların etkilerine kadar elektroiklimsel kirliliğe ilişkin tüm olaylar ve rahatsızlıklar deneysel çalışmalar aracılığıyla detaylı şekilde araştırılmaktadır [20].

İnsanlarda kirliliğin etkileri geçici rahatsızlıklar (sersemlik hali, baş ağrısı, uyku bozukluğu vb), şeklinde olabileceği gibi, doğal ömür süresinin kısalması, kanser, üreme sistemi sorunları, nörolojik hastalıklar (ALS, Alzheimer), düşüklükler ve kalıtsal bozukluklar olarak da görülmektedir [5]. Elektroiklimsel kirliliğin insan sağlığına etkilerini insanın biyolojik ve psikolojik yapısı şeklinde ikiye ayırmak suretiyle incelemek mümkündür.

#### **4.1. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Biyolojik Yapısına Etkisi (Structure of Human Biological Effects of Electro-climatic Pollution)**

İnsanın biyolojik yapısı sindirim, solunum, kalp ve dolaşım, iskelet-kas, sinir, üreme, koruyucu dış tabaka (deri) ve hormonal sistemlerden oluşmaktadır. Elektroiklimsel kirliliğin bu biyolojik sistemlere etkisi değişik sağlık sorunlarına yol açabilmektedir, ancak elektroiklimsel kirliliğe dair çalışmalar, insanda hücre ve kanser oluşumları üzerine yoğunlaşmaktadır.

- **Sindirim ve Solunum Sistemine Etkisi:** Yapılan çalışmalar neticesinde elektroiklimsel oluşumların, doğrudan sindirim ve solunum sistemine etkileri ile ilgili bulgulara rastlanmamıştır, sadece gerginlikten kaynaklanan psikolojik rahatsızlıklar gözlenmiştir [21]. Solunan havadaki elektrik yüklü küçük oksijen ve nitrojen iyonları insan vücudundaki durağan elektrik yükünün artmasına neden olmakta, ayrıca büyük iyonların taşıdıkları su molekülleri, toz ve zehirli maddelerin solunum sistemini etkilediği bilinmektedir.
- **Kalp ve Dolaşım Sistemine Etkisi:** Elektroiklimsel kirliliğin kalp ve dolaşım sistemine üç önemli etkisi vardır. Bunlar dolaşım sisteminin geneline, kanın biyokimyasal yapısına ve akyuvarlara olan etkisidir [18]. Kirliliğin kalp üzerinde direkt etkisinin olup olmadığı deneylerle araştırılmış ve fizyolojik rezerv kapasitesini düşürmek, kan basıncında düzensizlik ve kalpte ritim bozukluğu şeklinde etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir. Kalp hareketinin elektromanyetik alanlara karşı farklı bir hassasiyeti bulunmakta, 60 Hz frekansında 50 V/m değerindeki elektrik alan etkisinde 15 dakikadan fazla kalındığında kalp atışında ciddi şekilde düşüş görülebilmektedir. Alçak ve yüksek frekanslı alanlar etkisinde yapılan çalışmalarda, benzer sonuçlara rastlanmıştır [22]. Yoğun şiddetteki elektroiklimsel kirlilik neticesinde, damarların ya da kalpteki elektrikselsistem etkilenmesi sonucu, kalbin işlevinin direkt etkilenebileceği kanısına varılmıştır. Aynı şekilde, kan basıncında olabilecek değişiklikler, dolaylı olarak kalbin işlevine etki etmekte ve kirliliğin dokulara ya da kanın bileşimini düzenleyen sistemlere olası etkileri kanı da etkileyebilmektedir. Fazla miktarda veya uzun süreli elektroiklimsel kirliliğe maruz kalan insanlarda karşılaşılan en önemli etki, yüksek çarpıntı ve tansiyondur. Bunun yanı sıra kalp pili kullanan kişilerin, cep telefonu kullanmaları veya başka nedenlerle yüksek miktarda kirliliğe maruz kalmaları oldukça sakıncalıdır [23].

- **İskelet-Kas Sistemine Etkisi:** Elektroiklimsel kirliliğin iskelet sistemine doğrudan olumsuz bir etkisinin olup olmadığına ilişkin kesin bir bulgu yoktur, ancak kemik iliğinin uyarılması sonucu, sert kemik dokusunda tahribat ve kemik tümörü oluşma ihtimali üzerinde durulmaktadır. Elektriksel direnci çok düşük olan kas dokuları yüksek oranda su içerdiklerinden dolayı elektrik alan içinde iletken görevi görmekte ve dolayısıyla elektromanyetik alanlardan çabuk etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda, trafo merkezlerine ve iletim hatlarına yakın çevrede yaşayan insanların boyun kaslarında şiddetli ağrıların gözlenmiş olması, bu kanıyı doğrulamaktadır.
- **Sinir Sistemine Etkisi:** Elektroiklimsel kirliliğin insan vücudunda en çok etkilediği kısım sinir sistemidir. İnsanın vücudunda yaklaşık olarak 25 milyar sinir hücresi vardır. Sinir hücreleri algılanan duyuyu beyine iletmekte, beyin bu ileti sebebiyle gerekli organı harekete geçirmektedir ve bu işlemler vücutta elektrik akımıyla gerçekleşmektedir. Bu elektrik akımı ise, hücre içinde elektrokimyasal tepkimeler sonucu oluşmaktadır. Beyin yüksek oranda su içerdiğinden dolayı iletkenliği çok yüksektir ve elektromanyetik alanlardan kolay etkilenmektedir.

Davranış değişiklikleri, sinir sistemi sorunlarının başlangıcı olarak görülmekte ve son 20 yıldır yapılan birçok araştırmada, manyetik alanın genel davranışlar üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır. Çok düşük manyetik alan şiddetinin bile beyindeki akımları etkilediği gözlemlenmiştir ki, daha şiddetli alanlar ağrılara ve kramplara yol açmaktadır [24]. Elektrik alanın etkileri arasında en önemlisi, beyin dokusunda bulunan kalsiyum iyonları üzerindeki olumsuz etkilerdir. Yapılan çalışmalar, elektrik alanının kalsiyumlu dokular üzerindeki etkisinin, özellikle alanın frekansına ve şiddetine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır [25].

Elektrik ve manyetik alanların ayrı ayrı olan etkilerinin incelenmesinden başka, birlikte olmaları durumu içinde çalışmalar yapılmış ve John Hopkins Üniversitesinden Dr. Sam Koslov'a göre elektromanyetik alanların artmasıyla "Alzheimer" hastalığında da artış gözlenmiştir. Elektroiklimsel kirlilik, sinir hücrelerindeki kalsiyum iyonlarının düzeyini yükseltip sinir hücrelerinin ölümüne yol açarak Alzheimer hastalığına neden olmakta ve bu hastalık, dikkat toplama kaybı, anlama bozukluğu, geçici hafıza kaybı ve dalgınlık gibi bulgular ile tanımlanmaktadır [27]. Bu konuda çalışmalar yapan bilim adamlarından Bert Sakmann ve Ervin Neher'de, çok şiddetli elektroiklimsel kirlilik etkisi altında çalışan insanlarda Alzheimer hastalığına benzer rahatsızlıkların meydana geldiğini ispat etmişlerdir.

- **Üreme Sistemine Etkisi:** Elektroiklimsel kirlilik erkeklerde ve kadınlarda üreme sistemini etkilemekte ve kadınlarda düşük ve doğumsal anomalili (bozukluk) bebek doğumları gözlemlenmektedir. Prof.Dr. Pech'e göre, havadaki doğal elektroiklimin tüm değerleri sıfırlandığında insan nesli iki, en çok üç kuşak sonra üreme sistemindeki bozukluklar nedeniyle tükenecek olup, aynı konuda yaptığı araştırmada Dr. A. Schmid, daha birinci kuşakta cinsel canlılığın %50 azaldığını gözlemlemiştir [27].

Kalsiyum iyonu yumurta hücrelerinin kolay döllenesini ve bölünme sürecinde kalıtımsal veri aktarım işlemini yönlendirmektedir. Düşük seviyedeki elektroiklimsel kirlilik etkisi altında bile hücrelerdeki kalsiyum akışının hızlandığı düşünüldüğünde, elektroiklimsel kirliliğin sağlıklı bir bölünmeyi engelleyeceği kabul edilmektedir. Elektriksel alanlar canlılarda hücre zarını etkileyerek vücudun elektriksel dengesini değiştirmekte ve sağlık sorunları



oluşturmaktadır [18]. Yapılan çalışmalarda, metabolizmanın elektroiklimsel kirliliklerden etkilenmesi sonucu kromozomlarda bozulmalar meydana geldiği ve döllenme-bölünme-büyüme ve gelişme süreçlerinde bazı bozukluklar oluştuğu gözlenmiştir.

- **Koruyucu Dış Tabakaya (Deri) Etkisi:** Bilimsel araştırmalar neticesinde, elektroiklimsel kirliliğin deriye doğrudan bir etkisinin olabileceğinden söz edilmemektedir, ancak derinin değişik katmanlarındaki duyarlı sinir hücrelerinin bu kirlilikten etkilenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, yerle temas halinde ve yalıtılmış bir insan havadaki pozitif veya negatif yüklü iyonları üzerine çekmekte ve bu iyonlar havadaki alerjen maddeleri taşımaktadır. Nötr veya yüklü insan vücudu bu iyonları bünyesine çekerek kaşıntıya, alerjilere veya başka sağlık sorunlarına yol açabilmektedir [18].
- **Hücre ve Kansere Oluşumuna Etkisi:** Elektroiklimsel kirliliğin, insan vücudunun en küçük birimleri olan hücreler üzerinde etkilerinin incelenmesi amacıyla birçok araştırma yapılmıştır. Çalışmalardan bazıları hücrelerdeki büyüme oranının alan etkisiyle düştüğü, bazıları ise değişmediği saptanmış, fakat hücre büyümesini denetleyen genlerde değişimler gözlenmiştir [28].

1997 yılında Amerika'da yayınlanan bir araştırmanın sonuçlarına göre, elektromanyetik alanların kalsiyum iyonlarının hücre içindeki hareketini etkileyerek enzim aktivitelerinde değişimlere neden olduğu ve sinyal iletişimini etkilediği açıklanmıştır. Elektrik alanın ise, enzim aktivitelerinin düzeyine göre enzim içindeki hareketli parçaları hızlandırdığı ya da engellediği belirtilmektedir. DNA yapısı içinde, elektromanyetik alanların etkisiyle, normalin tersine akımlar oluştuğu ve bunun yapısal bozulmalara neden olabileceği bildirilmektedir [30]. Kalsiyum iyonlarının etkilenmesinin tümör oluşumuna neden olabileceği, enzim sisteminin etkilenmesinin de hücre büyümesinde bozukluklar yaratabileceğine değinilmekte ve manyetik alanın bu etkilerinin kanser gelişimini arttırdığı da belirtilmektedir [30].

Elektroiklimsel kirliliğin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan epidemiyolojik çalışmalar, kanser üzerinde yoğunlaşmaktadır. Kirlilik ve kanser ilişkisi henüz çok açık olmamakla birlikte Dünya Sağlık Örgütü'nün raporuna göre, elektroiklimsel kirliliğin doğrudan kanser oluşturmadığı, ancak başka bir etken nedeni ile başlayan kanserin ilerlemesine neden olduğu bilinmektedir [31].

Bu konudaki ilk çalışmalar 1979'da Kolorado Üniversitesi'nde araştırma yapan Dr. Nancy Wertheimer ve Ed Leeper tarafından başlatılmış ve aynı yıl yayınlanan rapora göre, yüksek gerilim hatları tarafından üretilen 300 nT düzeyindeki alanların, çocukluk lösemisinde etkili olduğu ve kanserden ölen çocuklar arasında iletim hatlarına 40 m. yakında yaşayan çocukların iki ile üç kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. 1980'de, Wertheimer ve Leeper tarafından yapılan çalışmaya benzer bir çalışma daha başlatılmış ve bunun sonucunda yüksek gerilim hatlarının meydana getirdiği elektromanyetik alanlarla, hatlara yakın yerlerde yaşayan çocuklarda görülen kanser arasında zayıf bir ilişki olduğu belirtilmiştir [32].

1987 yılında Amerika'nın Denver eyaletinde David Savitz tarafından yapılan çalışmada, yüksek şiddette manyetik alan etkisi altında kalan çocukların etki altında kalmayan çocuklara göre kansere yakalanma riskinin 1,6 kez daha fazla olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra elektrikli aletlerin oluşturduğu elektromanyetik alanların da kansere neden olabileceği belirtilmiş, fakat bu çalışmada kanser türleri incelenmemiştir. 1990 yılında, bu bulgular üzerinde yapılan

iki yıllık çalışmadan sonra, Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) tasarı halinde yayınladığı raporunda, manyetik kirliliğin kanserojen etkisinin olası olduğu ve bunların dikloro difenol trikloroethan (DDT) ve formaldehit maddeleriyle aynı risk gruplarında yer aldığını belirtmiştir [33].

1992'de İsviçre'de yapılan bir çalışmada iletim hatlarına 50 m. yakın mesafede yaşayan çocukların kanser riskinin yüksek olduğu saptanmıştır. İsveç Radyasyondan Korunma Enstitüsü (SSI), iletim hatları yakınında yaşayan çocukların kan kanserine yakalanma olasılıklarının yükseldiği ve yılda yaklaşık iki çocuğun söz konusu hatların yakınında yaşaması nedeniyle kan kanserine yakalandığını açıklamıştır. İsveç Ulusal Enerji Merkezinde yeni kurulacak okul ve oyun merkezleri gibi yerlerin elektroiklimsel kirlilik sınır değerlerini geçen bölgelere kurulmaması gerektiğini belirtmiştir [33].

1998 yılında ABD'de yayınlanan Ulusal Çevresel Sağlık Bilimleri Enstitüsü raporunda elektroiklimsel kirliliğin çocukluk çağı lösemisinde (eve yakın elektrik hatları ile 24 saat etkilenim devam ettiği sürece), kronik lenfositik lösemide, beyin tümöründe ve meme kanserinde başlatıcı etkisinin olabileceği ifade edilmiştir. Kirliliğin insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda, elektroiklimsel kirlilik kanserde etkilidir şeklinde kesin bir sonuç çıkmamıştır, ancak evlerde kullanılan elektrikli aletlerin, özellikle elektrikli battaniyelerin oluşturduğu elektroiklimsel kirlilikle kanser riski arasındaki ilişkiyi incelemek için çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sonucunda, elektrikli battaniye kullanımının, prostat kanserine etkisi olmadığı, ancak akciğer kanseri riskini yükselttiği sonucuna varılmıştır [18].

#### **4.2. Elektroiklimsel Kirliliğin İnsanın Psikolojik Yapısına Etkisi (Structure of Human Psychological Effects of Electro-climatic Pollution)**

Elektroiklimsel oluşumlar insanın psikolojik yapısını olumsuz yönde etkilemekte, bu etkilerin yoğunlukla hormonlar ve davranış yapısı üzerinde yoğunlaştığı bilinmektedir. Davranış, canlılarda duyu organları ile gözlenebilen ya da üstün duyarlılıkta aygıtlar ile dolaylı olarak izlenebilen her tür değişimdir ve güdüler sonucunda ortaya çıkar. İnsan davranışını yönlendiren üç tür güdü vardır. Bunlar, fizyolojik temeli olan, öğrenilmemiş ve öğrenilmiş güdülerdir [7].

Yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda, elektroiklimsel oluşumların öğrenilmiş ve öğrenilmemiş güdüler üzerindeki etkisinin çok az olduğu ileri sürülmektedir, ancak fizyolojik temele dayanan güdü ve buna bağlı davranışlarda elektroiklimsel kirliliğin sebep olduğu düşünülen bozukluklar saptanmıştır. Elektroiklimsel kirliliğe dayalı, sinir sistemi ve beynin etkilenmesi sonucunda kişilerde tepkime süresinde azalma, dikkat dağınıklığı, denge bozukluğu ve genel bir yorgunluk gözlenmektedir [18].

Kirlilik neticesinde insan vücudundaki hormonlar etkilenmekte, hormonal dengenin bozulması durumunda çeşitli hastalıklar ve rahatsızlıklar ortaya çıkabileceği gibi, bu durum kalıcı hastalıklara da neden olabilmektedir. Hormonların etkilenmesi sonucunda cinsel güdülerde azalma, uyku düzensizliği vb. rahatsızlıklar sıkça görülmektedir [18]. Epidemiyolojik araştırmalar sonucunda, uzun süreli olarak çok düşük şiddetli elektroiklimsel kirliliğin etkisi altında kalan insanlarda melatonin düzeyinin düştüğü gözlemlenmiştir. İnsanların uykuya ve uyanmaya ne zaman hazır olduklarını belirleyen hormon olan melatonin düzeyinin %30 oranında düşmesinin şizofreni, depresyon ve vücutta kasılmalara yol açtığı ileri sürülmektedir [30].



## **5. YAPILARDA ELEKTROİKLİMSEL KİRLİLİK (ELEKTRO-CLİMATİC POLLUTION IN BUILDING)**

Yapılar atmosferdeki doğal elektriksel alanları ve düşük frekanslı alanları büyük bir oranda yalıtmakta, bu da yaşamımızın %90'ını geçirdiğimiz iç mekânların doğal elektroiklim dengesinden yoksun oldukları anlamına gelmektedir. Buna karşın yaşantımızdaki elektrik enerjisi kullanımı ve telekomünikasyon etkileşimi sayesinde doğada var olmayan yoğun bir yapay kirlilik oluşmaktadır [10].

Elektroiklimsel kirliliğe uzun süre düşük dozlarda maruz kalınmasının, kısa süreli yüksek dozlarda maruz kalınmasından daha zararlı olduğu bilinmekte ve bu doğrultuda sınır değerler geliştirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2008 yılında yayınladığı rapora göre alçak frekans bölgesinde (0-30 KHz) yerleşim birimleri ve iş yerlerinde elektrik alan şiddeti için sınır değer 10 KV/m civarında, manyetik alanlar için ise sınır değerin ise 0,1 mT olduğu bilinmektedir. Elektrik ve manyetik kirlilikten korunmak amacıyla belirlenmiş sınır değerler, ülkeler tarafından kabul edilen kurumlara göre değişim göstermektedir. Farkında olmadan insanların yaşamlarını ve sağlıklarını bu denli etkileyen elektroiklimsel kirlilik, yapı dışı ve yapı içi olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

### **5.1. Yapı Dışı Elektroiklimsel Kirlilik (Electro-climatic Pollution out of the Building)**

Yapı dışında oluşan elektroiklimsel kirlilik doğal ve yapay olarak iki başlık altında toplanmakta ve bu kirlilik düzeyleri yapı dışındaki doğal ve yapma çevrenin etkisi altında bulunmaktadır. Yapı dışındaki çevre, kirliliğe neden olan elektroiklimsel oluşumların çoğalmasını, azalmasını veya odaklanmasını sağlamaktadır. Doğal elektroiklimsel kirlilikler yalın oluşumlar olup, yer altında ve yer üstünde meydana gelen bazı oluşumlar bu kirliliğe neden olmaktadır. Yapı dışındaki doğal elektroiklimsel oluşumlara şiddeti ve frekansı değişken elektrik alanlar, statik elektrik ve manyetik alanlar (yıldırım), havadaki doğal iyonların tür ve yoğunlukları örnek gösterilebilir. Bu oluşumların kirlilik sayılabilmesi için doğal denge düzeyini aşması gerekmektedir [34].

Doğal manyetik alan kaynaklı elektromanyetik kirlilikler, yer üstü ve yer altı kökenlidir. Doğal elektrik alanlar bölgesel farklılıklar göstermekte ve hareketli iyon yükleri nedeniyle frekansı ve şiddeti değişken kirlilik alanları 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 olmazken, nörolojik rahatsızlığı bulunan veya hava değişimlerine duyarlı insanlarda etkin sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Beyindeki nöronların aktif çalışma frekansı 10 Hz civarındadır. Hızlı hava değişimlerinde elektrik alanların rezonans frekansı 10 Hz dolaylarında olduğundan duyarlı insanlar daha çok etkilenmekte ve bundan dolayı fırtınalar doğal elektroiklimsel kirlilik kaynağı sayılmaktadır [18]. Havadaki doğal iyon yoğunlukları, genelde rüzgarın etkisiyle nitrojen, oksijen ve hidrojen atomlarının sürtünerek elektriksel olarak yüklenmesiyle oluşur. Pozitif yüklü iyonların çokluğu insanları psikolojik olarak rahatsız ederken, negatif yüklü iyonların çokluğu insanlarda havanın "temiz olma" duygusunu uyandırmakta ve fizyolojik olarak rahatlatmaktadır. Elektroiklimsel kirlilik açısından değerlendirildiğinde, havadaki tüm iyon yoğunlukları kirletici özellik taşıdıklarından dolayı insanları olumsuz etkilemektedir [16]. Doğal manyetik alanların neden olduğu kirliliklerin büyük bir kısmı yer altından 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 düzeyi daha yüksek olmaktadır. Bu tür kirlilikler ile ilgili kesin kararlara varabilmek için, o bölgenin jeolojik haritaları dikkate alınmalıdır [18].

Yapı dışı yapay elektroiklimsel kirlilikler elektrikli sistemlerden kaynaklanmaktadır. Elektrikli sistemleri oluşturan ürünler, elektrik enerjisi üreteçleri (jeneratörler vb.), yüksek gerilim hatları, elektrik dağıtım ve trafo merkezleri, transformatörler, düşük gerilimli (220-380 V) hatlar, radyo-televizyon istasyonları, radarlar, uydu ve baz istasyonlarıdır. Kent merkezlerine uzak santrallerde üretilen elektrik enerjisi, gerilim düzeyi yüksek iletim hatları (yüksek gerilim hatları) (YGH) (154 kV-380 kV) aracılığıyla, kent merkezlerine taşınmakta ve kentlerin girişlerine kurulan trafo merkezlerinde orta gerilime (33 kV, 15 kV veya 10,5 kV) düşürülmektedir. Orta gerilim hatlarınının bir kısmı çevre ilçe ve köylerdeki dağıtım trafolarını, bir kısmı da kent içindeki dağıtım trafolarını beslemektedir. Dağıtım trafolarına gelen elektrik, 220 V'luk kullanım düzeyine düşürülerek yapılara dağıtılmaktadır [35].

Özellikle büyük kentlerde çarpık kentleşme ve plansız yapılaşmanın sonucu olarak YGH ve trafo merkezleri konutlarla iç içe bulunmaktadır [36]. YGH'nın çevresinde oluşan elektroiklimsel kirlilik düzeyi sistemdeki pek çok etkene bağlıdır. YGH'nın çalışma gerilimi, şebekeden kaynaklanan gerilim-akım çalkalanmaları ve iletim hattından geçen maksimum elektrik akımı kirlilik düzeyini değiştirebilmektedir [21]. Aktarım ve trafo merkezlerinde de, YGH'da olduğu gibi çok yüksek düzeyde dolaysız ve dolaylı kirlilikler meydana gelmektedir. Yüksek gerilim hatlarınının yakın çevresinde alternatif manyetik alanlar oluşmakta ve gerilim hattından uzaklaştıkça elektrik alan ve dolayısıyla manyetik alan değeri de azalmaktadır. Çeşitli bilimsel çalışmalarda elde edilen sonuç değerlere göre, 380 kV'luk YGH'nda, normal çalışma akımında hattın altında manyetik alan şiddeti 22 mT iken, 55 m. mesafede ise sadece 0,1 mT'lık bir değer göstermektedir. Aynı elektrikli sistemde, maksimum akım şiddetinde, hattın altında ölçülen manyetik alan şiddeti 50 mT iken, 50 m. mesafede bu değer yaklaşık 1,5 mT olarak gözlenmektedir. 1979'da ABD'de yapılan bir araştırma, yüksek gerilim hatlarına 40 m.'den daha yakın yaşayan çocukların, normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığını ortaya koymaktadır (Şekil 1) [35].



Şekil 1. Yerleşim alanlarına yakın mesafede yüksek gerilim hattı  
(Korkmaz Arşivinden)  
(Figure 1. High voltage line is close to residential areas)  
(Archive of Korkmaz)

Trafo merkezleri çevresinde şiddetli kirlilik alanları oluşmakta ve transformatörler manyetik oluşum prensibiyle çalıştıkları için yakın çevrede alternatif manyetik alanlar meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda, trafo merkezlerine 10 m. den yakın mesafede yaşayan insanlarda ciddi rahatsızlıklar olduğu bilinmektedir (Şekil 2) [18]. Enerji iletim sisteminin bir parçası olan ve özellikle semt aralarındaki kulübeye benzer yapılarda konumlandırılan trafoların manyetik kirlilik değerleri birkaç metre içinde çok düşük seviyelere ulaşmakta ve yapı kabuğunun (duvarlar) araya girmesiyle beraber bu değerler insan sağlığını etkilemeyecek hale gelmektedir.



Şekil 2. Yerleşim alanlarına yakın mesafede trafo merkezi [36]  
(Figure 2. Substation is close to residential areas)

Yapı dışı yapay elektroiklimsel kirlilik kaynaklarından biride, baz istasyonlarıdır. Yüksek frekanslı elektromanyetik alan türlerinden olan ve mikrodalga yayma prensibiyle çalışan bu istasyonlar, insan sağlığı açısından ciddi bir tehlike oluşturmaktadır (Şekil 3). Mikrodalgaların dokuları ısıtması ve hücrelerin kimyasını bozması gibi iki türlü etkisi olabilmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalarda, baz istasyonlarına yakın mesafede yaşayan insanlarda uykusuzluk, asabiyet,

stres gibi rahatsızlıkların yanı sıra, göz, kulak, cinsel yaşam da rahatsızlıklar ve özellikle kanser oluşumlarına rastlanmaktadır.



Şekil 3. Yerleşim alanlarına yakın mesafede baz istasyonu  
(Korkmaz Arşivinden)

(Figure 3. Base station is close to residential areas) (Archive of Korkmaz)

### 5.2. Yapı İçi Elektroiklimsel Kirlilik (Indoor Electro-climatic Pollution)

Yapı içerisindeki elektroiklimsel kirlilikler doğal ve yapay kökenlidir. Doğal elektromanyetik alanlar statik manyetik ve elektrostatik alanlardan kaynaklanırken, yapay elektromanyetik alanlar ise statik ve alternatif elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlardır. Yapı içinde, doğal elektromanyetik oluşumlardan kaynaklanan kirlilikler yapay oluşumlardan kaynaklanan kirlilikler kadar etkin değildir. Doğal elektroiklimsel kirlilik kaynakları genelde yapı ürünleri ve ürünleri oluşturan yapı malzemeleri iken, yapay elektroiklimsel kirlilik kaynağı yapı içindeki elektrikli sistemlerdir.

Sentetik halılar, yer karoları, plastik duvar panelleri gibi, yoğunluğu ve elektriksel direnci yüksek, petrol türevi yapay yapı ürünleri, elektroiklimsel kirlilik açısından yapı iç çevresini olumsuz yönde etkilemektedir. Havada meydana gelen negatif ve pozitif yüklü iyonların, yapı ürünlerinin yüzeylerinde birikmesi sonucunda elektrostatik yükler meydana gelmekte ve havadaki iyon dengesi bozularak insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Elektrostatik alanlar, belirtilen yapı ürünlerinin birbirleriyle veya hızlı olarak akımlarıyla sürtünmesinden dolayı oluşmaktadır. Yapı içindeki doğal manyetik alanlar, 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 şeklindeki demir ve alaşımlardan oluşan yapı ürünleri (doğalgaz, su ve kalorifer boruları, betonarme demir donatıları, ankraj demirleri vb.) doğal manyetik alanlardan kaynaklanan kirlilikler oluşturmaktadır [18].

Yapı içinde oluşan yapay elektroiklimsel kirlilikler, elektrikli sistemlerin neden olduğu alternatif elektrik ile manyetik ve elektromanyetik alanlardan kaynaklanmaktadır. Yapay alternatif elektriksel oluşumların şebeke frekansı 50 Hz olduğundan dolayı yapı içerisinde oluşan alternatif elektrik alan düzeyleri yüksek değerlere ulaşmamaktadır, ancak düşük frekanslı elektrik alan şiddetlerinin insan sağlığını olumsuz etkilemediği kesin olarak ispatlanamamıştır ve bu tür kaynaklara belirlenen eşik değerlerinden daha fazla

yaklaşımlarda veya uzun süreli etkilenmelerde insan sağlığı açısından çok büyük sorunlar doğuracağı bilinmektedir. Bir kaynaktaki elektrik alanı, iletkende elektron akımı oluşsa (cihaz açık) da oluşmasa da (cihaz kapalı) meydana gelir. Bundan dolayı çalışmayan ve çalışmaya hazır durumdaki (standby) herhangi bir elektrikli sistemin çevresinde belirli bir düzeyde elektrik alan şiddeti oluşmaktadır [19].

Yapı içerisindeki düşük frekanslı (50 Hz) manyetik alan kaynakları içerisinde az dikkat çeken ama en önemlisi duvarların içinden geçen tellerin doğrudan yol açtığı alanlardır. Doğru tesisat ilkelerine bağlı kalınarak yapılmış elektrik donanımı çok düşük manyetik alanlara yol açmaktadır, ancak günümüzde üretilen çoğu binada bu ilkelere uyulmamakta ve özellikle çok katlı yapıların tesisat bacalarında ve mekânın fonksiyonu gereği yapılan yükseltilmiş döşemelerin altında kablo yoğunluğu bulunmaktadır. Bu nedenle yüksek düzeyde elektromanyetik alanlar oluşmaktadır [37]. Duvarlardaki elektrik döşemi düzeninde, insanın baş bölgesine yakın yükseklikte döşenen elektrik kabloları sinir sistemini olumsuz etkilemektedir. Yapı içerisinde ana elektrik hattının ring biçiminde (kapalı halka) döşenmesi, mekânın içindeki kirlilik düzeyinin artmasına neden olmaktadır. Elektrik döşeminde, tüm devrelerden geçen elektrik akımı kolon hattında toplanmakta ve kolon hattı, dağıtım ve sigorta panolarının çevresinde yüksek düzeyde manyetik alan şiddetleri oluşmaktadır. Sıva altı plastik borular, topraklanmış metal borulara oranla yüksek düzeyde kirlilik oluşturmaktadır. Sıva üstü döşeminde elektroiklimsel kirlilik düzeyi sıva altı döşemine göre daha yüksektir [18].

Yapılarda kullanılan aydınlatma ürünlerinin ışık şiddetini ayarlamak için kullanılan "dimer" yapısı nedeniyle, yüksek manyetik kirlilikler oluşmakta ve duyarlı insanlarda adale kasılmalarına neden olabilmektedir. Taşınabilir elektrikli aygıtların elektrik devresine bağlanabilmesi için "prizler" kullanılmakta ve prizlere takılan uzatma kabloları, bulunduğu mekânlarda yüksek elektrik ve manyetik alan şiddetlerine neden olmaktadır [38]. Aydınlatma ürünlerinden akkor flemanlı lambaların çevresinde oluşan manyetik alan şiddeti ampulün gücüne göre değişmekte olup, dekoratif amaçlı kullanılan düşük gerilimli halojen ampuller ise yüksek düzeyde alternatif manyetik kirlilikler oluşturmaktadır. Günümüz konutlarında pek kullanılmayan floresan lambalar, armatüründeki bobinden dolayı yakın mesafede önemli bir kirlilik kaynağıdır [18]. Işıklı reklam panolarında kullanılan neon, ksenon vb. gazlarla dolgululu lambalar yer yer dekoratif nedenlerle yapı içerisinde kullanılmaktadır. Bu tür lambalar çok yüksek gerilimle çalıştığından dolayı elektrik ve manyetik alan değerleri oldukça yüksektir. Topraklanmış metal bir armatürün oluşturduğu elektroiklimsel kirlilik düzeyi diğer armatürlere göre daha düşük olurken, plastik, bakalit veya camdan üretilen armatürlerin kirliliğe etkisi olmamaktadır.

Yapı içindeki en önemli elektroiklimsel kirlilik kaynakları elektrikli sisteme bağlı çalışan aygıtlar (saç kurutma makinesi, traş makinesi, mikrodalga, televizyon, bilgisayar vb.) dir. Kullanılan ekranlı cihazların (televizyon ve bilgisayar) ön ve arka yüzlerinin yakın çevrelerinde, çok geniş frekans bandında elektroiklimsel kirlilik oluşmaktadır. Özellikle eski teknoloji ile üretilmiş veya eskiyen ekranlar daha çok kirlilik üretmektedir. Yapılan araştırmalara göre, elektrikli aygıtlardan ne kadar uzakta durabilirsek elektroiklimsel kirliliğe maruz kalma oranımızda o kadar azalacaktır.

Yapı dışındaki elektrikli sistemlerden kaynaklanan elektroiklimsel kirlilikler yapı içine elektrikselsel ve manyetik iletkenliği yüksek yapı ürünleri aracılığıyla sızabilirler. Yeraltından yapı içine döşenen doğalgaz ve su iletim sistemleri, aynı



doğrultuda veya kesecek biçimde elektrik sistemiyle karşılaşılıyor ise yapay bir elektromanyetik alan oluşmakta ve yapının içi bundan etkilenmektedir. Bunun haricinde, kalorifer sisteminin düşey ve yatay boruları, elektrik sisteminin kolon hattı (ana kablo) yakınından geçiyor ise, tüm kalorifer sisteminde de elektromanyetik kirlilik taşınabilir [18]. Yapıların çatılarında kullanılan cam yünü levhaların tespit yüzeyi alüminyum folyolardan oluşmaktadır. Bu yapı ürünlerinin topraklanmadığı durumlarda, yakın çevreden geçen yüksek veya düşük gerilim hattının neden olduğu elektromanyetik alandan etkilenmekte ve bir anten gibi çalışarak yapı içindeki havayı kirletmektedir [18].

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Elektrikli aygıtların hızla artması ve yoğun şekilde kullanılan elektrik enerjisi neticesinde tüm dünyada egemen hale gelen elektroiklimsel kirlilik, standart değerlerin oldukça üstündedir. Modern dünyada elektroiklimsel kirliliğin etkisinden tamamen kaçmak mümkün değildir, ancak yüksek maliyetler söz konusu olmadan, kirliliğin miktarı ve insanların bu ortamlarda geçirdikleri süreler azaltılabilecek, dolayısıyla canlılar açısından kirlilikten en az şekilde etkilenim mümkün olabilecektir. Elektroiklimsel kirliliğe ilişkin önlemleri yapı dışı, yapı kabuğu ve yapı içi olmak üzere yerel yönetimler, tasarımcılar ve kullanıcılar noktasında değerlendirerek şu şekilde sıralamak mümkündür.

### Yerel Yönetim Aşamasında:

- Şehirselle ölçekte yapıları etkileyen elektroiklimsel kirlilik düzeyleri yerel yönetimlerce tespit edilmeli, ölçümler sonucu elde edilen veriler Coğrafi Bilgi Sistemine girilerek bölgenin elektroiklimsel kirlilik haritası oluşturulmalıdır. Kirlilik ölçümleri neticesinde sınır değerleri aşan bölgelerde risk değerlendirmesi yapılarak, bu bölgelerde gerekli önlemlerin alınması ve yerel yönetimlerin kent bilgi sistemine yüklenmesi sağlanmalıdır.
- Oluşturulan kirlilik haritası baz alınarak, enerji iletim hatları, baz istasyonları, trafo merkezlerine öngörülen mesafelerde okul, hastane, kreş, huzurevi gibi tesislerin yapılmasına ve yerleşim merkezlerinin kurulmasına izin verilmemelidir. Buna göre, şehirselle ölçekte planlamalar ve gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır.
- Baz istasyonlarının inşaa edilmesi sırasında GSM operatörlerinin kurulan antenin yüksekliği, frekansı, çıkış gücü gibi teknik detaylarını yerel yönetimlere rapor vererek bildirmesi zorunlu hale getirilmelidir. Bu özelliklerle ilgili herhangi bir teknik değişiklik yapıldığında ise, bu bilgi yerel yönetimler aracılığıyla halka duyurulmalıdır.
- Baz istasyonlarının kurulduğu yerlere, oluşturduğu elektroiklimsel kirlilik değerine göre uyarı levhaları koyulmalı ve açık alanlardaki istasyonların çevresi uyarıcı işaretlerle sınırlandırılmalıdır.
- Eğer mevcut yapılar trafolarla emniyet sınırından daha yakında konumlandırılmış ise, elektroiklimsel kirliliği engellemek için trafolar içten çepeçevre maskelenerek topraklanmalıdır.
- Yapılar 380 KV gücündeki trafo merkezlerine en fazla 60 m., 154 KV gücündeki trafo merkezlerine ise 40 m. sınırında yaklaşmalıdır. Konut bölgelerinin içerisinde kalan trafo merkezleri ve yüksek gerilim hatları yerleşim birimlerinin uzağına taşınmalı veya hatlar bu bölgelerde yer altına



döşenmelidir ancak; ilk yatırım, bakım ve onarım maliyetleri çok yüksek olduğundan tercih edilmemektedir.

#### **Tasarım Aşamasında:**

- Elektroiklimsel kirlilik üreten elektrikli sistemlerden yapılar dış cephelerine uygulanacak maskeleyme yöntemi ile korunmalıdır. En azından yüksek gerilim hatları ve trafo merkezlerinin bulunduğu bölgelerdeki yapıların kirlilik kaynağı tarafına bakan yönlerine yapının sağır cepheleri getirilmeli veya uzun süre kullanılmayan wc, banyo, depo gibi birimler bu yönde tasarlanmalıdır.
- Yapıların çevresinde doğal elektroiklimsel kirliliğe karşı kalkan görevi görebilecek canlı dokular (dört mevsim yapraklarını dökmeyen ve yapıdan daha yüksek servi, çam, kavak vb. ağaçlar) kullanılmalıdır.
- Yapı dışında oluşan yapay elektroiklimsel kirliliğe karşın, yapı cephesine elektro-iletken boyalar uygulanmalıdır. Elektro-iletken boyalar nikel, bakır, gümüş ve grafit tozu gibi elektriksel iletkenliği fazla dolgu maddeleri ile akrilik, akrilik-üretan ve üretan reçine gibi yapıştırıcıların karıştırılması sonucu oluşmaktadır.
- Yapılarda aşırı yükseltilerden (yüksek baca, kuleler, anten vb.) ve doğal yükseltilerin fazla olmadığı bölgeler de, tek başına yüksek yapı üretiminden kaçınılmalıdır. Böyle yapılar için, yapıdan daha yüksek bir noktada "paratoner" tesisatı tasarlanmalıdır.
- Çatılarda kullanılan bakır, alüminyum ve demir levhalar, uzay kafes çatı sistemleri, metal pencere ve kapı doğramaları mutlaka topraklanmalıdır. Yapının taşıyıcı sistemini oluşturan metal parçalar yapı üretimi esnasında birbirine bağlandığından dolayı temele yakın bir yerden topraklama sistemine dahil edilmelidir.
- Yapı içindeki elektrik kolon hatları uzun süre kullanılan mekânlardan uzak yerlerde tasarlanmalı, tesisat bacası ve yükseltilmiş döşeme altından geçen tesisat kabloları çepeçevre maskelenmelidir.
- Duvarlar ve asma tavan içerisindeki elektrik kabloları, metal kılıflı borulardan geçirilmeli ve sistemin tümü ayrıca topraklanmalıdır.
- Yapıların iç mekânlarındaki donatı ürünlerinde kullanılacak hasır, ahşap yapı ürünleri ve kumaşlar aracılığıyla ortamdaki iyon dengesi sağlanmalı, doğal yapı ürünlerinin dayanımını artırmak veya renklendirmek için kullanılan ve yapının iyon dengesini bozan kimyasal maddelerden (polyester) vazgeçilmelidir.
- Pleksi, cam (plastik cam), kauçuk, PVC ve metal gibi elektrostatik yüklenmelere neden olabilecek malzemeler yerine doğal yapı ürünleri seçilmelidir. Görsellik ve konsept açısından metal ürünlerin kullanılma gerekliliği varsa, bu ürünler topraklanarak manyetik alan oluşumu engellenmelidir.
- Yapının servis iletim sistemlerinin birbirlerine yaklaşması veya kesişmesi tasarım sürecinde önlenmeli, duvar içerisinden geçirilen elektrik döşemisinin sinirsel etki açısından insan baş hizasından geçirilmemesine ve maskelenerek topraklanmasına dikkat edilmelidir.

#### **Kullanım Aşamasında:**

- Kullanım sürecinde, uzatma kablolarının fazla uzun tutulmaması ve elektrikli cihazların her zaman çalışabilecek durumda

elektrik döşemine takılı olmaması sağlanmalıdır. Elektrikli aygıtlardan (bulaşık makinesi, mikrodalga vb.) mümkün olduğunca uzak durulmalı, elektrikli traş makinesi veya saç kurutma makinesi gibi vücudumuza yakın çalışan cihazlar ise kısa süreli kullanılmalıdır veya kısa sürelerle cihazı açıp kapatmak gerekmektedir.

- Televizyon ekranından en az 1 m. mesafede oturulmalı ve çocukların televizyonu uzaktan seyretmeleri sağlanmalıdır. Bilgisayar monitörlerinden en az 60 cm. uzaklıkta çalışılmalı ve CRT yerine LCD monitörler tercih edilmelidir. Televizyon ve bilgisayar ekranı arkalarında yoğun manyetik alan oluştuğundan dolayı, ekranların arka kısımları kullanılmayan bir alana yönlendirilmelidir.
- Televizyon, çamaşır makinesi, bilgisayar gibi cihazların arkasında bulunan odada özellikle çocuk yatağı olmamasına ve tüm yatakların başucunun dayandığı duvarların elektrik hatlarının geçmediği duvar olmasına özen gösterilmelidir.
- Elektrikli battaniyeler ve cep telefonları gibi cihazlar seyrek kullanılmalı, elektrikli battaniyeler ve su yatağı ısıtıcıları kullanılacaksa yatağı ısıttıktan sonra mutlaka fişten çekilmelidir.
- Cihazlar kullanılmadıkları zamanlarda kapatılmalı ve fişten çekilmeli, hatta stand-by durumunda bırakılmamalarına özen gösterilmelidir.
- Özellikle uzun süreli kullandığımız mekânlarda, halojen ve floresan lamba kullanılmamalı, bunların yerine manyetik kirlilik değeri 20 kat daha düşük olan geleneksel ampuller kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, sağlıklı yaşam için kaliteli ortamların gerekliliği bilinmekte, bu doğrultuda sağlıklı yapılar yapmamızın önemi her geçen gün artmakta ve bu süreci en doğru şekilde yönlendirecek kişilerin tasarımcılar ve kullanıcılar olduğu düşünülmektedir. Sağlıklı yaşam, milli gelirin korunmasında, iş verimliliğinin artmasında ve sağlıklı bir neslin oluşumunda büyük bir etkidir. Yapı biyolojisinden faydalanmak suretiyle, yapı tasarım evresindeki yer seçimi, yapının konumlandırılması, yapı ürünlerinin belirlenmesi gibi aşamaların elektroiklimsel kirlilik kavramı düşünülerek planlanması durumunda iç mekan hava kalitesi ve dolayısıyla yapı yaşam kalitesi artacaktır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, sağlığımızı bu derece olumsuz etkileyen elektroiklimsel kirliliğin, zaman içerisinde insanlarda ciddi rahatsızlıkların ortaya çıkmasına sebep olacağı bilinmelidir.

#### **NOTLAR (NOTICES)**

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

Bu çalışma Yrd.Doç.Dr.Ercan Hamid Oğuzalp danışmanlığında, Saim Korur tarafından hazırlanmakta olan "Yapı İçerisinde Oluşan Elektromanyetik Kirliliğin Denetimine İlişkin Bir Model Önerisi" konulu tamamlanmamış doktora tezinden yararlanılarak yapılmıştır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. WHO (World Health Organization), (1999a). Basic documents. (42nd ed.). Geneva.
2. Balanlı, A. ve Öztürk, A., (1993-1994). Yapı Biyolojisi-Kavram; Sistem Yaklaşımı ile Yapı Biyolojisi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınlanmamış Ders Notu.

3. Vural, M., (2004). Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
4. Akman, A., (1997). Yapılarda Elektriğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. Yapı Dergisi (YEM Yayınları). Sayı:183, ss:100-102.
5. Feychting, M. and Ahlbom, A., (1993). Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. American Journal of Epidemiology, Volume: 138, Number: 7, pp: 467-481.
6. Tunçalp, K., Şeker S. ve Demirci H., (2002). Akım Taşıyan İletkenlerden Oluşan SLF Elektromagnetik Alanların İncelenmesi. Union Radio Science International (URSI). İstanbul, 1. Ulusal Kongresi Kitabı.
7. Balanlı, A. ve Öztürk, A., (2006). Yapı Biyolojisi-Yaklaşımlar. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi.
8. Ekinçi, C.E., İşçi, N. ve Alyavuz, F., (2007). Yapılar Nasıl Hastalanır. E-Journal of New World Sciences Academy: Natural and Applied Sciences (www.newwsa.com), Volume:2, Number:1, A0014, pp:9-21.
9. Ekinçi, C.E., (2006). Biyoharmoloji. E-Journal of New World Sciences Academy: Natural and Applied Sciences (www.newwsa.com), Volume:1, Number:2, A0004, pp:32-49.
10. Akman, A., (2005). İnsan Sağlığı, Sağlıklı Yapı ve Yapı Biyolojisi. Yapı Dergisi (YEM Yayınları), Sayı:279, ss:89-92.
11. Balıkçı, K., (2002). Manyetik Alanların İnsana Olan Etkisinin İstatistiksel Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
12. Demirci, H., (2001). Elektromanyetik Alanların Canlılar Üzerindeki Etkileri ve Sayısal Olarak Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
13. Heath, C., (1996). Electromagnetic Field Exposure and Cancer: A Review of Epidemiological Evidence. CA-A Cancer Journal For Clinicians, Volume:46, Number:1, pp:29-44.
14. Elhasoğlu, D., (2006). Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
15. İnce, T., (2007). Elektromanyetik Kirlilik. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
16. Güler, Ç., (2005). Yapı Biyolojisinin Kuramsal Temelleri. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
17. Öztürk, A., (1988). Yapı İçi Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Seminer Çalışması. İstanbul: Yıldız Üniversitesi.
18. Topar, A.H., (1996). Yapıda Elektroiklimsel Kirlilik İle İnsan Sağlığı İlişkisi ve Alınabilecek Önlemler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
19. Şeker, S. ve Çerezci, O., (1991). Elektromanyetik Alanların Biyolojik Etkileri Güvenlik Standartları ve Korunma Yöntemleri. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
20. Göksel, S., (1973). Radyasyonun Biyolojik Etkileri ve Korunma. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.
21. Hauf, R., (1982). Electric and Magnetic Fields at Power Frequencies with Particular Reference to 50 and 60 Hz. Denmark: Regional Publication.
22. Sobel, E. and Davanipour, Z., (1996). Electromagnetic Field Exposure may Cause Increased Production of Amyloid Beta and may eventually Lead to Alzheimer's Disease. Neurology, Volume: 47, Number: 1, pp: 1594-1600.

23. Lin, J., (2004). Studies on Microwaves in Medicine and Biology. Bioelectromagnetics, Volume: 25, Number: 2, pp: 146-159.
24. Türkoğlu, B., (1998). Elektromagnetik Alanın İnsanlar ve Hayvanlar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi ve Alan Hesapları. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
25. Şeker, S., (1994). Taşıma Hatlarının İnsanlar Üzerindeki Biyolojik Etkileri ve Standartlarının İncelenmesi. İstanbul: Elektrik Enerjisi ve Teknolojileri Sempozyumu Kitabı, ss.45-51.
26. Horton, W.F. and Goldberg, S., (1995). Power Frequency Magnetic Fields And Public Health. USA: CRC Press.
27. Akman, A., (1991). Büro Dekorasyonunda Görsel Değerler Sağlığını Ne Kadar Etkilemektedir. Arredamento Dekorasyon Dergisi. Sayı:91, ss.126-128.
28. Demirci, H., (2001). Elektromanyetik Alanların Canlılar Üzerindeki Etkileri ve Sayısal Olarak Hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
29. Blank, M. and Goodman, R., (1997). Bioelectromagnetic Interact Directly With DNA. Bioelectromagnetics, Volume: 18, Number: 1, pp: 111-115.
30. Tenforde, T.S., (1993). Health Effect of Low Frequency Electric and Magnetic Field. Environmental Science Technology, Volume:27, Number:1, pp:56-58.
31. WHO (World Health Organization), (2008). Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Report. Number:238. Geneva.
32. Denno, K., (1992). High Voltage Engineering in Power System. USA: CRC Press.
33. Maclanine, D., (1994). Fields of Doubt. Electrical Review, Volume:227, Number:10, pp:28-30.
34. Mant, D.C. and Gray, J.A.M., (1986). Building Regulation and Health. England: Building Research Establishment (BRE) Report.
35. Sunay, Ç., (2000). Teknolojiyle Birlikte Gelen Sorun Elektromanyetik Kirlilik. Bilim ve Teknik Dergisi (TÜBİTAK Yayınları), Sayı:386, ss:66-71.
36. Korur, S., Korkmaz S.Z., and Sayın, S., (2010). Electromagnetic Pollution in Buildings and Its Effects on Human Health. 7th International Conference on Electrical Engineering-ICEENG 2010.
37. Özaktaş, H., (1999). Günlük Hayatta Karşılaşılan Elektromanyetik Alanlar ve İnsan Sağlığı. Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu. Ankara Bildiriler Kitabı, ss:7-12.
38. Ekinci, C.E., Güler, Ç. ve Eminel, M., (2004). Yapılarda Elektroiklimsel Kirliliğe Neden Olan Etkenlerin İncelenmesi. Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Denetimi-Yalıtım Kongresi ve Sergisi. İstanbul Bildiriler Kitabı, ss:466-471.