

**YAPILARDA HUZUR KRİTERLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Anabilim Dalı: Biyomühendislik

Programı: Biosüreç

Danışman: Y.Doç.Dr. Cevdet Emin Ekinci

Melek AKGÜL

2010

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YAPILARDA HUZUR KRİTERLERİNİN İNCELEMESİ

**MELEK AKGÜL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOMÜHENDİSLİK ANABİLİMDALI**

Bu tez, .../.../2010 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği ile başarılı/başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Y.Doç.Dr. Cevdet Emin EKİNCİ

Üye:.....

Üye:.....

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../2010 Tarih ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Bu tez, FÜBAP 1875 numaralı ve “Konutlarda Huzur Kriterlerinin İncelenmesi”
isimli proje desteğiyle tamamlanmıştır.

ÖNSÖZ

Öğretim hayatım boyunca bana maddi, manevi destek olan ve tezimde emeği geçen Danışman Hocam Y.Doç.Dr. Cevdet Emin EKİNCİ'ye ve tezim için bilgi ve görüşlerini benden esirgemeyen Arş. Gör. Müge Elif ORAKOĞLU'na sabır ve anlayışlarından dolayı sonsuz teşekkürler.

Ayrıca eğitim ve öğretim hayatım boyunca hep yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili anneme, babama, kardeşlerime ve eşime; ayrıca çok sevdiğim dostlarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

Melek AKGÜL

Elazığ-2010

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	VIII
TABLoların LİSTESİ.....	IX
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	XI
1. GİRİŞ	1
2. HUZUR KRİTERLERİ.....	2
2.1. Konfor Şartları	3
2.1.1. Konutlarda Görsel Konfor	6
2.1.1.1. Aydınlatma.....	6
2.1.1.2. Renk	8
2.1.2. Konutlarda İşitsel Konfor.....	10
2.1.2.1. Gürültü	11
2.1.2.2. Frekans Spektrumuna Göre Gürültü Türleri	11
2.1.2.3. Zamana Bağlı Olarak Gürültü Türleri.....	12
2.1.2.4. Gürültü Kaynakları	12
2.1.2.5. Gürültü Şiddet Birimleri	12
2.1.3. İnsan Kulağı Duyma Eşiği.....	14
2.1.4. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri	14
2.1.5. Gürültü Standartları ve Sınır Değerler	17
2.1.3. Konutlarda Isıl Konfor	18
2.1.3.1. Isıl Konforu Etkileyen Kişisel Parametreler	21
2.1.3.1.1. Aktivite.....	22
2.1.3.1.2. Giyim	24
2.1.3.2. Isıl Konforu Etkileyen Çevresel Faktörler	25
2.1.3.2.1. Hava Sıcaklığı.....	25
2.1.3.2.2. Hava Nemi	26
2.1.3.2.3. Havanın Hızı	29

2.1.3.2.4.	Hava Hızı – Hava Sıcaklığı Değer Çifti	30
2.1.3.2.5.	Hava Sıcaklığı ve Hava Nemi Değer Çifti.....	31
2.1.3.3.	Isıl Konforun Sağlığa Etkileri	33
2.1.3.4.	Isıl Konfor İle İlgili Mevcut Standartlar	34
2.2.	İç Hava Kalitesi.....	37
2.2.1.	İç Ortam Hava Bileşenleri.....	38
2.2.2.	İç Ortam Hava Kullanımı.....	39
2.2.3.	İç Hava Kalitesi.....	41
2.2.4.	İç Ortam Kirleticileri	41
2.2.4.1.	Yapı Bileşenlerinden Kaynaklanan Kirleticiler	44
2.2.4.2.	Dış Hava Şartlarından Kaynaklanan Kirleticiler	45
2.2.4.3.	Ev Eşyalarından Kaynaklanan Kirleticiler.....	51
2.2.4.4.	İnsanlardan Kaynaklanan Kirleticiler	51
2.2.4.5.	Yakma Sistemlerinden Kaynaklanan Kirleticiler	52
2.2.4.6.	Birden çok Kaynaklı Kirleticiler.....	56
2.2.5.	İç Hava Kirleticileri Sağlığa Etkileri	60
2.2.6.	İç Hava Kalitesine Yönelik Olarak Yapılan Çalışmalar	66
2.2.7.	Hava Kalitesi İle İlgili Standartlar	69
2.2.8.	Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri	71
3.	MATERYAL VE METOT	73
4.	BULGULAR.....	74
4.1.	Anket Sonuçları İle İlgili Bulgular.....	74
4.1.	Ölçüm Sonuçları İle İlgili Bulgular	95
5.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA	97
	KAYNAKÇA.....	108
	ÖZGEÇMİŞ	115

ÖZET

Yapılarda Huzur Kriterlerinin İncelemesi

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte bireylerin kapalı mekânlarda kalma süreleri artmış ve buna paralel olarak da kapalı mekânlara bağlı sağlıklı problemleri ortaya çıkmıştır. İç hava kalitesi kullanıcıların sağlığı ve verimi ile doğrudan ilişkilidir ve bu bakımdan temel yaşam alanı olan konutlardaki iç hava kalitesinin durumunun tespit edilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada, kapalı mekânlardaki huzur kriterleri ile ilgili olan konfor şartları ve iç hava kalitesi alt başlıkları Elazığ'da 3 farklı merkezde her merkezde yaklaşık 65'er anket uygulaması ve yaklaşık 30'ar evde eş zamanlı olarak sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, gürültü, ışık şiddeti CO₂, O₂, CO ölçümleri yapılmıştır. Her ev için misafir odası, oturma odası ve mutfakta gerekli ölçümler alınmıştır. Elde edilen anket ve ölçüm sonuçları literatürdeki çalışmalar, ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırılmış ve çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Huzur Kriterleri, Konfor Şartları, İç Ortam Hava Kalitesi, Biyomühendislik, Biyoharmoloji

Melek AKGÜL

Elazığ-2010

SUMMARY

Investigations of Comfort Criterias in Building

In recent years with developing technology for individuals length to stay indoors have increased and in paralel health problems due to indoors have emerged. Indoor air quality is directly related to users' health and efficiency and in this regard to the main living area in house to detect air quality situation is extremely important. In this study comfort criterias have seperated as comfort conditions and indoor air quality. In Elazığ in three defferent center in each other were administered questionnaires aproximately 65. And at approximately 30 houses in the same time were made as temperature relative humidity, air velocity, noise, light intensity, CO₂, O₂, CO measurements. For each house have been necessary measures in quest room, living room and kitchen obtaining questionnare and measurement results is compared with national and international standards and is developed resolution advisory.

Keywords: Comfort Criteria, Comfort Condition, Indoor Air Quality, Bioengineering, Bioharmology

Melek AKGÜL

Elazığ-2010

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.	Gürültünün sınıflandırılması.....	11
Şekil 2.	Değişik gürültü düzeylerinde önerilen maksimum etkilenim süresi	16
Şekil 3.	Oda operasyon sıcaklığına bağlı ısı konfor	26
Şekil 4.	Hava hızı – Hava sıcaklığı grafiği	31
Şekil 5.	Ortam rutubet sıcaklık ilişkisine göre hissedilen sıcaklık	32
Şekil 6.	Operatif sıcaklık ve nem için kabul edilebilir aralıklar	35
Şekil 7.	Aktivite düzeyinin ortam sıcaklığına bağlı olarak deri sıcaklığı ve ıslaklığı üzerine etkisi.....	36
Şekil 8.	Hava sıcaklığı ve neme göre konfor bölgeleri.....	36
Şekil 9.	Bir çalışma periyodunda oksijen tüketimi	40
Şekil 10.	Partikül boyutu örnekleme	54
Şekil 11.	Ataşehir merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi	78
Şekil 12.	Doğukent merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi	83
Şekil 13.	Çarşı merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi	89

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.	Giysilerin ısı direnci	24
Tablo 2.	İç sıcaklık değerleri	25
Tablo 3.	Hissedilen sıcaklık ve konfor karşılaştırması	26
Tablo 4.	Sıcaklık ve neme bağlı hissedilen sıcaklık indeks değerleri.....	32
Tablo 5	68 kg ağırlığındaki bir insanın hava ve oksijen ihtiyacı	40
Tablo 6.	EPA max. iç ortam hava standardı	42
Tablo 7.	Yapı içi hava kirleticileri, kaynakları ve insan sağlığına etkileri	65
Tablo 8.	Kapalı mekan içerisindeki kirleticiler nedenleri ile oluşması muhtemel sağlık problemleri	66
Tablo 9.	İncelenen kirleticilerin uzun vadeli (UVS) ve kısa vadeli (KVS) sınır değerler	68
Tablo 10.	Uzun ve kısa vadeli sınır değerler	69
Tablo 11.	Kış sezonu ortalaması sınır değerleri.....	70
Tablo 12.	Hedef sınır değerler	70
Tablo 13.	İç hava kalitesi ile ilgili standartlarda önerilen sınır değerler.....	70
Tablo 14.	Yapı içi hava kirleticileri ve kabul edilebilir sınır değerleri.....	71
Tablo 15.	Ataşehir, Doğukent ve Çarşı merkezlerinin anket sonuçlarının karşılaştırılması	95
Tablo 16.	İç hava kalitesi parametrelerine ait ölçümlerin istatistiksel değerleri	95
Tablo 17.	Ataşehir'e ait iç hava kalitesi parametreleri ölçümlerinin istatistiksel değerleri	95
Tablo 18.	Çarşı'ya ait iç hava kalitesi parametreleri ölçümlerinin istatistiksel değerleri	96
Tablo 19.	Doğukent merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması	97
Tablo 20.	Çarşı merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması	100
Tablo 21.	Ataşehir merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması	104

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ISO:	International Organization for Standardization
dB:	Desibell
Hz:	Hertz
TSE:	Türk Standartları Enstitüsü
APM:	Asılı partikül madde
ASHRAE:	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
NIOSH:	National Institute of Occupational Safety And Health
OSHA:	Occupational Safety and Health Administration
ACGIH:	American Conference of Govermental Industrial Hygienists
MAK :	German Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen
VOC:	Uçucu Organik Bileşikler
UVS:	Uzun Vadeli Sınır Değerler
KVS:	Kısa Vadeli Sınır Değerler
EPA:	Environmental Protection Agency
NAAQS:	National Ambient Air Quality Standarts

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte insanların kapalı ortamlarda bulunma süreleri artmakta ve bu da ortam huzurunu daha önemli kılmaktadır. İş yerleri, okullar, hastaneler, restoranlar, sinemalar gibi çok sayıda insanın bulunduğu kapalı mahallerin huzur şartlarında tutabilmesiyle insanların daha mutlu ve daha verimli kılabilmektedir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki huzur kriterlerine sahip ortamlarda bulunan insanlar, bu şartlara sahip olmayan ortamlarda bulunan insanlara göre daha mutlu ve daha verimli olabilmektedir.

Kapalı mekandaki konfor şartları mekanın ısı, görsel ve işitsel konfor şartlarına bağlıdır. Mekanların konfor şartları belirlenirken kullanıcının yaşı, cinsiyeti, kullanıcı sayısı ve mekanın kullanım amacına uygun olarak tespit edilmelidir.

İç hava kalitesinin insanların sağlığı ve verimi ile doğrudan ilişkisi nedeniyle günümüzde önemi artmaktadır. Bu bakımdan temel yaşam alanı olan konutlardaki iç hava kalitesinin durumunun tespit edilmesi son derece önemlidir. İnsanların zamanlarının %90 gibi büyük bir kısmını kapalı mahallerde geçirdiği ve bu hacimlerdeki kirleticilerin ortamdaki uzaklaştırılamadığı dikkate alınırsa iç hava kalitesinin neden önemli ve dikkat edilmesi gereken bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır [1].

Kapalı ortamların istenilen huzur değerleri; ortamın iklimlendirilmesi ve havalandırılması ile sağlanabilmektedir. Kapalı bir ortamın iklimlendirilmesi ile dış hava şartlarında bağımsız olarak ortam havasının ısıtılması veya soğutulması, havanın neminin alınması veya nemlendirilmesi; havalandırılması ile ise taze hava verilerek ortam havasının kalitesi iyileştirilmektedir. Bu çalışmada, huzur kriterleri, konfor şartları ve iç hava kalitesi başlığı altında incelenmiş, yapılan ölçüm ve anket sonuçları standartlar ve çapraz kıyaslamalar ile yorumlanmıştır.

2. HUZUR KRİTERLERİ

Genel olarak kapalı mekânlardaki huzur kriterlerini o mekândaki konfor şartları ve iç hava kalitesi ile belirlenmektedir. Buna bağlı olarak konfor, insanın içerisinde bulunduğu koşullar altında fiziksel yönden en az düzeyde enerji harcayarak, en üst düzeyde memnuniyet duymasıdır [1].

Kapalı mekânlarda konfor şartları, işitsel, görsel ve ısı konfor şartları olup, insanların yaşamlarını hem fiziksel hem de psikolojik olarak rahat ve sağlıklı bir biçimde devam ettirmelerinde önemli rol oynar. Konfor, göreceli bir kavramdır ve aynı konfor koşulları altındaki kişiler, farklı memnuniyet özellikleri göstermektedirler. Ancak; herkesi memnun edecek ortam şartları yaratmak mümkün olamayacağı için, istenilen şartlar, “Uluslararası Standart ISO 7730 ısı konfor ile ilgili olarak en az %80 kullanıcının memnuniyetini öngörmektedir” de olduğu gibi çoğunluğun kabul ettiği konfor koşulları olarak belirlenebilir [2].

Günümüzde kentler, biyoklimatik konfor (insanların fiziksel aktivitelerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmeleri açısından uygun olan iklim değerleri ya da insanın minimum enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullar) açısından çoğunlukla olumsuz şartlara sahiptir. Bunun en önemli nedenlerinden biri plansız kentleşmedir. Güneş, temiz hava, yeşil ve benzerlerinden yoksun bir yapılaşma biyoklimatik konfor açısından da olumsuz koşullar meydana getirmekte ve bu olumsuz koşullar kısa ve uzun vadede insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir [3].

Biyoharmoloji, canlıların yaşam sürecinde her türlü doğal ve yapay olarak oluşmuş fiziki çevre ile kullanıcı arasındaki uyumu araştıran-inceleleyen, rasyonel çözüm önerileri üreten ve bu bilgileri uygulamada yapıya-binaya aktaran bilim dalıdır. Biyoharmoloji direkt insanı ve içinde bulunduğu çevresi ile olan uyum ya da uyumsuzluğunu konu alır. Biyoharmoloji geniş bir süreç olup bu süreçte canlıların temel ihtiyaçları olan beslenme, dinlenme, uyuma ve çalışma ortamlarının uygunluk düzeyini inceler. Her yapının konfor koşullarını sağlamak için, konumundan, işlevinden ve tasarımından kaynaklanan kendine özgü gereksinimleri söz konusudur. Bir yapı ya da hacimden kullanıcıların hoşnutluğu, insanı karşılıklı olarak etkileyen birçok etkene bağlıdır. Etkenlerin çokluğu sonuçların bir bütün olarak değerlendirilmesini zorlaştırır. İnsanların biyolojik, psikolojik ve

sosyokültürel ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yarattıkları yapay çevrenin, bu ihtiyaçlara cevap verebilecek ısısal konfor şartlarına sahip olması gerekmektedir. Aksi takdirde mekân kullanıcılarının iş verimleri ve performansları düşeceği gibi, o mekânı kullanan tüm kişilerin sağlıkları da tehdit altında olacaktır [4].

Bu çalışmada konutlardaki ısı, görsel, işitsel konfor şartlarına bağlı olarak mekanların sıcaklığı, bağıl nemi, hava hızı, gürültü şiddeti, aydınlanma düzeyi ve bunun yanı sıra iç hava kalitesi ile ilgili olarak CO₂, CO ve O₂ ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca literatür taraması ve ölçüm yapılan daire sakinlerine anket uygulaması yapılmıştır. Elde edilen veriler biyoharmoloji kuramsal esaslarına göre yorumlanmış ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Kapalı mekânlarda huzur değerlerini belirleyen bir diğer etkende iç hava kalitesidir. İç hava kalitesini tanımlamak zor olduğu için "kabuledilebilir iç hava kalitesi" tanımı kullanılmaktadır. Bu tanım "kabuledilebilir iç hava kalitesi için havalandırma" başlıklı ASHRAE 62-1989 Standardında şöyle açıklanmaktadır: "İçinde; bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" [1].

Günümüzde sıcaklık ve nem gibi değerlerin kontrol edildiği "konfor" ile birlikte, iç hava kalitesinin de kontrol edildiği "sağlık" daha önemli olmaktadır. İç hava kalitesi, iç ortam havasının temizliği ile ilgili olup karmaşık bir yapıya sahiptir. İç hava kalitesi havadaki, insanın rahatlık ve sağlığını etkileyen ısı olmayan tüm noktaları kapsar [5].

İç hava kalitesini belirleyen birçok faktör vardır. Örneğin: dış ortamda ozon oranı fazlayken iç ortam havasında CO₂ ve formaldehit oranı dikkat çekmektedir. Kapalı mekanların havasındaki nem oranı; vücudun enerji ve su dengesi, esnekliği, hava kalitesinin algılanması, elektrostatik yüklenme ve küf oluşumundan sorumludur [6].

2.1. Konfor Şartları

Konfor şartları belirlenirken değerlendirilecek ortamdaki kullanıcı sayısı, kullanıcıların yaşı, cinsiyeti, meslek dağılımı ve kullanıcıların ilgi-ihtiyaçları önemli birer faktördür.

Konfor genel olarak;

- Görsel konfor,
- İşitsel konfor,
- Isıl konfor olarak ele alınmaktadır [7].

Görsel konfor; görsel algılamanın eksiksiz bir biçimde yerine getirilmesi ve algılamanın kullanıcıda rahatsızlık uyandırmaması olarak tanımlanmaktadır. Görsel algılama; kişinin çevresiyle iletişim kurarken kullandığı en önemli algılamalardan biridir. Kişilerin algılamanın %80'ini göz yolu ile gerçekleştirdikleri kaçınılmaz bir gerçektir. Bir mekânda bulunan insanların görsel alanları, insanın bulunduğu mekân içindeki konumuna bağlı olarak, mekânı sınırlayan öğelerin ve mekândaki nesnelerin algılanmasında temel oluşturmaktadır. Tasarım esnasında mekânda gerçekleştirilecek eylemler göz önüne alınmak suretiyle, insanın psiko-sosyal (estetik gibi) gereksinimlerini de cevap verebilecek, mekân sınırlayıcı yüzeylerin oluşturulması, doluluk ve boşlukların bu öğelerin doku, renk gibi özelliklerine göre malzeme seçiminin yapılması mümkün olabilir. Ayrıca düşey biçimler ve yüzeyler yatay düzleme oranla görsel alanda daha aktiftirler, kapalılık ve sağlamlık duygusu vermeleri durumunda mekân ve biçimi belirleme de yardımcıdır. Bir mekândaki nesnelerin ve mekânı sınırlayan yüzeylerin görülebilmesi ve mekân ile dış dünya arasında ilişki kurulabilmesi yine görsel alana bağlıdır. Mekânı sınırlayan yüzeylerde yer alan pencere ve kapıların boyutlandırılması, oturan ya da ayakta duran insanların görüş alanına giren dış dünyanın özellikleri ve mekânda ki eylemler göz önüne alınarak gerekli boyutlandırma ve renk seçimi yapılmalıdır.

Kapalı mekânlardaki işitsel konfor, mekânda ses ve ses olaylarının rahatsızlık verecek düzeyde olmaması ile sağlanmaktadır. İstenmeyen ve insanı rahatsız eden ses olarak tanımlanan gürültü, giderek daha geniş kitleleri olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırmalara göre ses düzeyi 65 dB ve üzerinde olduğunda insanların büyük çoğunluğunun gürültüden rahatsız olduğu saptanmıştır.

Ses kirliliği sanayileşme ve modern teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan çevre sorunlarından biridir. Gürültü de denilen ses kirliliği, istenmeyen ve dinleyene bir anlam

ifade etmeyen sesler ya da insanı rahatsız eden düzensiz ve yüksek seslerdir. Ses kirliliğini yaratan önemli etmenler; sanayileşme, plansız kentleşme, hızlı nüfus artışı ve ekonomik yetersizliklerdir. Tüm bu sebeplerden dolayı sıkıntı verici, nahoş hisler uyandırıcı bir stres etkeni olarak ele alınmalıdır. Gürültü, beyin biyokimyasını etkilemekte mediyatör maddelerin beyin omurilik sıvısındaki seviyesinde ve beyin dokusundaki miktarlarını ve metabolizmalarını değiştirebilmektedir. Sesin yüksekliği, şiddeti ve tanısı insanın ruhsal hayatını değiştirmektedir. İnsanın duygulanım alanı öncelikle sesin şiddetinden etkilenir. Genel olarak, 30-40 dB sınırının üstünde olan sesler, insanların çoğunun hoşuna gitmez. Duygulanım alanında endişe, kaygı, kızgınlık, öfke, huzursuzluk, tedirginlik gibi his durumlarının etkinlik kazanmasına yol açar. 50-60 dB sınırını aşan sesler genel olarak gürültü niteliğini alır. Bu duygu durumlarını artmasına, kalp vurumu, solunum sayısının yükselmesine; baş ağrısı, dönmesi gibi fizyolojik; algı, dikkat azalması, düşünce akışında yavaşlama gibi zihni bozukluklara yol açar. Gürültülü ortam, insanların duygu durumlarında, kızgınlık, öfke gibi duygularında; insanlar arası ilişkilerde bozulma, fiziksel ve ruhsal rahatsızlıklar, verimde azalma, saldırgan davranışların ve şiddet eylemlerinin tetiğini çeken etkenler arasında yer almaktadır [9].

İnsan vücudu sürekli olarak enerji ürettiği (ısı yaydığı) gibi çevreyle de bir ısıl etkileşim içindedir. Metabolik aktivitelerle üretilen enerjinin bir kısmı yapılan iş için kullanılmakta, geri kalan kısmı çevreye ısı kayıpları şeklinde verilmektedir. Isıl konfor ile ilgili çevresel ve kişisel parametrelerin değişmesi sonucu vücut, denetim mekanizmalarını harekete geçirerek çevre ile ısıl denge kurmaya çalışmaktadır. Yani vücuttan olan ısı kaybını, yaptığı aktivite ve denetim mekanizmaları (vazomotor), titreme, terleme gibi faaliyetler ile karşılama yoluna gider. İnsanlar ile çevre arasında ısı dengesinin kurulması kişinin yaşamını devam ettirebilmesi için önemlidir. Ancak ısıl denge ile ısıl konfor farklı kavramlardır ve ısıl dengenin sağlandığı her durumda insan ısıl konfor bölgesinde olmayabilir. Isıl konfor, insanların içinde bulundukları ortamdan ısıl olarak hoşnut olma duygusu veya iyi hissetme halidir ve değişkenlik gösteren bir kavramdır. Isıl konfor kavramını belirleyen birden çok kavram vardır. Bunlar genel olarak ortamın sıcaklığı, nem oranı, havanın hızı vb. şeklinde sıralanabilir.

2.1.1. Konutlarda Görsel Konfor

Konutlarda görsel konfor öncelikle aydınlatma ve renk olgusuyla daha sonra ise tefriş elemanları, mekânın boyutları, sabit sistemlerin dizaynı ile ilişkili bir kavramdır.

Görsel konfor, ısı konfor ve enerji tüketimi birbiriyle bağlantılı üç kavramdır. Konforlu bir görsel ortam oluşturabilmek için iç hacimde öncelikle yeterli bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Günışığı bina içine alındıkça güneş ısınımı da beraberinde gelmekte, böylece mekanın hem aydınlatma hem de ısınma ihtiyacı sağlanmaktadır. Pencere ve diğer cam yüzeyler ısı kayıp/kazanç durumları dikkate alınarak uygun malzemelerle ve sistemlerle tasarlanmalı, yüzey sıcaklıkları da mekânı kullanan insanların konforu ve enerji verimliliği düşünülerek sabitlenmelidir. Camın optik ve ısı özelliklerine de tasarım aşamasında karar verilmelidir [10 ve 11].

Çevredeki eylemleri algılama; ışık ve dolayısıyla aydınlatma ile mümkün olmaktadır. Görsel algının gerçekleşebilmesi için gerekli en temel ihtiyaç ışıktır. Işığın elektromanyetik dalgalardan (bir kaynaktan) özellikle güneşten çıkan ışık yayan enerji dalgalarından meydana geldiği bilinmektedir. Işık yayan enerji, çeşitli maddelere çarpar ve bu maddeler özelliklerine göre enerjiyi çeşitli şekillerde değiştirir. Işığın hızını azaltır, kırılma yaptırır, yutar veya yansıtır. Işık enerjisinin tamamının yansıdığı durumlarda yansıdığı yüzeyler beyaz görünür. Bazı yüzeyler ise bütün ışığı yutar, absorbe eder ve ışığı yansıtmadıklarından dolayı siyah görünür. Bazı yüzeyler ise ışığın bazı uzunlukta olan dalgalarını yansıtırlar bazılarını ise yutarlar ve kromatik (renkli) görmeyi meydana getirirler.

Göz dalga uzunluğu 400-700 milimikron arası olan elektromanyetik dalgaları almaya elverişlidir. 700 milimikronun üstü kızıl ötesi, 400 milimikronun altı ise ultraviyole dalgalarıdır ve gözü uyarmazlar. John Crony'in görme ile ilgili antropometrik genellemeler yapmış ve kişilerin yatay ve dikeyde açılar ile görüş alanı oluşturduğunu saptamıştır. Göz uyumu, nesneler hangi uzaklıkta olursa olsun net görme için gözün sahip olduğu bir özelliktir.

2.1.1.1. Aydınlatma

Bir konutun aydınlatılması; o mekânda yaşayanların konforunu, ruhsal durumunu, üretkenliğini, sağlığını ve güvenliğini direkt olarak etkilemektedir. Üretkenlik açısından;

iyileştirilmiş bir ışıklandırma; görsel konforu artırır, gözdeki aşırı yorgunluğu azaltır ve görsel görevler üzerindeki performansı artırır.

Günüşiğı, eski zamanlardan günümüze kadar binaların iç hacimlerinin aydınlatılması için kullanılan en temel ılık kaynağı olmuştur. Günüşiğı doğru ve uygun bir şekilde kullanıldığı zaman, bina kullanıcılarının konforlu bir görüş alanı içinde kolaylıkla ve verimli olarak eylemlerini gerçekleştirmelerini sağlayan etkin bir doğal aydınlatma tasarlanmış olur. İyi tasarlanmış doğal aydınlatma ile mekânların iç görünümü geliştirilmiş olur. Mekânlar daha kolay algılanabilir. Günüşiğı, insan sağlığını ve eylemleri destekleyici dinamik mekanlar oluşturmakla beraber binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Ancak günüşiğinin yetersiz olduğu zamanlarda lokal olan yapay bir aydınlatma sistemi, destekleyici olarak kullanılmalıdır. Binanın içinde dağılan günüşiğı, doğal bir ısı kazancı sağladığı için, mekanik ısıtma sistemleri de daha verimli bir şekilde çalışmaktadır. Hem günüşiğinin bahsedilen faydalarından dolayı hem de çeşitli tasarım araçlarının (ölçekli maket, matematiksel formüller ve bilgisayar programları) gelişimi ile binaların doğal aydınlatma tasarımı çalışmalarına gittikçe artan bir ilgi oluşmuştur. İç hacmin aydınlanması için olan yeterli ve uygun günüşiğı, sadece kullanıcıların çevreyi rahat görmesini değil, aynı zamanda herhangi bir yorgunluk ve görsel rahatsızlık olmadan eylemlerin verimli ve etken bir şekilde gerçekleştirilmesini de sağlamalıdır. Bu bağlamda, yeterli aydınlık düzeyi ile görsel konfor koşulları, binanın enerji tüketimi ve enerji performansı kavramlarıyla beraber düşünülmelidir. Bu nedenle de, tasarım aşamasından sonra binaların doğal aydınlatma performansının değerlendirilmesine yönelik araştırmalar yürütölmektedir ve hem görsel konfor koşullarını hem de sonraki tasarımları destekleyici bilgi oluşturulmaktadır.

Aydınlatma, kişilerin, yaptıkları işin ve yaşadıkları, çalıştıkları ortamın ayrıntılarını görebilmesinde yardımcı olur. Işık şiddeti çok az veya çok fazla ise görme güçlüğü ortaya çıkar. En ideal aydınlatma ise elbette ki doğal aydınlatmadır. Işık miktarı çalışma ve hareket alanı yüzeyindeki aydınlanmayı belirler. Yetersiz aydınlatma kazalara ve veriminin düşmesine neden olur. İç hacimlerin aydınlatma tasarımında dikkate alınması gereken başlıca ılık kalitesi kriterleri arasında aydınlatma düzeyi, parıltı dağılımları, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi, gölgeleme ve ılık renkleri yer alır. Her defasında tüm kriterler, herhangi bir mekâna özel gereksinimleri sağlamak için düzgün bir şekilde tasarıma adapte edilmelidir. Özellikle de bahsedilen sıraya göre öncelikle önem verilmelidir. Tabiki tasarıma baslarken yeterli aydınlık düzeyi şartı sağlanmalıdır.

İnsanların görsel açıdan konforlu bir çevrede yaşayabilmeleri için parlaltı oranlarını sağlamak, ışık kaynaklarını ve yüzey yansıtıcılıkları gibi faktörleri dikkatlice incelemeyi gerektirmektedir. Kontrast da sağlık bir görüş ortamı için gereklidir. Görüş alanı içindeki bir objenin etrafında doğru ve düzgün dağılımlı parlaklık, objenin şeklini ortaya çıkartmaktadır. Objelerin üzerinde gölge ve aydınlanmış yüzeyler oluşur. Bunun için de uygun yüzey yansıtıcılıklarının seçilmesi ve pencere sisteminin tasarlanması önemlidir [10, 11, 12 ve 13].

Kapalı mekânlarda tavan yüksekliği aydınlatma seçiminde önemli bir unsurdur. Yüksek tavanlarda uzun modeller tercih edilirken, alçak tavanlarda daha kısa modeller tercih edilmelidir. Mekândaki boyutlar ve tefriş elemanları görsel konforda kullanıcının yaşı, cinsiyeti, kullanıcı sayısı istek ve ihtiyaçlarına yönelik olmalıdır.

Merdivenlerin 30, mutfakın 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma değerine sahip olması gerekir. Dershanelerde bu değer 60 lüks dolayında olmak zorundadır. İşyerlerinde 100-3000 lüks arasında değişen değerler verilmektedir. Ancak bütün bu değerler yapılan işin niteliğine göre farklılık gösterir.

2.1.1.2. Renk

Kapalı mekânlardaki kullanıcılarda hoşnutsuzluğa yol açabilecek, verimliliği azaltacak etmenlerden bir tanesi de iç mekânda kullanılan renk seçimidir. Mekânın kullanım amacına, boyutlarına, kullanıcı istek ve ihtiyaçlarına bağlı olarak renk paletleri oluşturmalıdır. Mekânlardaki renk ve boya olgusu insanları heyecanlandırır, ilham verir, sakinleştirir, rahatlatır veya verimliliğini etkiler. Mimarlıkta mekân, kişiyi, madde ve yüzeyin ortaklaşa etkilediği bir hacim kavramıdır. Mekân anlayışına bu iki öğeden biri olan, maddenin gerecinin renk ve doku değerleri önemli katkıda bulunur. İşlevden doğan renk ve dokuda, ışık, devrim, kesilmeler, tekrar, uygunluk-zıtlık, ton-değer gibi üçüncü boyutta yürüyen, bağlanan mekânlarda bu öğelerin aldığı türlü değerlerin yakınlık ve uzaklık bağlantılarının kurulması, kişi önünde çok önemli görsel ve algısal etkiler oluşturmaktadır. İç mekân kavramında uzaklık ve gerecin görsel bir algı olduğu düşünülürse; buradaki uzaklık kavramının, doğrudan doğruya gerecin plastik değerlerine bağlı olarak oluştuğu, mutlak bir kavram olanağından yoksun olduğu görülür. Nedeni: sayısal ölçü ile durağan olan uzaklıktaki gerece türlü plastik değerler katkısıyla, görsel uzaklık kavramı değişebilir. Yani, sayısal uzaklık kavramıyla görsel olarak duyulan

uzaklık her zaman aynı değildir. Çoğu kez ayrı ayrı biçimlerdedir. Bu nedenle, sayısal olarak bir ara kavramı kendini sınırlayan öğeler ile türlü düzenler farklı türlü uzaklık verirler. Açık-koyu, sıcak-soğuk renklerle elde edilen yakınlaştırmacı ve uzaklaştırmacı uygulamalar yanı sıra, yani eş dokuları kullanarak elde etmekte mümkündür. Mekânı sınırlayan gereç ile mekânın kendisi ayrılmaz bir bütündür. Mekânı oluşturan gerecin plastik değerleri o mekândan asla kopuk olamaz. Gereci yansıtan bir dokunun uygulandığı durumlarda, mekân içinde yaşayan bireyde fiziki aldanmanın vereceği fiziksel tedirginlik belirir ki, bu da gereç ile mekânın birliğini koparan, ayıran, hemen hemen ilişkilerini kesen, öge noksanlığını yaratan bir etken olur. Bu nedenle, mekânın sınırlamasında bir fiziki uzaklık vardır ki, bu gerecin fiziksel özelliklerine, değerlerine bağlı olduğu gibi, mekân sınırlamasındaki fiziksel sağlamlığın görsel olarak da belirtilmesi demektir. Gerecin, bu gerçek anlatımına kavuşmasına en büyük yardımcısı dokusudur. Başka birçok durum içinde bu böyledir. Örneğin, konutlarımızın en duragan köşelerinde bile mekân anlayışı açık bir aşama gösterir. Artan açıklıklar, yaşama mekânlarının içi ve dışı çözüm bekler. Bütün bunlar yapı tasarımı biçimine ve renk kullanımına yankılamaktadır.

Dekorasyonda renk kullanımı ile unutulmaması gereken genel bir kural, fazla renk kullanımının tıpkı az renk kullanımında olduğu gibi dengesizlik yaratacağıdır. Yapıcı etkilerini görebilmek için, renk ölçülü olarak kullanılmalıdır. En uyumlu görüntüleri, renkleri tamamlayıcıları ile birlikte kullandığınızda elde edersiniz.

E. Grandjean, aydınlatma aygıtlarının uygun dağıtımı ve iyi bir düzenleme için uyulması gereken hususları şöyle açıklamaktadır;

- Hiçbir ışık kaynağı çalışma esnasında, görsel alanda görülmemelidir.
- Aydınlatma aygıtlarının tümü ışıklık genelde 0.3 sb'yi ve çalışma düzlemine 0.2 sb'yi geçmeyecek şekilde siperlerle donatılmış olmalıdır.
- Işık kaynağı ile gözleri birleştiren çizgi yatay ile 30 dereceden fazla açı yapmamalıdır.
- Floresan tüpleri görüş çizgisine dikey olarak yerleştirilmelidir.
- Çok güçlü birkaç aydınlatmadan faydalanmak yerine daha az yeğinlikte çok sayıda aydınlatmadan faydalanmak tercih edilmelidir.
- Makineler veya masa üstleri için ışık yansıtan malzeme ve renk, boya kullanımından kaçınılmalıdır.

- Ayrıca uzak izlenimi verdiği için dinlendirici renkler olarak kabul edilen yeşil ve mavi renkleriyle konutlarda gözün dinlenmesi için farklı kullanımlar yaratmak mümkündür.
- Mutfakların bol ışıklı olması tercih edilir. Bu yüzden mutfakta tavandan homojen ışık dağılımı, tezgâh üstü ve dolaplarda ise spot kullanımı ile noktasal aydınlatma kullanılmalıdır.
- Parlaklık; rahatsız edici, yorgunluk verici olduğundan ışık kaynağı ile doğrudan göz temasına girilmemesine özen göstermek gerekir. 'Softone' ve 'halojen' ampuller ile bu anlamda etkili bir ortam sağlanabilir.
- TV ekranına ampul ışıklarının yansması engellenmelidir. Bu amaçla TV setinin yakınına çok güçlü olmayan bir ışık kaynağı yerleştirmek gerekir.

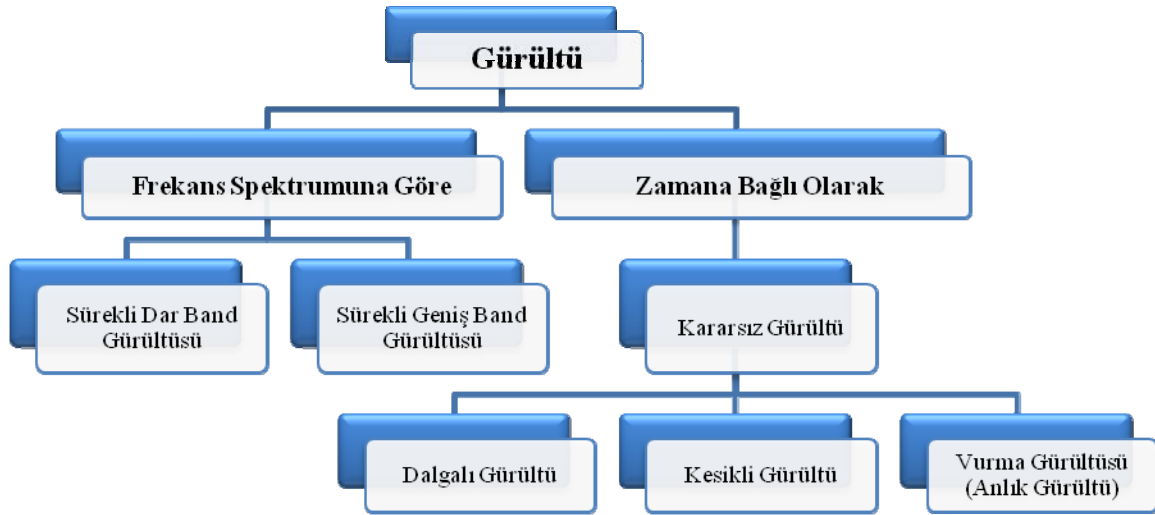
2.1.2. Konutlarda İşitsel Konfor

Konutlarda işitsel konfor en başta insanı rahatsız eden ses olarak tanımlanan gürültü ile ele alınmaktadır. Gürültü; insanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş performansını (verimini) azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini azaltarak veya yok ederek niteliğini değiştiren, gelişgüz el bir spektruma sahip istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisidir. Ses kirliliği sanayileşme ve modern teknolojinin gelişimiyle ortaya çıkan en önemli çevre sorunlarından biridir. Gürültü de denilen ses kirliliği istenmeyen ve dinleyeni rahatsız eden düzensiz ve anlamsız seslerdir. Ses ve gürültü arasındaki ayrım kişilere göre değişkenlik göstermektedir. Bazı insanlar kulağına müzik olarak gelen bir takım sesler, diğer insanlar tarafından gürültü olarak algılanabilir. Gürültü türleri, sahip olduğu frekans spektrumuna, ses seviyesinin zamanla değişimine ve sesin yayıldığı alanın yapısına bağlıdır. Gürültünün insan sağlığını ve rahatını bozduğu, olumsuz psikolojik etkiler yaptığı veya kaza tehlikesini arttırdığı bir gerçektir. Gürültü diğer çevre kirliliği faktörlerine benzemez. Havada yayılmasına rağmen diğer birçok hava kirleticisi gibi görünmez, kokusu ile fak edilemez ve herhangi bir kalıntı bırakmaz. Gürültünün etkileri daha geniş spektrumlarda ve daha uzun süreçler sonunda gerçekteşmektedir. Gürültünün insanlar üzerine olan iletişim bozuklukları konsantrasyon ve öğrenme zorlukları, sinirlilik ve strese yol açar, uyuma zorluğu gibi ruhsal-duygusal kategoriye giren diğer etkilerinin yanı sıra doğrudan etkileri de bilinmektedir. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri konusunda yapılan araştırmalar,

trafik gürültüsüne maruz bir bölgede oturan insanların, gürültülü olmayan bölgelerde oturan insanlara oranla yüzde 50 daha fazla yüksek tansiyondan şikâyetçi olduklarını kanıtlamıştır. Ayrıca gürültüye maruz kalan ve uyku bozuklukları yaşayan hastaların sayısı her geçen gün katlanarak artmaktadır [14].

Yapılan bir çalışmada, trafiğe açık alanlarda gürültü düzeyi 65 dBA'nın üzerinde bulunmuştur. Ayrıca ölçüm yapılan yerlerin bitişiğindeki apartmanlarda oturanlardan kişilere anket uygulanmış, bunlardan %54.8'i gürültüden rahatsızlık duyduklarını belirtmişlerdir. Yapılan son araştırmalar göre tansiyon düşürücü, ağrı kesici ve koroner hastalıklarına karşı alınan ilaçların tüketiminde son 10 yılda %78,9 artış kaydedilmiştir.

2.1.2.1. Gürültü



Şekil 1. Gürültünün sınıflandırılması

2.1.2.2. Frekans Spektrumuna Göre Gürültü Türleri

Sürekli Dar Band Gürültüsü: Böyle seslerde birkaç frekans yoğun olarak yer alır. Örnek olarak; daire testerenin çıkardığı ses özellikle yüksek frekansları ihtiva eder ve bu sınıf içinde yer alır.

Sürekli Geniş Band Gürültüsü: Birçok gürültü sürekli bir spektruma sahiptir. Yani; gürültüyü meydana getiren sesin frekansı, tüm frekans boyunca yayılmıştır. Tabiatta mevcut bulunan bütün renklerin karışımı nasıl beyaz ışığı meydana getirirse, bütün frekans

aralıklarına sahip sürekli spektrumlu sesler de "Beyaz Gürültü"yü meydana getirir. Beyaz gürültüye en iyi örnek; makine gürültüsüdür.

2.1.2.3. Zamana Bağlı Olarak Gürültü Türleri

Kararsız Gürültü: Gözlem süresinde gürültü seviyesinde önemli değişiklikler olan gürültülere denir. Kararsız gürültüler kendi içinde 3'e ayrılır:

Dalgalı Gürültü: Gözlem süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülere denir.

Kesikli Gürültü: Gözlem süresince seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültü seviyesi üzerindeki değeri bir saniye veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür. Trafik gürültüsü ve durup yeniden çalışan vantilatörler, bu gürültü türüne en güzel örnektir.

Vurma Gürültüsü (Anlık Gürültü): Her biri bir saniyeden daha az süren gürültüdür.

2.1.2.4. Gürültü Kaynakları

Çevre Gürültüleri: Gürültü kaynağı ve gürültüye maruz kalan kişilerin aynı çevre içindeki konumlarına ve gürültünün yayılma yollarına bağlı olarak iki grupta incelenebilir.

Yapı İçi Gürültüler: Yapı içinde yer alan her türlü elektronik, mekanik sistemler ve hayati faaliyetlerden meydana gelen bütün gürültülerdir.

Yapı Dışı Çevre Gürültüleri: Gerek yapı içindeki hacimleri gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen ve yapı dışında yer alan kaynaklardan yayılan gürültülerdir. Bu gürültüler şöyle sıralanabilir: ulaştırma, endüstri, inşaat (şantiye), rekreasyon gürültüleridir [15].

2.1.2.5. Gürültü Şiddet Birimleri

Ses; kaynağının yapısına göre küresel veya silindirik olarak yayılır. Ses basınç seviyesi (L), kendisini meydana getiren kaynaktan uzaklaştıkça; aradaki uzaklığın karesiyle orantılı olarak azalır. Gürültü ölçüm cihazlarının tasarımında, ses kaynağından uzaklaştıkça ses basınç seviyesinde olan azalma hesaba katılmıştır. "Gürültü Seviyesi

Ölçer” cihazlarda "A ağırlık devresi" mevcuttur. Bu ağırlık devresi (Ses Frekans Filtresi) ile insan kulağının duyabildiği frekans değerleri arasında iyi bir uyum ve benzerlik vardır.

Bir saniyede oluşan titreşimlerin sayısına ses frekansı denir. Ses frekans birimi Hertz (Hz)'dir. Frekansı arttıkça ses tizleşir (incelir). Düşük frekanslı sesler pes (kalın) sesleri oluşturur.

İnsan kulağı, bir ses gücünün değeri hakkındaki kararını kesin bir terimle ifade etmez. O ses gücü hakkındaki kararını diğer bir ses gücünden ne kadar büyük veya ne kadar küçük olduğu şeklinde verir. Bu davranış, çok geniş bir güç aralığını içine alır. Böyle bir güç aralığını belirtmek için uygun bir logaritmik cetvel kullanılması gerekmektedir. Bu cetvel on tabanına göre alınmış logaritma ile gösterilen ses gücü cetvelidir ve Alexandre Graham Bell'in hatırasına binaen “BELL” in onda biri olan, "DESİBELL" ile ifade edilir ve “dB” ile gösterilir. Desibeller logaritmik olarak artar ve azalır. Bu şu anlama gelir. 20 dB, 10 dB'den 10 kat daha şiddetlidir. 30 dB, 10 desibelden 100 kat daha şiddetlidir.

Bu gösteriş biçimi diğer bir ses gücü kaynağına bağlıdır. Bir ses gücü kaynağını kesin terimlerle tanımlayabilmek için referans bir değere ihtiyaç vardır. Bu değer "PİCOWATT"tır. Ses şiddeti; sesin kulak tarafından duyulan yüksekliğidir. Şiddet birimi desibel'dir (dB). Desibel insan kulağının işitebildiği en küçük ses şiddetidir.

İnsan kulağının işitebileceği en düşük ses	0 dB
Fısıltı sesi	30 dB
Siren	40 dB
Konuşma sesi	40-60 dB
Yol trafiği	50 dB
Vakumlu temizleyici	80 dB
Bağırma sesi	80-90 dB
Metro	90 dB
Perçin makinesi	110 dB
Uçağın kalkışı	120-140 dB
Tüfek patlaması (yakın mesafe)	130 dB
Roketin fırlatılışı	180 dB
Jet kalkışı	120 dB

2.1.3. İnsan Kulağı Duyma Eşiği

Sağlıklı ve genç bir insan kulağı 20 ile 20000 Hz arasındaki sesleri işitebilir; bu bölgeye "İşitilebilir Frekans Aralığı" denir. İlerleyen yaş ile beraber bu aralık 50-8000 Hz olur. 0 ile 16 Hertz frekans aralığındaki seslere; İnfra Ses, frekansı 18.000 Hz'den büyük olan seslere ise Ultra Ses denir. İnsanlar genellikle 500-2000 Hz arasında konuşmaktadır.

Genç ve sağlıklı bir insan kulağı 1000 Hertzlik bir sesi 20 μ Pa (mikropascal) civarında duyar ve bu değere insan kulağının duyma eşiği denir. İnsan kulağı acı duyma eşiği 100 Pascal'lık ses basınç seviyesindedir. Acı duyma eşiği gürültü şiddeti olarak da 120-140 dB aralığındadır ve kişilere göre değişkenlik göstermektedir. 120 dB değerinde kulakta rahatsızlık olur, 125-130 dB arası sesler kulakta belirgin ağrı nedenidir. 140 dB değerinde ise ağrı, kulak zarı yırtılması gibi etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu kulakta kalıcı zararların ortaya çıkması anlamına gelmektedir. Genel olarak 130 desibele yakın sesler (örneğin çok yakında havalanan bir uçağın gürültüsü) rahatsız edici gelmeye başlarken, 90 dB üzerindeki seslerin uzun süreli etkisi, kalıcı duyma kaybına yol açabilir.

2.1.4. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri

İşitme Sistemine Etkileri: Ses kirliliği işitme sistemi üzerinde, geçici ve kalıcı etkiler olmak üzere iki çeşit etki yapar. Ses kirliliğinin geçici etkisi, duyma yorulması olarak da bilinen işitme duyarlılığındaki geçici kayıplar şeklinde olur. Duyma yorulması düzelmeden tekrar gürültüden etkilenilmesi ve etkileşmenin çok fazla olması durumunda işitme kaybı kalıcı olur.

Fizyolojik Etkileri: İnsanlarda görülen stresin önemli bir kaynağı ses kirliliğidir. Aniden oluşan gürültü insanın kalp atışlarında (nabzında), kan basıncında (tansiyonunda), solunum hızında, metabolizmasında, görme olayında bozulmalara ve dolaşım bozukluklarına neden olur. Bunların sonucunda uykusuzluk, migren, ülser, kalp krizi gibi rahatsızlıklar ortaya çıkar. Ancak en önemli olumsuzluk kulakta oluşan tahribattır.

Psikolojik Etkileri: Belirli bir sınırı aşan gürültünün etkisinde kalan kişiler, sinirli, rahatsız ve tedirgin olmaktadır. Bu olumsuzluklar, gürültünün etkisi ortadan kalktıktan sonra da sürebilmektedir. Davranış bozuklukları, öfkelenme, genel rahatsızlık duygusu, sıkılma. İş veriminde azalma, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi başta

gelen psikolojik etkileridir. Meydana getirdiği olumsuz etkilere bağılı olarak, gürültü seviyeleri bazı araştırmacılar tarafından aşağıdaki gibi derecelendirilmektedir.

- Uzay roketleri: (170 dB) Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
- Canavar düdükları: (150 dB) Sinir hücrelerinin bozulması
- Kulak dayanma sınırı: (140 dB) Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması, ciddi beyin tahribatı (V. derece)
- Makineli delici: (120 dB) Sinirsel ve psikolojik bozukluklar, İç kulak devamlı hasar dengesinin bozulması (III.-IV. derece)
- Motosiklet: (110 dB) Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III. derece)
- Kabare müziği: (100 dB) Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III. derece)
- Metro gürültüsü: (90 dB) Psikolojik belirtiler (II. derece)
- Tehlikeli bölge: (85 dB) Psikolojik belirtiler (II. derece)
- Çalar saat: (80 dB) Psikolojik belirtiler (II. derece)
- Telefon zili: (70 dB) Psikolojik belirtiler (II. derece)
- İnsan sesi: (60 dB) Psikolojik belirtiler (I. derece)
- Uyku gürültüsü: (30 dB) Psikolojik belirtiler (I. derece)
- 65-90 dB Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp artışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısında basıncının azalması, ani refleksler. (II. derece)
- 30-65 dB Konforsuz, rahatsızlık, öfke, kızgınlık uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu (I. derece)

Bunlara ek olarak, gürültü kişilerde bitkinliğin kronikleşmesini sağlamakta ve vücudun direncini azaltarak hastalıklara yakalanma ihtimalini arttırmaktadır. Son araştırma sonuçlarına göre fetus ve prematüre doğumlar üzerinde gürültünün olumsuz etkileri olduğu anlaşılmaktadır.

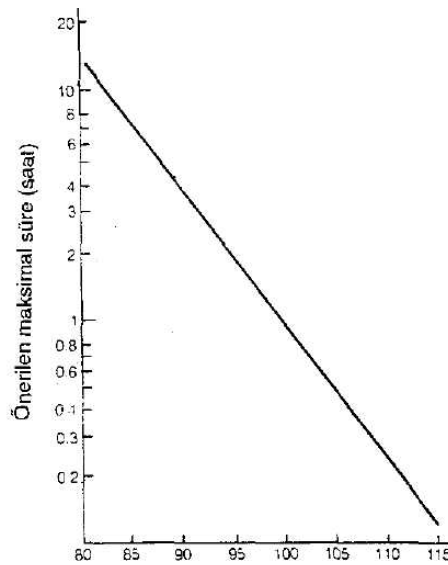
Bu olumsuz etkiler en belirgin olarak işitme organını etkiler ve akustik zedelenme ya da travma, geçici eşik kaybı ve kalıcı eşik kaybına neden olabilir. Başlangıçtaki etki işitme yorgunluğu olarak tanımlanmaktadır ve bu sesin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça işitme yorgunluğu da artar. Tek bir ses birbirinden ayrı iki ses olarak algılanabilmektedir. Ses ardı çınlama, uğultu gibi belirtiler verebilir.

Ultrasonik sesler insanlar tarafından işitilmeseler bile bulantı, baş ağrısı, huzursuzluk gibi etkiler yapabilir. Teknoloji toplumunda en sık rastlanan infrasesier özellikle daha etkilidir. Uçaklarda, taşıt araçlarında, trafik gürültüsüne açık olan evlerde bu seslerin etkisi

fazladır. İnsanların değişik gürültü seviyelerine değişik toleranslar gösteren değişkenliği kabul edilebilir. Eğer tehlikeli gürültü eşiği aşılmayacak olursa büyük oranda tolere edilebilmektedir.

Ses kirliliği, insan üzerinde çok önemli olumsuz etkiler yaratır. Bu etkileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Kişileri huzursuz eder,
- Sözel iletişimi engeller,
- Çalışma etkinliğini azaltır, düşünmeyi engeller.
- Uyku verimini düşürür, uykuya geğiş süresini uzatır,
- İşitme duyusu ve yollarında geğişi ve kalıcı hasara yol açar.
- Davranış bozukluklarına neden olabilir (sinirlenme, heyecanlanma).
- Karakter değişikliklerine neden olabilir.
- Okuma, anlama, öğrenme düzeyini azaltır.
- Çocuklarda dikkat dağılması ve el becerilerinde düşüşe yol açar.
- Seslerin arasındaki nitelik farklarının belirlenebilmesi güçleşir.
- Problem çözme yeteneğini azaltır.
- Aralıklı ve ani gürültü kişide ani adrenalin deşarjı yaratarak kalp atış oranını, solunum sayısını, kan basıncını arttırmakta, dikkat azalması, uyku düzeninde bozulmalara neden olabilmektedir. Ani gürültüde kalp hızı artmakta, gözbebeklerinde dilatasyon oluşmaktadır [16].



Şekil 2. Değişik gürültü düzeylerinde önerilen maksimum etkilenim süresi.

2.1.5. Gürültü Standartları ve Sınır Değerler

Çeşitli kullanım alanlarının kabul edilebilir üst gürültü Seviyeleri aşağıdaki gibidir:

- Tiyatro Salonları: 25 dB
- Konferans Salonları: 30 dB
- Otel Yatak Odaları: 30 dB
- Otel Restoranları: 35 dB
- Hastaneler: 35 dB
- Yatak Odaları: 35 dB
- Oturma Odaları: 60 dB
- Servis Bölümleri (mutfak, banyo): 70 dB
- Derslikler, Laboratuvarlar: 45 dB
- Spor Salonu, Yemekhaneler : 60 dB
- Fabrikalar (küçük): 70 dB
- Fabrikalar (büyük): 80 dB [4 ve 17].

Gürültü standartları ülkeden ülkeye değişim göstermektedir. Birçok gelişmiş ülkede maksimal kabul edilebilir (maximal acceptable noise level) 85 veya 90 dB(A) dır. (Haftada 5 gün, sekiz saat etkilenim söz konusu ise) Avrupa ülkelerinde 85 dB(A) değeri daha yaygındır. Ağırlıklı frekans bandı ölçeği kullanan bir ses ölçme cihazında belirlenmiş olan 85 dB(A) değerinde bir sesin günde sekiz saat etkilemesi işitme hasarına neden olabilmektedir. Kabul edilebilir gürültü seviyesi (acceptable hearing loss) kişinin sessiz bir ortamda 1.5 metreden günlük konuşmaları anlamakta güçlük çekmeye başladığı noktadır. Bu Amerikan Oftalmoloji ve Otolaringoloji Akademisinin tanımına göre genellikle 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarda ortalama 25 dB değerine karşılık gelmektedir. Günümüzde 500 Hz frekanslar dışarıda tutulurken 3000 Hz dekiler buna dahil edilmektedir. Çünkü 500 Hz frekanstaki işitme kaybı genellikle orta kulak hastalığı ile bağlantılıdır. 500, 1000 ve 2000 Hz frekans değerlerinde 25 dB ortalama gürültü etkisinde kalan kişilerde başlangıçta normal işitme değerine sahip olanların 20 yıl sonrasında işitme kaybına uğrayanların oranı %10'dur [18, 19 ve 20].

Ülke	8 Saatlik dBA Limiti
• Arjantin	90
• Finlandiya,1982	85
• Fransa,1990	85
• Almanya,1990	70
• Hindistan,1989	90
• İsraail,1984	85
• Norveç,1982	70
• İngiltere,1989	85
• A.B.D.,1983	90

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı verilerine göre; meslek hastalıklarının %10'u, gürültü sonucu meydana gelen işitme kaybı olarak tespit edilmiştir. Meslek hastalıklarının pek çoğu tedavi edilebildiği halde, işitme kaybının tedavisi çok zor safhaları gerektirmektedir. Ülkemizde, insanları gürültünün zararlı etkilerinden korumak için gerekli önlemleri içeren ve çevre yasasına göre hazırlanmış olan "Gürültü Kontrol Yönetmeliği" uygulanmaktadır. Ancak yönetmeliğin hedeflerine ulaşabilmesi için insanların bu konuda yeteri kadar bilgilendirilmesi gerekmektedir. Türkiye’de de son yıllarda iş mevzuatında gürültü sınırlandırılması ile ilgili hükümler 1475 sayılı İş Kanunu’na bağlı olarak çıkarılan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü’nün 22. maddesinde ağır ve tehlikeli işlerin yapıldığı mahallerde gürültü sınırı 80 dB olarak kabul edilmiştir. Ancak daha çok gürültülü çalışmayı gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde en çok 95 dB kadar müsaade edilmiştir. Konutlarda bu değer 40 dB’e kadar düşmektedir.

2.1.3. Konutlarda Isıl Konfor

Doğada bulunan tüm canlılar gerek kendi aralarında gerekse bulundukları ortam ile bir denge içerisinde ısı değişimi gerçekleştirirler. Isıl konfor, ısıl çevre ile sağlanan memnuniyeti belirten zihinsel bir süreçtir. Doyumsuzluk bir bütün olarak vücut için serin veya ılık konforsuzluktan kaynaklanabilir ayrıca ısıl doyumumsuzluk vücudun bir bölümünün istenmeyen ısıtma veya serinletmesinden ortaya çıkabilir [21].

İnsanın biyolojik bir varlık olduğunu unutmamak gerekir. Çalıştığı çevreden doyum sağlayamayan bir insanın performansı da buna paralel olarak düşmektedir. İnsan

vücudunun ısı dengesini belirleyen faktörleri; vücudun fizyolojik ısı denge mekanizmaları, kişisel ve çevresel faktörler olarak üç ana başlık altında toplayabiliriz. Kişisel faktörler bireylerin kendileri tarafından düzenlenirken; çevresel faktörlerin dışarıdan saptanarak karşılanması gerekir. Kişisel faktörlerin başında vücut yüzey alanı, giyinme ve aktivite gelirken; hava sıcaklığı, havanın nemliliği, hava hızı, çevresel faktörleri oluştururlar. Ayrıca çevresel faktör olarak havanın kalitesi de önemlidir. Ana başlıklar halinde gruplandığımız bu faktörler çalışmada detaylı olarak irdelenmeye çalışılmıştır. Her ne kadar vücut ısınıza ayarlayan hipotalamusta yerleşik ısı düzenleyici merkez devamlı olarak çalışsa da, sağlık sorunlarını en az indirmek için binaların uluslararası ısı konfor standartları olan ISO 7730 ve ASHRAE standartlarına göre düzenlenip inşa edilmesi gerekmektedir. Binalarda bu standartlara uyulması, ısı konforu sağlayacak, sorun teşkil eden ısı ve nem sorunlarına çözüm getirecektir [22].

Biyoklimatik konfor, insanın kendisini en sağlıklı ve en dinamik hissettiği iklim koşullarıdır. Diğer bir ifade ile insanın en az miktarda enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullardır [23]. Bir başka anlatımla; insanın kendini en sağlıklı ve dinamik hissettiği iklim koşullarının insanla bir arada bulunduğu durumdur.

Biyoklimatik konforun sağlanmasında önemli olan iklim bileşenleri sıcaklık, bağıl nem, radyasyon (ışınım) ve rüzgâr olarak sıralanabilir. Biyoklimatik konforu sağlayan iklim koşullarının alt ve üst sınırlarının belirlenmesine yönelik günümüze kadar pek çok araştırma yapılmış ve birbirinden az da olsa farklılıklar gösteren değerler elde edilmiştir. Ancak, Ekvator ve kutup bölgeleri dışında yaşayan tüm insanların biyoklimatik konfor gereksinimlerini belirlemek amacıyla geliştirilen Olgyay'ın biyoklimatik konfor yaklaşımı bu konuda ayrı bir önem taşımaktadır. "Biyoklimatik Konfor Çizelgesi" adı verilen bu çizelgeden herhangi bir alanın sahip olduğu iklim verilerine göre durumu belirlenerek biyoklimatik konforun sağlanabilmesi için gerekli olan iklimsel değerler ortaya çıkarılabilmektedir.

Birçok iklimsel indekste, biyoklimatik konfor durumu sıcaklık, nem ve hava hızı elemanlarının bazen tek başına bazen hepsinin bir arada kombinasyonuna bağlı olarak değerlendirilmiştir. Konforu belirlemede en çok kullanılan kriter "Hissedilen sıcaklık" tır. Termal konfor, biyoklimatik konforun oluşturulmasında %80 oranla etkilidir. Temeli hissedilen sıcaklığa dayalı biyoklimatik konfor durumu, subjektif bir değer olup mekâna, zamana ve kişiye göre değişmektedir. Değerlendirmelerde 15-27°C hissedilen sıcaklık değerleri; iç mekânda bulunan, 25 yaşlarında, sağlık problemi olmayan, normal olarak

giyinmiş, hareket etmeyen bir kişi için hesaplanmıştır. Dış mekân koşullarında bu değerler 5 derece daha düşük ya da daha yüksek olabilmektedir [24].

Isıl konfor ile ilişkili olarak; vücuttaki fizyolojik mekanizmaları ve gizli ısı geçiş mekanizmalarını açıklamak için iki ana modelden yararlanılır. Birincisi, Sürekli Rejim Enerji Dengesi Modeli'dir. Bu model vücutta üretilen ısı enerji ile vücudun kaybettiği ısı enerjisinin eşit olduğunu, dolayısıyla da sıcaklığın her zaman sabit kaldığını kabul eder. Diğer model ise, Anlık Enerji Dengesi Modeli'dir. Bu model de vücudu iç bölme ve deri tabakası olarak iki parçaya ayırarak inceler. Esas olarak, bu iki bölme arasında kan ve direkt temas yoluyla ısı geçişi olduğunu ve birim zamandaki enerjinin bu bölmelerin sıcaklıklarını etkilediğini öngörür [25].

İnsanın biyolojik bir varlık olduğunu çalışma hayatında da unutmamak gerekmektedir. Çalıştığı çevreden doyum sağlayamayan bir insanın performansı da düşecektir. Isıl konfor çalışanın sağlık, üretkenlik ve moralini de etkilemektedir. Üretimdeki verimi arttırmak, sağlığı idame ettirebilmek için çalışanın rahatının sağlanması gerekmektedir. Büronun, koltuğun, çalışma masalarının rahatının sağlanması gibi ergonomik değişiklikler tek başına çalışanın rahatını sağlamaya yeterli değildir. Uzun süre aynı kapalı alanda çalışan insan oda ısısından çok etkilenmektedir. Bu yüzden ısı konforun sağlanması da önemlidir. 2002 yılında ülkemizde bir fabrikada çalışan işçiler üzerinde yapılmış olan bir çalışmada, çevresel ısı şartların kişilerin çalışma performanslarına etkileri mevcut ısı konfor ölçekleri yardımıyla ortaya konmuştur [26].

Fizyolojik mekanizmalar: İnsan vücudu besin (yakıt) ve oksijen kullanarak mekanik iş ve düşük sıcaklıkta ısı oluşturan termodinamik bir sistemdir. Bu termodinamik sistem vücudun iç sıcaklığını $37\pm0,5^{\circ}\text{C}$, deri yüzey sıcaklığını ise ortalama $31,5\text{-}33,5^{\circ}\text{C}$ arasında tutmakla yükümlüdür. Deri sıcaklığındaki $1\text{-}3^{\circ}\text{C}$ arasında sıcaklık değişimi insanı rahatsız etmez [27]. Ancak artan değerler ile karaciğer, dalak gibi önemli organlar ciddi bir şekilde zarar görür. Bu ısı dengenin korunması için üretilen ısı ile kaybolan ısı arasındaki fark aynı olmalıdır. Vücudumuzda ısı düzenleyici sistem, hipotalamusun preoptik alanı tarafından yürütülmektedir. Ayrıca deride bulunan sinirler, gangliyonik nöronlara giden afferent somatik ve otonom sinir sisteminden gelen efferent sonlanmalara sahiptir [28].

Isıl düzenleyici sistemin ilk etkisi, vazokonstriksiyon mekanizma ile sağlanan deri ısı direncinin artması üzerinedir. Derinin altındaki kan damarları kasılarak kan akımı ve yüzey azaltmaktadır. Böylece yüzeyden kaçan ısı miktarı azalırken vücut ısı ve aşırı ısı

kaybı düzenlenmiş olur. Bu eylem de yeterli olmazsa, hipotalamustaki ısı düzenleyici merkez enerji üretmeye başlar. Öncelikle kas gerginliğini artırır. Sonra yeterli gelmezse deri üstündeki tüyleri dikleştiren erektör pili kaslarını harekete geçirerek titremeyi başlatır. Kıl ve tüylerin dikleşmesi ısı yalıtımı sağlamaktadır [26].

2.1.3.1. Isıl Konforu Etkileyen Kişisel Parametreler

Isıl konfor, bir ortamdan duyulur ısıl memnuniyeti ifade eder. Bu nedenle, konfor algılarını fizyolojik davranışlara bağlamada deneysel denklemlere başvurulur. İnsan aktivite seviyesine bağlı olarak 100 ile 1000 W mertebelerinde ısı üretir. Aslında ısıl konfor hissi bu üretilen ısıнын rahatça çevreye yayılabilmesi ile ilişkilidir. Konfor hissinin devamı için vücut sıcaklığının çok dar bir aralıkta korunabilmesi gerekir. Bu sıcaklığın sabit tutulabilmesi ise, üretilen ısıнын çevreye transfer edilebilmesi ile mümkündür. Bu tarif içerisinde ısıl konforu, bir enerji dengesi olarak modellemek mümkündür. Bu doğrultuda çeşitli karmaşıklıkta enerji dengesi modelleri oluşturulabilir. Vücuttaki fizyolojik davranışları ve vücuttan duyulur ve gizli ısı geçiş mekanizmalarını ifade etmede yaygın olarak iki model kullanılır. İlki “Sürekli Rejim Enerji Dengesi Modeli”dir ve vücudu bütün olarak ele alır. Sürekli rejimde vücutta üretilen ısıl enerjinin ısı kaybına eşit olduğunu dolayısıyla sıcaklığın zamana göre sabit kaldığını kabul eder. Diğer “Anlık Enerji Dengesi Modeli”dir ve iç içe iki silindir şeklinde, vücudu iç bölme ve deri tabakası olarak iki kısımda inceler. İki bölme arasında kan akışı yoluyla ve direkt temasla ısı geçişi olduğunu ve birim zamanda depolanan enerjinin bu bölmelerin sıcaklıklarını değiştirdiğini kabul eder [2].

Isıl konforu etkileyen kişisel parametreler arasında; kişinin aktivitesi ve giysi durumu yer almaktadır. Kişinin hareketlilik düzeyi ve kıyafet durumu, bulunduğu ortam koşuluna da bağlı olarak, terleme veya titremeye neden olmakta ve böylece, vücudun çevresiyle olan dengesi kurulmaktadır. Vücut sıcaklığı, vücuttaki metabolizma süreçlerinde kimyasal olarak ortaya çıkan bir durumdur. Vücut sıcaklığının düzenlenmesine termoregülasyon denilmektedir. Nötral iklimlerde vücut sıcaklığını 37 °C de korur. İnsanda vücut iç sıcaklık 36-37°C’lik dar bir aralıkta tutulur.

Vücuttan olan toplam ısı kaybı vücudun üretmiş olduğu ısıdan fazla olması durumunda vücudun deri sıcaklığı düşecektir. Eğer bu ortamda kalınmaya devam edilirse ilerleyen sürede vücut iç sıcaklığı da azalacaktır. Vücuttaki ısı kaybı vücudun üretmiş

olduğu ısıdan az olması durumunda ise vücut üzerinde ısı yük birikimi olacak ve vücut sıcaklıkları artacaktır. Sonuçta her iki durumda da kişi kendini konforsuz hissedecektir. Dolayısıyla vücut ile çevre arasında kurulacak ısı dengesi yani üretilen ısı ile kaybedilen ısı birbirine eşit olması konfor için önemli bir parametredir [29].

Çevre klimasından (ikliminden) onu rahatsız edecek ve ısı ayarlama sistemlerini aşırı zorlayacak etkenler gelmedikçe insan kendini termik açıdan huzurlu (rahat) hisseder. Vücudun oluşturduğu ısı ışınlama, iletme, konveksiyon ve su buharlaşması yoluyla dışa verilmektedir. Dinlenen bir insandaki 20°C çevre sıcaklığında gerçekleşen soğutmanın yaklaşık %80'ni kuru, %20'si nemli ısı verilmesiyle sağlanmaktadır. Kuru ısı içindeki soğutmanın yaklaşık %45'i ışınlama, %35'i konveksiyonla sağlanmaktadır. Bu oranlar 15-25°C'lik çevre sıcaklığı içinde değişme gösterirse bunun huzur duygusunu etkisi olmaz.

2.1.3.1.1. Aktivite

Günlük hayatta farkında olmasak da, ısı konfor üzerine etki eden etmenlerden bir diğeri de kişinin pozisyonudur. Orta yaşta ve ağırlıkta bir insan sessizce uzandığında ısı konforun sağlandığı nötral ısı bölge 35 kcal/h.m².dir. Oturur durumda ise bazı kasların hafifçe kasılması sonucu metabolik hız 50 kcal/ h.m².e çıkar (%43 artar). Ayakta durma durumunda 60 kcal/ h.m² (%71 artar), oda boyunca sessizce dolaşma halinde 100 kcal/ h.m².e çıkar (%285 artar). Yatar pozisyonundan oturur pozisyona geçildiğinde yapılan hesaplara göre vücut ısı 1 saat içinde 0,51°C artar. Ayağa kalkılma halinde saatte 0,85°C artar. Odada sakince dolaşma durumunda saatte 3,4°C artar. Bu hesaplamalar bize, ısı düzenleyici sistemin ısı dengeyi sağlamak için devamlı devrede olduğunu göstermektedir.

Bir insan tarafından yayılan toplam ısı, söz konusu kişinin aktivite seviyesine bağlıdır. Giysinin buharlaşmaya karşı gösterdiği direnç arttıkça, ter rahat buharlaşmamakta ve vücut üzerindeki deri ıslaklığı artmaktadır. İnsan vücudu, algıladığı gıdaları yakması sonucu meydana gelen ısıyı kan dolaşım sistemiyle iletir. Bunun için gereken işi kalp yerine getirir. Çevre ve insan gövdesi arasında sürekli bir ısı alışverişi vardır. Yaşam için gerekli olan olayların gerçekleşmesi için iç sıcaklığın sürekli sabit kalması gerekir [30].

İnsanın vücut yapısı kısa sürede ortam sıcaklığına karşı koyacak şekildedir. İnsan kısa süreli ortama uyum özellikleri yanında uzun süreli gerçekleşen tepkilerde gerçekleştirir. Aklimatizasyon, sonucu kişi ortam şartlarından daha az etkilenir. Ancak

iklim koşullarına uyum sağladıktan sonra bu durum kalıcı değildir. Aşırı sıcakta çalışmaksızın geçirilen birkaç günden sonra, derhal bir uyum bozukluğu meydana gelir. Hem yüksek hem de düşük sıcaklığın performans üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Fakat düşük sıcaklığın performans üzerindeki olumsuz etkileri yüksek sıcaklığa göre daha rahat çözümlenebilir cinstendir. Düşük sıcaklıkta kişilerin el becerileri azalır, algılama, düşünme tepki ve refleks süreleri ise uzar.

Aktiviteye Bağlı En Düşük Oda Sıcaklıkları: 1977 başındaki iş yerlerine ait yönergelerde kanun koyucunun havadaki nem oranı verilmeden ortam sıcaklığının en düşük değerler verileri şöyledir.

- Çoğunlukla oturarak görülen işlerde +19 °C
- Çoğunlukla oturmadan görülen işlerde +17 °C
- Ağır bedensel çalışmada +12 °C
- Bürolarda +20 °C
- Satış yapılan kapalı yerlerde +19 °C'dir.

Vücuttan ısı kaybı üç yol ile gerçekleşir. Bunlar:

Yüzeyden Duyulur Isı Kaybı: Deri yüzeyinden olan ortama ısı geçişi giysiler üzerinden olmaktadır. Vücuttan bu yolla olan ısı kaybı deri yüzeyinden giysilere ve giysiler boyunca iletimle olmakta ve giysi yüzeyine ulaşan ısı buradan konveksiyon ve radyasyonla çevreye yayılmaktadır.

Yüzeyden Buharlaşma ile Isı Kaybı: Deri yüzeyinden buharlaşma ile ısı kaybı esas olarak deri üzerindeki buhar basıncı ile ortam havası buhar basıncı arasındaki farka ve deri üzerindeki nem miktarına bağlıdır. Ancak burada önemli olan buharlaşma yolu ile ısı kaybının öncelikle ortamdaki neme bağlı olmasıdır. Ortam ne kadar kuru olursa buharlaşma yolu ile o denli fazla ısı kaybetmek mümkündür. Tam tersine aşırı nemli ortamlarda buharlaşma (terleme) ile ısı kaybetmek çok zordur.

Solunum Yolu ile Isı Kaybetmek: Bu yolla ısı kaybı yine solunan havanın sıcaklığına ve özgül nemine bağlıdır. Oda havası şartlarında solunan hava, yaklaşık vücut sıcaklığında doymuş hava olarak dışarı verilir. Yine solunan hava ne kadar soğuksa ve ne kadar kuru ise vücuttan ısı kaybı o denli yüksek olacaktır. Ancak burada solunan havanın çok kuru veya çok soğuk olması rahatsızlık yaratır.

2.1.3.1.2. Giyim

Üzerimize giydiğimiz giysiler de, ortamın bizim ısıl konforumuza eşlik eden olgulardan birisidir. 1 clo, giysinin dinlenen insanı 21°C, 0,1 m/sn hava sürati ve %50 göreceli nemlilikte konforda tutan izolasyon olarak tanımlamaktadır. Havadaki 6°C lik bir değişme, yalıtımda 1 clo.luk bir değişime karşılık gelir [31].

Metabolik hız arttıkça terleme gerçekleşecek ve bu şekilde ısı kaybı sağlanacaktır. Avcı ve Yiğit yaptıkları çalışmada giysilerin sistemin ısıl konforu için gerekli çevre şartlarının oluşumuna etkilerini incelemişlerdir [27].

Uzun yıllardır giysilerin ısıl izolasyon değerlerinin ölçülmesinde ve ısıl konfor ile ısıl çevre arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde, komplike ve hassas ölçüm yapan ısıl mankenlerden yararlanılmaktadır. Bu mankenlerle yapılmış çok sayıda bilimsel araştırma mevcuttur [32].

Vücuttan olan ısı transferi giyilen giysilerin cinsinden etkilenir. Tablo 1 giysilerin ısıl dirençleri konusunda fikir vermek üzere hazırlanmıştır.

Tablo 1. Giysilerin ısıl direnci

GIYSİLER	ISIL DİRENÇ(m² K/W)
Çıplak vücut	0
Hafif yaz giysileri	0,08
Orta giyim	0,16
Ağır giyim	0,24
Giysiler için kullanılan diğer bir birim 1 clo= 0,155 m ² K/W	

2.1.3.2. Isıl Konforu Etkileyen Çevresel Faktörler

2.1.3.2.1. Hava Sıcaklığı

Isıl konforu etkileyen en önemli fiziksel parametre hava sıcaklığıdır. Çin’de yapılan bir araştırmaya göre termal konforun sağlanması için ofis ısısının en az 26°C olması gerektiği saptanmıştır [32].

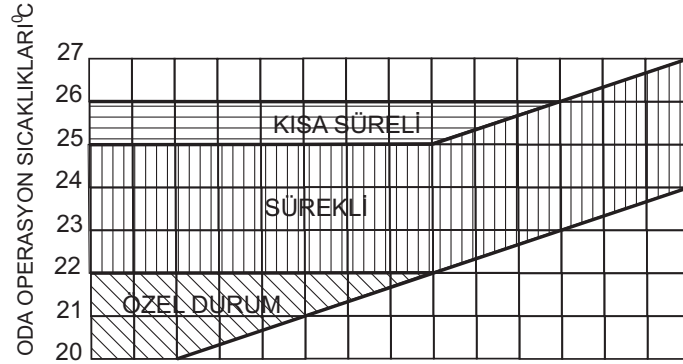
Başka bir çalışmada, az enerjili serinletme sisteminin çalıştığı bir ortamda ofis içi ısının termal konfor için ortalama 23°C ve %55 nem oranında olması gerektiği saptanmıştır [33 ve 34].

Kapalı Mekân İç Sıcaklık Değerleri: Farklı amaçlarla kullanılan binalar için TS 825 hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri (°C), aşağıdaki tablodan alınır.

Tablo 2. İç sıcaklık değerleri

Isıtılacak Bina Türü	Sıcaklığı (°C)
Konutlar	19
Yönetim binaları	
İş ve hizmet binaları	
Otel, motel ve lokantalar	20
Öğretim binaları	
Tiyatro ve konser salonları	
Kışlalar	
Ceza ve tutuk evleri	
Müze ve galeriler	
Hava limanları	
Hastaneler	22
Yüzme havuzları	26
İmalat ve atölye mahalleri	16

Oda Operasyon Sıcaklığı Aralıkları: Tavsiye edilen oda operasyon sıcaklıkları aralığı Şekil 3'te çapraz taralı alanla gösterilmiştir. ASHRAE Standard 55'e göre, bir hacimde bulunanların %80'inin kabul edilebilir bulunduğu operasyon sıcaklığı olarak konfor sıcaklıklarını belirlemektedir. Buna göre sakin aktivite düzeyinde (70 W/m^2) ve tipik iç ortam giysileriyle standardın tavsiye ettiği operasyon sıcaklık aralıkları kışın 20-24 °C ve yazın 23-26°C değerlerindedir. Aktivite düzeyi arttığında, endüstriyel ortamlarda olduğu gibi gerekli operasyon sıcaklıkları ISO 7730 da tanımlanmıştır. Oda operasyon sıcaklığı döşemeden 0,1 m, 1,1 m ve 1,7 m yükseklikte (örneğin globe termometre ile) ölçüm yaparak belirlenir. Yerel radyasyon sıcaklığının hesabında, yüzey sıcaklığına bağlı olarak ölçümler yapılır.



Şekil 3. Oda operasyon sıcaklığına bağlı ısı konforu

Tablo 3. Hissedilen sıcaklık ve konfor karşılaştırması

HİSSEDİLEN SICAKLIK (°C)	KONFOR SINIFI
28>	Konfor yüksek derecede bozulur
27-28	Konfor bozulur
25-26.9	Geçiş değeri (sıcak)
17-24.9	Konfor
15-16.9	Geçiş değeri (soğuk)
15<	Konfor bozulur

2.1.3.2.2. Hava Nemi

Kapalı mekânlarda huzur kriterleri ve özellikleri ısı konfor açısından nemin de etkisi oldukça önemlidir. Havadaki nem miktarı mutlak ve bağıl nem olarak ifade edilir. Mutlak

nem; birim havadaki su miktarını ifade eder. Bağıl nem ise; havadaki nem miktarının, aynı sıcaklıkta doymuş havadaki mutlak nemin yüzde kaçını ihtiva ettiğini gösterir

Havanın içindeki su buharına "rutubet" (nem) denir. "rutubet" ve "nem", eşanlamli sözcükler olmalarına rağmen, "rutubet", havada rahatsız edici miktarda su buharı olduğunu belirtmek için kullanılır.

Pratik olarak, her m³ havada (atmosferik koşullara bağlı olarak) 15-35 gr kadar su buharı mevcuttur. Buna, "mutlak nem" denir. Mutlak nem, gram/m³ olarak ifade edilmelidir. Rutubet (nem) ölçüsü, "mutlak" ve "bağıl" olmak üzere iki çeşittir. Mutlak nem, 1 m³ hava içindeki su buharının gram olarak ifadesidir. Bağıl nemin tanımı için "doymuş nem" miktarının da bilinmesi gerekir. Doymuş nem, havanın belirli sıcaklık ve yoğunlukta taşıyabileceği azami nem miktarıdır, gram/ m³ olarak ifade edilir. Bağıl nem, mutlak nemin doymuş neme oranıdır (% olarak ölçülür). Rutubeti ölçen cihaza "higrometre" denir. Higrometre, ortamın bağıl nem oranını yüzde (%) olarak verir. .

Yapı üretiminde, yanlış malzeme seçiminin yanı sıra bilinçsiz, hatalı uygulamalar sonucu ortaya çıkan yapısal hatalar ve yapı fiziki sorunları, dolaylı da olsa insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Havadaki nem miktarı ve nem miktarı ile orantılı olarak üreyen küf mantarları, sağlığı tehdit eden etkenlerin başında gelir.

Yapı malzemelerinde yoğuşma olayı olarak ifade edilen, buharın su haline dönüşmesi, malzeme yüzeyinde çığlenmelere neden olmaktadır. Yapıda görülen nem etkileri, yapı sağlığı kadar insanların sağlığını da tehdit etmektedir. Hacim içindeki nem miktarının % 80 dolayında olması; o mekânda çeşitli mikroorganizmaların yaşamaları ve üremeleri için en uygun ortamdır. Bu organizmalar ancak, nem oranının % 50'nin altına indiği durumlarda veya güneş ışığı ile temasta ölmektedirler.

Nem oranının yüksek olması, insan vücudunda terlemeyi önlemektedir. Kuru havada sıcaklık oranı yüksek olsa da rahatsızlık duyulmamaktadır. Ancak nem oranı belli bir sınırı aştığında, kişi terleyemediği için sıcak birikiminden dolayı rahatsızlık verici bir ortam oluşmaktadır. Nem oranı yüksek, merkezi sistem ısıtmalı, duvardan duvara halı kaplı, yeterli ventilasyonun sağlanamadığı evlerde eklem romatizması, yorgunluk ve astım hastalığı etkili olmaktadır. İyi ventilasyon sistemine sahip olmayan binalarda yaşayan insanların, bu gibi hastalıklara yakalanma riski daha fazla olmaktadır.

Atmosfer, mikroorganizmaların üremesine uygun bir ortam olmamasına karşın, içinde bu organizmalardan belirli oranlarda bulundurmaktadır. Mikroorganizmaların

kaynağı genellikle toprak ve organik maddelerdir. Havadaki mikroorganizmaların durumu, kalkan tozun miktarına, çevredeki insan faaliyetlerine ve havanın nem durumuna bağlıdır.

Mikroorganizmalar atmosferde, nadiren serbest halde, genelde hacmi ve kütlesi değişen taşıyıcılar üzerine tespit edilmiş bulunmaktadır. Bu taşıyıcıların başında gelen tozlar, doğada bulunan 10-200 µm çapındaki taneciklerdir. Kaynakları bitkisel lifler, hayvansal doku artıkları, tüyler, polen tanecikleri, deri epiteli ve benzeri parçalardır. Havadaki tozlar üzerinde bulunan mikroorganizmalar, havada asılı durumda kalmayarak, kütle ve hacimlerine göre, belirli bir hızla katı bir yüzey düzeyine inmektedirler. Mikroorganizmalar, insan sağlığı için tehlikeli olan toksik, karsinojenik ve teratojenik etki oluşturan mikotoksinler üretebilmektedirler. Atmosferik mantar sporlarının bazılarının allerjen özellikler taşıdığı bilinmektedir. Bazı mikrofungusların ise kronik akciğer hastalıklarına neden oldukları açıklanmıştır [35].

Havadaki nem miktarı, insanın derisinden olan buharlaşma ile su ve enerji kaybıdır. Havadaki nem arttıkça konforsuzluk oluşur. İnsanlar 20°C için %30- %80 oranında nemli ortamlarda bulunabilirler. Düşük bağıl nemlerde solunum problemleri başlar [2].

Nemin önemini ortaya koymak üzere 36 hasta, 45 sağlık elemanının katıldığı bir çalışmada, kış mevsimi hastane ortamında %40'tan az nem oranı katılımcıların %54,9'unda kaşıntı, %73,4'ünde susama hissi yaratmıştır. Bunun da, influenza virüsünün yayılmasına neden olduğu bildirilmektedir [36].

2004 yılı ASHRAE Standart-55 kriterlerine göre; kabul edilen mekan ısıları

- Yaz mevsimi, %30 bağıl nem 24,5-28°C,
- Yaz mevsimi, %60 bağıl nem 23-25,5°C,
- Kış mevsimi, %30 bağıl nem 20,5-25,5°C,
- Kış mevsimi, %60 bağıl nem 20-24°C olmalıdır [37].

ASHRAE Standardı 62 1989, normal iç hava kalitesi (Indoor Air Quality) için nemlilik seviyesinin binanın içinde %30-%60 seviyesinde tutulmasını öneriyor. Bu nemlilik seviyesi bakteri, virüs, mite, mantarların yaşamını, solunum yoluyla alınan enfeksiyonları ve diğer solunum problemlerini minimize eder. Şimdi daha da açık olarak bilinen bu gerçeklerle binanın iç hava kalitesini yükseltmek için birçok yeni projelere ve eski binalara nemlendirici cihazlar monte ediliyor. Nemlendirme sistemlerinin kullanılmasının çoğalması, nemlendirme uygulaması konusunda sorumlu fakat az tecrübesi olan birçok mühendise de yol göstermektedir.

2.1.3.2.3. Havanın Hızı

İnsan ve çevre arasındaki ısı alışverişlerini ve dengesini belirleyen faktörlerden birisi de, hava hareketleridir. Havanın hareket hızı arttıkça insanın üşümesi artar. Hava hareketlerinin artması insanın çevresindeki hareketsiz hava tabakasının azalmasına neden olur, bu da üşüme hissini oluşturur. Konfor şartlarının sağlanabilmesi için hava hızı ortalama 0,05 m/s olarak önerilmektedir [2].

Hava hızlarının artması halinde iç ortam, esintili ve rahatsız edici olabilmektedir. Düşük hava hızlarında ise ortamdaki havanın hareketi azaldığından ortamda ikamet eden bireyler için havasız bir ortam oluşur. Vücut yüzey sıcaklığı büyük olduğunda yüksek hava hızlarının ısı kayıplarını çok fazla miktarda arttırdığı ve ısı konforu olumsuz etkilediği bilinmektedir [38].

Günümüz kentleri çoğunlukla, yaşamın iklimsel açıdan konforlu bir şekilde sürdürülebilmesi için uygun ortamlar sunamamaktadır. Özellikle büyük kentlerde, ekolojik kaygılardan uzak bir yapılaşma ve sanayileşme süregelmış, buna bağlı olarak bir çok çevresel sorun ortaya çıkmıştır. Gelişmiş ve gelişme yolunda bulunan ülkelerdeki çevre sorunları insan sağlığını bozmuş, işgücü verimini azaltan bir yaşama ortamı sunmuştur. Böylesi ortamlarda yaşamını uzun süre devam ettirmek zorunda kalan insanların sindirim, sinir, dolaşım, vb. sistemlerinde bazı fiziksel rahatsızlıklar meydana gelmiştir.

Sağlıklı bir iklim denildiğinde, insanların biyoklimatik konforunun sağlandığı iklim değerlerini sunan alanlar anlaşılmaktadır. Altunkasa (1997) ise insanın biyoklimatik konfor koşullarının sınırlarının belirlenmesine yönelik yapılan araştırmaların, diğer tüm koşulların normal olması durumunda 21-27 °C sıcaklık ve %30-65 oransal nem değerinin bir arada bu konfor ortamını yarattığını ortaya koymuştur. Bu koşulların altında ya da üzerindeki değerlerde, biyoklimatik konfora ulaşmak için ya sıcaklık ya da ısıtım enerjisine hava hızı ve bağıl nemliliğe gereksinim duyulmaktadır. Bu noktada önemli olan bir başka kavramın, “Rahatlık Bölgesi” kavramının tanımlanması gerekmektedir. Ülker (1988)'in Olgyay (1973)'ten bildirdiğine göre; yapılan araştırmalar sonucunda yaz mevsimi için en uygun sıcaklığın, hafif bir rüzgar (0.1-0.3 m/s) ile 19°C, kış mevsimi için ise 16.5°C olduğu belirtilmiştir. Aynı kaynakta Bedford ise rahatlık bölgesini 13.5°C'den 23°C'ye kadar olan sıcaklık aralığı olarak tanımlamaktadır. Bağıl nem oranı ise %30-70 olarak kabul edilmektedir [39].

İnsanlar; nötr ve terleme veya titreme olmayarak vücudun ısı dengesinin sürdürülmesine izin veren çevre sıcaklığında konforludurlar [40].

Eğer bir mekanın hava sıcaklığı, hava nemi, hava hızı ve radyant sıcaklığı optimum değerlerde ise ve buradaki insanlar oda sıcaklığının daha sıcak veya soğuk olmasını veya nemin daha fazla veya az olmasını gereksinmiyorlarsa bu mekanda ısıl konfora ulaşılmış demektir.

Van Zuilen 1965 yılında yapmış olduğu çalışmada huzur verici bir oda iklimi için oda sıcaklığı 18-22°C, nispi hava nemi %35-70, hava hızı 10-25 cm/sn olmasını önermiştir.

Sıcaklığın derece olarak artması veya azalması yanında, nemin ve hava akım hızının durumu da sıcaklığın etkisini artırır veya azaltır. Bu üç değişkenin farklı birleşimlerini kişi aynı sıcaklık duygusu olarak hissedebilir.

Örneğin; 37°C sıcaklık, %10 nem ve 3 m/sn hava akım hızı ile 27°C sıcaklık, %75 nem ve 0,1 m/sn hava akım hızı, sıcaklık duygusu bakımından eşdeğer olabilir. Hava sıcaklığı, nemi ve hava akım hızının beraberce oluşturduğu sıcaklık etkisine “effektif sıcaklık” denir.

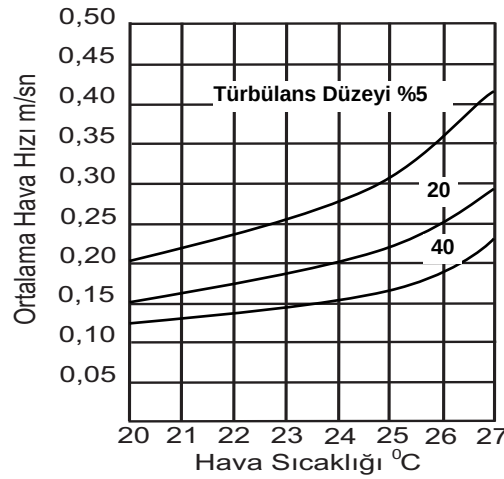
Tabii havalandırma ile kapalı mekânların havasının saatte 2-3 kere değişmekte olduğu kabul edilmektedir. Ancak günümüzde gelişmiş yapı malzemelerinin, PVC pencerelerin yoğun bir şekilde kullanıldığı, hava giriş ve çıkışını önleyecek türde yalıtımın yapıldığı ortamlarda, tabii havalandırmalar ile ortam havasının saatte 2-3 kere değişmesi mümkün görünmemektedir.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde 8’e göre; işyerindeki hava hacmi işçi başına en az 10 metreküp olmalıdır. Tabii havalandırma ile ortam havasının saatte 2-3 kere değişmesinin zorlaştığı ortamlarda, kişi başına düşen hava hacmi miktarının artırılması veya kapı ve pencereler açılarak veya cebri çekişle ortam havasının yeterli miktarda değişmesinin sağlanması gerekmektedir.

2.1.3.2.4. Hava Hızı – Hava Sıcaklığı Değer Çifti

İnsan vücudunun konveksiyon sonucu ısı vermesi hava hızı ile sıkı sıkıya bağlantılıdır. İnsan cereyan etkisine karşı reaksiyon açısından çok hassastır. Hava sıcaklığı ve hava hızının oluşturduğu değer çifti termik huzuru bozmayacak şekilde dengelenmiş olmalıdır. Işınlanma ısıtmalarında da konveksiyon ısıtmalarında da odadaki hava hızları,

etkin ölçüdedir. Cereyan yapmayan bir havalandırma yapmak oldukça zordur. Burada hava hızları ısıtılan bir odada soğuma olaylarıyla meydana gelen hava hareketlerinin hızından oldukça fazladır. Odanın hava sayesinde soğutulmasında hava hızı hava sıcaklığı ile birlikte havalandırma tekniği açısından ana sorunu oluşturur. 0,1 m/sn ve daha aşağıdaki hava hızları tavandan soğutmalı odalarda kötü etki yapmazlar.



Şekil 4. Hava hızı – Hava sıcaklığı grafiği

2.1.3.2.5. Hava Sıcaklığı ve Hava Nemi Değer Çifti

İnsanın bir nem duyusu olmadığından ve ısı kaybı sıcaklık duyusu sayesinde buharlaşma yoluyla sağlandığından hava sıcaklığı (t_L) ve nispi hava neminin komplike etkileri kesinlikle belirlenemez. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, kış mevsiminde %30-70'lik rölatif nem, normal hava sıcaklığı için kabul edilebilir. Normalin altında ve üstüne çıkan sıcaklıklarda ise daha duyarlı davranılmalıdır. Çünkü insan yüksek sıcaklık ve rölatif nemde ve düşük sıcaklık ve yüksek rölatif nemde huzursuzluk duymaktadır. Sıcaklık düştüğünde rölatif nem arttığı için soğuk yüzeyde su oluşabilir. Bu konuda Leusden ve Freymark tarafından hazırlanan huzur çizelgesi hava hızı 20 cm/sn için iç sıcaklık ve rölatif nemi Şekil 4'te verilmiştir.

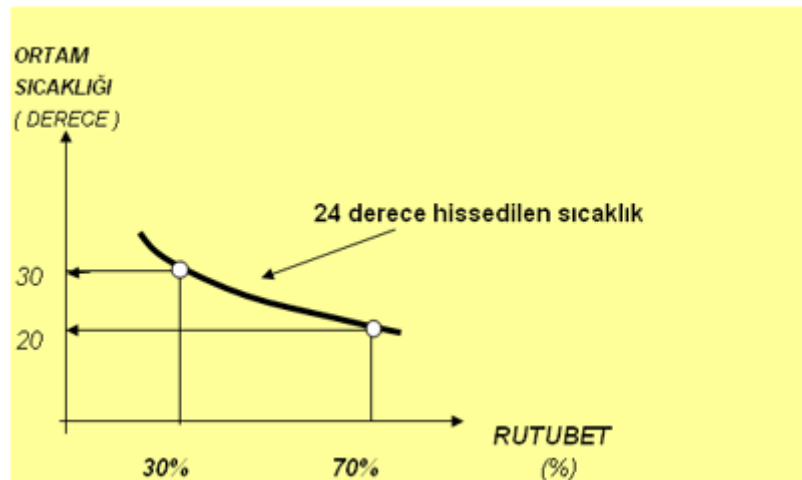
Sağlık Bakanlığı'nın gerçekleştirdiği çalışmaya göre, beklenen sıcaklık ile bağıl nem arasındaki ilişki, hissedilen sıcaklığı veriyor. Bu bilgiye göre, hava sıcaklığı, bölgedeki

nemin etkisiyle farklılık gösterebiliyor ve yükselen nemle birlikte hissedilen sıcaklık oldukça fazla olabiliyor.

Tablo 4. Sıcaklık ve neme bağlı hissedilen sıcaklık indeks değerleri

Bağıl Nem (%)

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
25	25,7	25,8	25,9	26,0	26,0	26,0	26,0	25,9	25,9	25,8	25,7	25,5
26	26,2	26,4	26,6	26,7	26,9	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,0	28,2
27	26,9	27,1	27,4	27,7	28,1	28,5	28,9	29,3	29,7	30,2	30,7	31,3
28	27,7	28,0	28,4	28,9	29,4	30,0	30,7	31,4	32,1	32,9	33,7	34,7
29	28,6	29,1	29,7	30,3	31,0	31,8	32,7	33,7	34,7	35,9	37,1	38,4
30	29,7	30,3	31,0	31,9	32,8	33,9	35,0	36,3	37,7	39,1	40,7	42,4
31	30,9	31,7	32,6	33,7	34,8	36,2	37,6	39,2	40,9	42,7	44,7	46,8
32	32,3	33,2	34,4	35,6	37,1	38,7	40,4	42,3	44,4	46,6	49,0	51,5
33	33,8	34,9	36,3	37,8	39,5	41,4	43,5	45,7	48,1	50,8	53,5	56,5
34	35,4	36,8	38,4	40,2	42,2	44,4	46,8	49,4	52,2	55,2	58,4	
35	37,2	38,8	40,7	42,7	45,1	47,6	50,3	53,3	56,5			
36	39,1	41,0	43,1	45,5	48,1	51,0	54,2	57,5				
37	41,2	43,4	45,8	48,5	51,4	54,7	58,2					
38	43,4	45,9	48,6	51,6	55,0	58,6						
39	45,8	48,5	51,6	55,0	58,7							
40	48,3	51,3	54,8	58,5								
41	50,9	54,3	58,1									
42	53,7	57,5										



Şekil 5. Ortam rutubet sıcaklık ilişkisine göre hissedilen sıcaklık

2.1.3.3. Isıl Konforun Sağlığa Etkileri

Sıcak ve nemin ruh sağlığına etkisi genel olarak aşırı sıcak ve nemin beden sağlığı yanında ruh sağlığı üzerinde de olumsuz etkiler bulunmaktadır. Sıcak ve nemli hava, ruhsal hastalığı olmayanlarda bile tahammülsüzlük, sinirlilik, uyku bozukluğu ve öfke patlamaları gibi sorunlara yol açmaktadır. Ruhsal hastalığı olan bireylerde zaten var olan bu belirtiler, aşırı sıcak ve nemli havalarda artarak hastalıklarını daha çekilmez hale getiriyor.

Hava değişimlerinin etkisi kişiye göre değişebilir. Ancak genel olarak,

- Depresyon,
- Belirgin endişe hali, aşırı duygusal hassaslık ve sinirlilik,
- Olağan aktivitelere karşı ilgi azalması,
- Yorgunluk,
- Kas, baş ve eklem ağrıları dahil soğuk algınlığına benzer belirtiler,
- Uyku düzeninde değişme (uykuya dalma ve uyuma problemleri veya çok uyuma) ve
- İştah değişimleridir (aşırı yeme, iştahsızlık veya belirli gıdalara aşırı istek duyma).

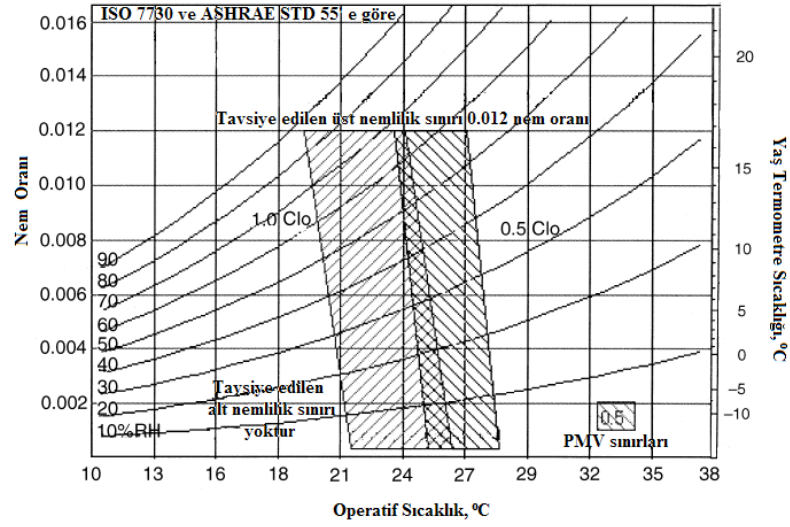
Hava şartlarındaki değişim ne kadar ani ve hızlı ise duyarlı kişilerin yakınmaları da o kadar artar. Organizma hava kütlesindeki ani değişimlere yeterince hızlı ayak uyduramayabilir. Söz gelimi tansiyonu düşük olan kişilerde kan dolaşımı aksayabilir.

Astımlı ya da eklem hastalıkları olan kişiler havadan en çok yakınan hastalar arasındadır. Soğuk havalarda solunum güçlüğü veya eklem ağrıları gibi semptomlar şiddetlenebilir. Alçak basınç vücut üzerinde genellikle olumsuz etki yaparken kararlı bir yüksek basınçta şikâyetler ortadan kalkabilir. Ancak yüksek basınca rağmen hava çok sıcak ya da çok soğuksa vücut yine yüklenebilir. Bu bakımdan, vücut üzerinde en olumlu etki yapan havalar ilkbahar ve sonbahar aylarındaki yüksek basınçtır [41].

2.1.3.4. Isıl Konfor İle İlgili Mevcut Standartlar

Isıl konfor için kabul edilebilir aralıklar ASHRAE Standart 55 – 2004 ve ISO 7730 gibi uluslararası standartlarda verilmektedir. ASHRAE Standart 55 – 2004 ün başlığı olan “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy” dilimize “Yaşam alanları için ısı çevresel şartlar” olarak çevrilebilir. Bu standart, belirli bir ortamda bulunan insanların

önemli bir kısmının, bahsedilen çevreyi ısıl olarak kabul edilebilir bulduğu şartları açıkça ortaya koymaktadır. Nem, hava hızı, metabolik oran ve giysi yalıtımı parametrelerinin verilen değerleri için konfor aralığı belirlenebilmektedir. Bu konfor aralığı, kabul edilebilir ısıl çevre şartlarını sağlayabilecek operatif sıcaklık cinsinden belirlenebilir. Operatif sıcaklık hem hava sıcaklığını hem de ortalama ışıyım sıcaklığını beraber temsil eden bir sıcaklıktır. Bu metotta kullanılan grafik Şekil 6’ da sunulmuştur ve önerilen operatif sıcaklık aralıkları %80 kişi için kabul edilebilir aralıklardır. Grafikteki konfor aralıkları hava hızının 0.2 m/s yi geçmemesi kaydı ile geçerlidir. Standartta tavsiye edilen en üst yaş termometre sıcaklığı 16,8°C’dir. Alt nemlilik sınırı ise belirlenmemiştir. Bununla birlikte alt nemlilik sınırı için deri ve göz kuruluğu, statik elektrik üretimi gibi ısıl olmayan konfor şartlarının göz önünde bulundurulabileceğinden bahsedilmektedir. Konforun iyileştirilmesi ile yüksek hava hızları arasında tam bir ilişki kurulamamıştır. Bununla birlikte, bu standart, eğer kişi hava hızını bireysel olarak kontrol edebiliyor ise, yüksek hava hızlarının, konfor için gerekli maksimum sıcaklıkları yükseltmek için kullanılabilmesine izin vermektedir. Şekil 6’da verilen grafik incelendiğinde bahsedilen şartlar altında önerilen aralığın yaz şartlarında 23.5°C ile 28°C, kış şartlarında ise 19°C ile 26.5°C arasında olduğu görülebilmektedir. Bir diğer standart ISO 7730’un başlığı olan “Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PMV indices and specification of the conditions for thermal comfort” ise dilimize “ortalama ısıl şartlar – PMV ve PPD indislerinin belirlenmesi ve ısıl konfor için şartların saptanması” olarak çevrilebilir. ISO 7730’da 2 amaç hedeflenmiştir; ortalama (aşırı uç noktalara kaçmayan) ısıl çevrelere maruz insanlar için, ısıl his (PMV) ve ısıl memnuniyetsizliğin (PPD) derecesinin tahmini için bir metot sunmak.



Şekil 6. Operatif sıcaklık ve nem için kabul edilebilir aralıklar

ISO 7730'da ısı konforu için gerekli ortam şartları hafif ve çoğunlukla oturularak yapılan aktiviteler ($M=70 \text{ W/m}^2=1.2 \text{ met}$) için ısıtma ve soğutma periyotları durumunda ayrı ayrı önerilmektedir. Bu önerilerde yaz periyodu için giysi yalıtımı 0.5 clo, kış periyodu için giysi yalıtımı 1 clo kabul edilmiştir. Yaz şartları yani soğutma periyodu için;

- Operatif sıcaklık $24.5^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$,
- Bağıl nem %30 ile %70 aralığında,
- Zeminden 0.1 m ve 1.1 m yükseklikler arasındaki düşey hava sıcaklığı farkının 3°C den az olması önerilmektedir. Önerilen hava hızları ise, hava sıcaklığı ve türbülans yoğunluğuna bağlı olarak Şekil 6'da grafik halde sunulmaktadır. Önerilen hava sıcaklığı aralığında ortalama hava hızı, %10 ile %20 türbülans yoğunluğu arasında yaklaşık 0.2 m/s civarında kalmaktadır.

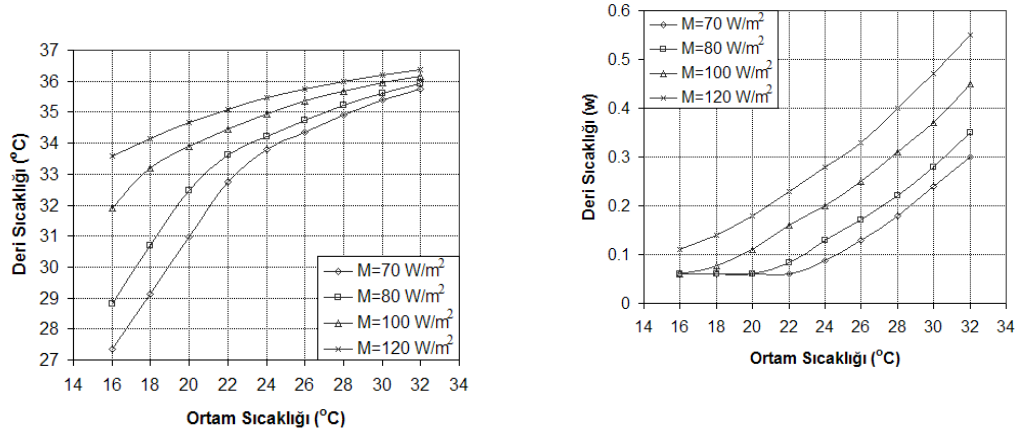
Kış şartları yani ısıtma periyodu için;

- Operatif sıcaklık $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$,
- Bağıl nem %30 ile %70 aralığında,
- Zeminden 0.1 m ve 1.1 m yükseklikler arasındaki düşey hava sıcaklığı farkının 3°C den az olması,
- Zemindeki yüzey sıcaklığının 19°C ile 26°C arasında kalması (fakat yerden ısıtma sistemlerinin 29°C için dizayn edilebileceği),
- Pencere veya diğer soğuk yüzeylerden dolayı ışıyım sıcaklığı asimetrisinin 10°C 'den az olması,

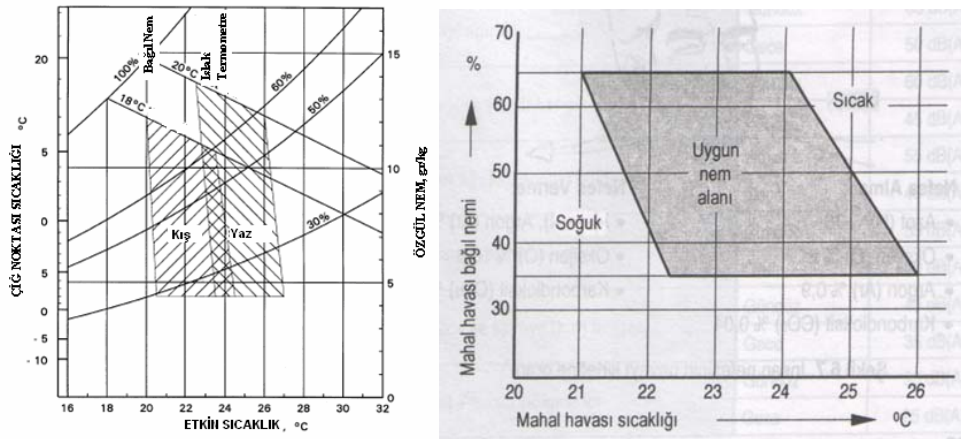
- Tavandan ısıtmadan dolayı ışıınım sıcaklığı asimetrisinin 5°C'den az olması önerilmektedir. Önerilen hava hızları ise yine hava sıcaklığı ve türbülans yoğunluğuna bağlı olarak Şekil 6'da grafik halinde sunulmaktadır. Önerilen hava sıcaklığı aralığında ortalama hava hızı yine, %10 ile %20 türbülans yoğunluğu arasında yaklaşık 0.2 m/s civarında kalmaktadır.

Bu standartta, çeşitli metabolik aktivite düzeyleri ve giysi yalıtım değerleri için %50 bağıl nem durumunda, farklı hava hızı değerlerinde PMV indisinin alacağı değerler de tablolar halinde ISO 7730'da sunulmaktadır. Bahsedilen PMV değeri tabloları standart da şu aralıklar için mevcuttur:

- $0 \text{ clo} \leq I_{cl} \leq 2 \text{ clo}$
- $58 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ met} \leq M \leq 232 \text{ W/m}^2 = 4 \text{ met}$
- $0.1 \text{ m/s} \leq v \leq 1 \text{ m/s}$



Şekil 7. Aktivite düzeyinin ortam sıcaklığına bağlı olarak deri sıcaklığı ve ıslaklığı üzerine etkisi [42 ve 43]



Şekil 8. Hava sıcaklığı ve neme göre konfor bölgeleri

2.2. İç Hava Kalitesi

Günümüzde endüstrileşmiş ülkelerde nüfusun %85'inden fazlası kentlerde yerleşmiştir. Ülkemizde 2009 yılı nüfusun %76,5'i kentlerde yaşamaktadır. Kapalı ortam havası konutlar, endüstriyel olmayan işyerleri, resmi binalar (okul, hastane vb.) içindeki hava olarak kabul edilmektedir. Kapalı ortamlar insanların temel sağlık gereksinimlerini karşılamalıdır; içinde yaşayanları aşırı soğuktan, sıcaktan korumalı; yeterli güneş ışığını almalı ve iç ortam havası sürekli temiz olmalıdır. Uzun bir süre kapalı ortam havası, dış ortam hava kirliliği ve uygun olmayan iklim koşulları nedeni ile dış ortamdan daha güvenilir, olarak kabul edilmiştir. Ancak 1980'li yıllarda yapılan çalışmalarla kapalı ortam havasının yapı ve temizlik malzemeleri, boya maddeleri ve ısınma sonucu ortaya çıkan atıklar nedeni ile insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri fark edilmiştir. Günümüzde iç hava kalitesinin önemi gittikçe artmaktadır. Sadece ısı ve nem kontrolü ile ortam hava şartlarının iyileştirilmesi; 1970-1980 yılları itibarıyla “Hasta Bina Sendromu”nun ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak bu ortamlarda yaşayan insanlar farkında olmadan hastalanmış, birçok tesis verim kaybına uğramıştır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, her alanda olduğu gibi bu alanda da çok sayıda ilerleme kaydedilmiş ve bu istenmeyen etkinin önüne geçilebilmesi amacı ile bir takım kurallar konulmuş ve yöntemler geliştirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO-World Health Organization)'nın yapmış olduğu çalışmalar, insanlar tarafından yaşam ve diğer amaçlar için kullanılan binalardaki hava, insan sağlığına zarar verebilecek şekilde çeşitli gazlarla ve partikül ölçekli kirleticilerle kirlendiğini göstermektedir. Birçok çalışma amaçlı ortamda yine çok sayıda insanın, bu kapalı ortamlarda geçirdiği süreler 8 saat/günden 16 ve 24 saat/güne kadar artan saatlerde farklılık göstermektedir. Diğer taraftan insanların dışarıda harcadıkları zaman ortalama 2 saat/gün civarındadır. Bu nedenle; insanların bahsi geçen hastalık yapıcı etmenler ile en fazla etkileşimi kapalı ortamlarda maruz kalmaktadırlar. Buna bağlı olarak bu ortamlarda zaman geçiren insanlarda Hasta Bina Sendromu (SBS-Sick Building Syndrom) ve Bina Bağlantılı Hastalıklar (BRI-Building Related Illness) olarak adlandırılan sağlık problemleri belirlenmiştir.

2.2.1. İç Ortam Hava Bileşenleri

Kapalı mekânlarda havalandırma sisteminin yetersiz olması veya bulunmaması ortamın atmosfer bileşimini yaşamsal sınırın altına düşürmektedir. Doğal maddelerin bozulması, biyolojik aktiviteler, oksidasyon, buharların perkolasyonu ve yapısal sızıntılar ortamda toksik ve/veya yanıcı gazların oluşmasına ve birikmesine neden olur. Bu prosesler sonucunda mekânın atmosferinde gerekli oksijen miktarı önemli ölçüde tükenir. Kullanıcılar, atmosferin zararlı gazlar ile kontamine olduğunu veya oksijenin çoğunda, bilinçsiz uyku hali ve ne olduğunu anlayamadan ölüm gözlenmektedir.

Hava; İçindeki değişik gazlar (oksijen, azot, karbondioksit vs.), su buharı ve partiküller (toz, polen, tüy vs.) ile atmosferi dolduran renksiz ve kokusuz bir gazdır. Havayı oluşturan gazların dağılım oranları aşağıdaki gibidir.

- %78.084 Azot,
- %20.9476 Oksijen,
- %0.934 Argon,
- %0.0314 Karbondioksit,
- %0.001818 Neon,
- %0.000524 Helyum,
- %0,0002 Metan,
- %0.0 ile %0.0001 arasında Hidrojen, Xenon, Ozon ve diğer gazlar.

Ayrıca, havanın içinde ksenon, kripton ve gibi inert gazlar da bulunmaktadır [44].

Bu karışım içinde canlı yaşam ve insan için en önemli gaz oksijendir. Oksijenin olmadığı bir ortamda canlı yaşamı da yoktur. Kapalı hacimlerdeki hava kullanıldıkça doğal karışım oranları kaybedilir ve canlılar için taşıdığı konfor şartlarından uzaklaşılır. Böyle durumlarda; sıcaklığın artması ile terleme, düşmesi ile üşüme, nemin artması ile cilt solunumunun yavaşlaması, nemin azalması ile cilt kuruluğu, oksijen oranının azalması ile nefes alma zorluğu ve benzer sorunlar yaşanmaya başlar. İhtiyaç duyulan oksijen normal solunum hızı ile sağlanamadığı için solunum ve kan dolaşımı hızlanır, kan basıncı yükselir, baş ağrısı ve yorgunluk gibi benzer rahatsızlıklar başlar. Bu olgular, solunan havanın içindeki oksijen oranının %20,9'un altına düşmesinin sonucudur. Kapalı hacimlerdeki oksijen oranının doğal koşullarda olması gereken seviyede tutulmasını sağlamanın en kolay yolu havalandırma yapılmasıdır. Kullanım sonucu oksijen oranı azalmış ve kirlenmiş

(halı-elbise tüyü, parfüm-ter kokusu vs.) hava atmosfere atılır, yerine dışarıdan, yüksek oksijenli ve kirlenmemiş (gerekli filtre sistemlerinden geçirilerek) taze hava alınır.

İnsanlar, bünyesel özellikleri yanında;

- Yaptıkları işin cinsine (çalışma, uyuma, oturma vs.),
- İş yapış şekillerine (oturarak, ayakta),
- Yaptıkları işin zorluğuna (ofis işi, berberlik, tornacılık),
- Yapılan işin temposuna (hızlı, yavaş, orta vs.) gibi parametrelere bağlı olarak farklı miktarlarda oksijen tüketirler.

Yaşadığımız hava ışığı yansıtmayan dolayısıyla da tarafımızdan görülemeyen oldukça fazla toz zerreciği ile doludur. Karanlık bir ortamda mor fosforlu ışıkla bakıldığında bu hava da uçuşan toz zerreciklerini çok net olarak görebiliriz. Daha da tehlikelisi bu toz zerreciklerinin taşıdığı mikroskop ile görülebilecek boyutta olan milyonlarca canlı organizmadır. Bu canlı organizmaları genel olarak mikrop ve bakteriler olarak adlandırılır. Bu toz ve taşıdığı mikrop ve bakterilerden tamamen arınma şansımız yoktur. Ancak bu zararlı partiküllerin hava içindeki oranı oldukça değişkendir.

İnsan açısından bakıldığında, yaşanılan ortamın ve solunan havanın;

- Karışımı,
- Sıcaklığı,
- Nemi,
- Hızı,
- Basıncı konfor şartlarını oluşturur.

Her ne kadar bu bileşimdeki gazlar haricindekiler kirleticiler olarak anılmaktalarsada bileşimdeki oranların birisi lehine bozulması da kirletici etki yapmaktadır. Diğer bazı kirletici gazlara örnek ise karbonmonoksit, partiküller (sigara dumanı, sprej gazları gibi), organik buharlar, azotoksit, kükürtdioksit, mikro organizmalar, ozon, elyaf, formaldehit, sülfat vb. Bu gazların oranları küçük oranlarda olmakla beraber, bina sakinlerine, yapı malzemelerine veya içindekilere zararları oldukça önemlidir.

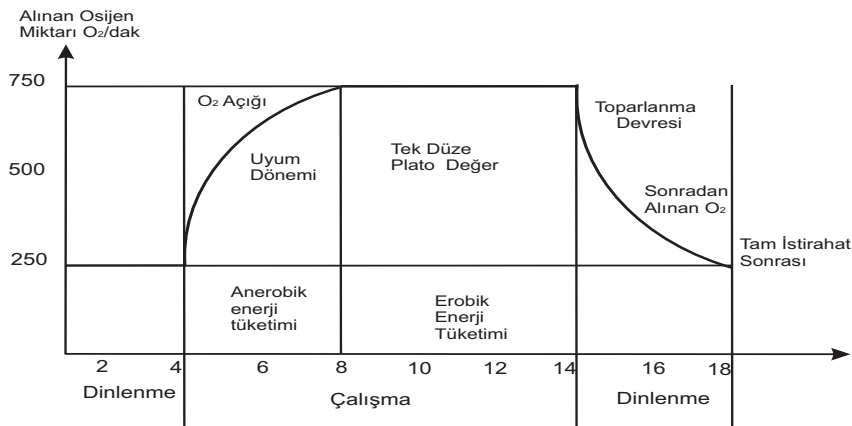
2.2.2. İç Ortam Hava Kullanımı

Kapalı ortamlardaki hava, genel olarak insanlar ve yakıcılar tarafından kullanılmaktadır. Ergin ve sıhhatli bir insan günde en az 10.000 litre havayı akciğerlerine alır ve verir. Bir insan günde ortalama 400–800 litre oksijen alır, 350–700 litre de

karbondioksiti tekrar dışarı verir. Bir insanın verdiği nefesin yüzde 4,5’u karbondioksittir. Akciğerlere dakikada girip-çıkan havanın miktarı yapılan işe göre farklılık gösterir. Sakin hâlde iken bir nefes alış verişte akciğere giren hava 0,5 litredir (500 ml) ve dakikada ortalama 15 nefes alıp verme hareketi yapılır. Böylece dakikada 7.500 ml hava akciğere girip çıkmış olur. Ancak bu havanın hepsi hava keseciklerine gitmez; ağız-burun boşluğu, nefes borusu ve bronşlardan dönerek dışarı verildiği için kullanılmayan 2.225 ml kadarına ölü hava denir. Keseciklerde kullanılan kısım ise, 5.250 ml’dir. Uyurken dakikada 5 litre, dururken 7,5–8 litre, gezerken 14 litre, uzun mesafede bisiklet sürerken 40 litre, yüzerken 43 litre, kürek sporunda 140 litre, çok süratli koşu yapanlarda 170 litre hava alınıp verilir. Her nefeste alınıp verilen hava miktarı yaşa bağlı olarak artarken, dakikadaki nefes alma sayısı da giderek düşer. Yani vücut gittikçe nefes almada tecrübe sahibi olur ve daha az nefesle ihtiyacını karşılamaya başlar [45]. İnsanların hava kullanımı Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. 68 kg ağırlığındaki bir insanın hava ve oksijen ihtiyacı (20°C, 1 atm) [46]

Mesguliyet	Solunan Hava (m ³ /h)	Oksijen Sarfiyatı (m ³ /h)
Uyuma	0.360	0.0144
Oturma	0.420	0.0180
Ayakta Durma	0.480	0.0216
Hafif Beden İsi	1.5- 3.0	0.069 – 0.138



Şekil 9. Bir çalışma periyodunda oksijen tüketimi

2.2.3. İç Hava Kalitesi

İç hava kalitesi ile ilgili olarak Sick Building Syndrom-SBS (Hasta Bina Sendromu) ve Building Related illness-BRI (Bina Bağlantılı Hastalıklar) olarak adlandırılan sağlık problemleri belirlenmiştir [47].

Yapılan birçok araştırmada iç ortamdaki kirleticilerin seviyesi, dış ortama göre daha yüksek olduğu görülmüştür [48] .

- **Kirli Hava:** Tamamen veya kısmen kapatılmış sınırlı bir hacmi olan, içerisinde sınırlı miktarda hava bulunan ve çalışma, yaşama yeri olarak tasarlanan alanlar “kapalı ortam” olarak adlandırılır. Kapalı ortamlar potansiyel olarak tehlikeli veya zararlı seviyede gaz, toz, buhar veya duman ihtiva eder.

Kirli hava; pis hava, zehirli hava, patlayıcı hava ve tozlu hava olarak dört grupta incelenir.

- o **Pis Hava:** %20’den daha az oksijen ihtiva eder ve bu tip hava karışımı bulunan yerlerdir. Bu yerlerdeki çalışmalarda kısa zaman içinde yorgunluk belirtileri görülür.
- o **Zehirli Hava:** İnsan hayatını tehlikeye düşüren zararlı gazlardan (karbonmonoksit, azot oksitleri, hidrojen sülfür, kükürtdioksit ve radon gazları) oluşan havadır. Bu şekildeki hava, insan organizmasına kimyasal etkisinden dolayı zararlı olmakta ve hatta ölüm meydana getirmektedir.
- o **Patlayıcı Hava:** Bütün yanıcı gazları (metan, etan, propan, bütan gibi hidrokarbonlar ve hidrojen, karbonmonoksit ve hidrojen sülfür) bileşiminde bulunduran havadır.
- o **Tozlu Hava:** İçerisinde belli konsantrasyonda toz ihtiva eden havayı belirtir.

2.2.4. İç Ortam Kirleticileri

İç hava kalitesi, en genel anlamı ile ortam havasının temizliği olup; havadaki, insanın rahatlık ve sağlığını etkileyen ısı olmayan tüm noktaları kapsar. İnsanların içinde bulunduğu havadan farklı beklentileri olduğu ve farklı algılamalarından dolayı, iç hava kalitesi göreceli bir kavramdır. Amerikan Isıtma- Soğutma ve Klima Mühendisleri Birliği (ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating, and Air- Conditioning Engineers)’nin yayınlamış olduğu 62- 1989 ve 2001 Standardında kabul edilebilir iç hava

kalitesi ile ilgili tanımlamalar yapılmıştır. İç ortam hava kirleticilerinin miktarları ile ilgili olarak çeşitli uluslararası standartlar bulunmaktadır. Environmental Protection Agency tarafından ortam kirleticileri kabul edilebilir konsantrasyon değerleri Tablo 6’da görülmektedir.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)’de bu konu ile ilgili olarak ortam hava kalitesinin değerlendirilmesini ve yönetimini düzenleyen ve ilk direktif olan Avrupa Birliği Konsey Direktifi 96/62/EC çerçevesinde, izlemeyi eşdeğer hale getirmek için PM10 numune alma ve ölçüm cihazlarının performansını düzenleyen TS EN 12341/Nisan 2002 no.lu “Hava kalitesi-Askıda katı maddenin PM10 kesrinin belirlenmesi-Ölçme yöntemlerinin referans eşdeğerliliğini göstermek için saha deney işlemi ve referans metodu” isimli standardı yayınlamıştır.

İç Ortam Kirleticileri	Müsaade Edilen Konsantrasyonları
Karbonmonoksit (CO)	< 9 ppm
Karbondioksit (CO ₂)	< 800 ppm
Küf	İç ve dış havadaki değerler aynı olmalıdır
Formaldehit	< 20 µg/m ³ *
Toplam uçucu organik bileşikler	< 200 µg/m ³ *
4 fenil sikloheksan (4-PC)	< 3 µg/m ³
Toplam partikül (PM)	< 20 µg/m ³
Düzenli kirleticiler	< Ulusal içortam standardı
Diğer kirleticiler	< Sınır değerin % 5

Tablo 6. EPA max. İç ortam hava standardı

İnsanların içinde bulunduğu havadan farklı beklentileri olduğu ve farklı algılamalarından dolayı, iç hava kalitesi için kesin sınırlar çizmek veya tanımlamak zordur. Bundan dolayı, "kabul edilebilir iç hava kalitesi" terimi ortaya çıkmıştır. ASHRAE 62-1989 ve 2001 Standardında kabul edilebilir iç hava kalitesi "İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır” olarak açıklanmaktadır [49 ve 50].

İç hava kalitesi kavramı, 1980 yılından sonra ortaya çıkan bir kavramdır. Konu ile ilgili yurt dışı çalışmalar çok olmasına rağmen, konunun Türkiye’de yeni olmasından ve çok önem verilmemesinden dolayı yapılan çalışmalar sınırlıdır. Buna rağmen ülkemizde iç

hava kalitesi ile ilgili değerli çalışmalar da vardır. Fakat değişik ortamlar için iç hava kalitesi ölçümü ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır [51].

Atmosfer kirliliğinin bizler için kötü olduğu genel olarak bilinen bir durumdur. İyi hava kalitesi standartları çeşitli kirlilik önlemleri açısından alınmıştır. İkinci dünya savaşı sonrası ekonominin de gelişmesiyle hava kirliliğiyle ilgili önlemler alınmaya başlanmıştır. Hava kirliliğinin giderek artmasıyla Avrupa ve Amerika’da korkunç ölümler meydana gelmiştir. Londrada 5 gün içinde 4000’den daha fazla insanın ölümü duman kükürt (SO_2) ve sis’in aşırı derecede olmasından kaynaklanmıştır. Bu felaketten sonra bütün dünya çapında gerekli hava kalite kontrol önlemlerinin alınması yönünde toplum baskısı artmıştır. Benzinin ucuz ve kolay elde edilebilir olması, giderek gelişen ekonomi, artan gelir gelişmiş ülkelerin hava kalite kontrol açısından önlemler almasını hızlandırmıştır. Çalışmalar genellikle SO_2 ’yi azaltmaya yöneliktir. Gelişmiş ülkelerin yanı sıra birçok ülke hava kalitesi üzerinde çalışmalar yapmakta olup kentsel kirliliğin çevre bölgelere hatta ulusal sınırları etkilediği anlaşılmıştır.

Konutlarda ve endüstri dışı diğer kapalı yapılarda iç ortam havasında; insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen karbon monoksit, karbon dioksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik moleküller, çeşitli mikroorganizma ve alerjenler gibi biyolojik ve kimyasal, aydınlatma, gürültü, renk gibi fiziksel zararlı etkenlerin görülmesi ‘kapalı ortam hava kirliliği’ olarak tanımlanır. Kapalı ortam hava kirleticilerin kaynağı iç ve dış ortam olabilir. Türkiye’de nüfusun yaklaşık %64.9’unun kentlerde yaşaması ve kentlerde yaşayan insanların da zamanlarının %90’nını kapalı ortamlarda geçirmeleri kapalı ortam hava kirliliği sonucu ortaya çıkan sağlık sorunlarının artmasına neden olmaktadır.

Kapalı mekânlardaki havanın kalitesi; yapı bileşenleri, dış hava şartları, ev eşyaları, insanlar ve yakma sistemleri gibi kaynaklardan oluşan kirleticiler nedeniyle bozulmaktadır [52].

Öncelikli iç ortam kirleticileri dış ortam hava kirleticilerinden farklıdır. İç ortam hava kalitesi, dış ortam konsantrasyonlarından etkilenmesine rağmen, kirleticilerin çoğu için binalar içindeki birikim ve uzaklaşma hızı yüksektir. Anahtar kirleticiler, bina materyalleri ve topraktan oluşan radon, asbest, diğer partiküler maddeler, formaldehit, CO , NO_2 ve solunabilir partiküllerdir. Organik maddeler de ayrıca büyük öneme sahiptir. Bunlar yakıtların yanması sonucu oluşan uçucu bileşikler, çözücüler ve biyositler, insan kalıntılarından oluşan allerjenler ve yaşayan organizmalar, petler ve pestleri içerir. İç ortam

hava kirliliği problemi binadan binaya, bölgeden bölgeye ve yılın farklı zamanına göre değişim göstermektedir. Maruziyet derecesi, bina havalandırma hızı, yemek pişirme, ısıtma veya havalandırma teknikleri, sigara içimi, bina yapısı ve tipinden etkilenebilir. Bu nedenle, bir hava kalitesi araştırması yaparken tüm bu faktörlerin dikkate alınması gerekir.

Hava kirliliği, havanın doğal yapısında bulunan ana maddelerin değişmesi ya da doğal yapısında bulunmayan yabancı maddelerin havanın içine girmesi olarak tarif edilebilir. Bu değişim canlıların yaşamını olumsuz yönde etkiler. Hava kalitesinin ve bileşiminin bozulmasının birçok sebebi olmasına karşın en önemli sebebi yanma olayıdır. Dünyada ki enerjinin yarısından fazlası fosil yakıt denen kömür, petrol, doğalgaz vb'lerinin yakılması ile oluşmaktadır.

Bu yakıtlar temel olarak hidrojen (H) ve karbondan (C) oluşmaktadır. Yanma, yakıtın havadaki oksijen ile birleşmesidir. Yanma sonucunda ortaya çıkan kirleticiler aşağıdaki ana başlıklar altında sıralanabilir:

- Yanmamış hidrokarbonlar (HC) bir başka deyişle tam yanmamış yakıt
- Karbon monoksit (CO)
- Karbon dioksit (CO₂)
- Azot oksit (NO_x)
- Kükürt dioksit (SO₂)
- Fosfor
- İs, parçacık
- Kurşun ve diğer metaller

2.2.4.1. Yapı Bileşenlerinden Kaynaklanan Kirleticiler

Yapı bileşenlerinden kaynaklanan en önemli kirleticisi radon gazıdır. Radon, radyoaktif bir elementtir ve radyumun bozunması sonucu oluşur. Radon, ortama toprak veya toprak esaslı maddelerden geçer. Evlerde radonun en önemli kaynağı, taban kaplamasının altındaki topraktır. Zemin katlarda, üst katlara göre daha yoğundur. Su, doğal gaz, LPG gazları evlerdeki diğer radon kaynaklarıdır [53].

Yapı malzemelerinde kullanılan yalıtım malzemelerinden formaldehit, boyalardan kurşun ve organik gazlar oluşabilmektedir. Ayrıca yapı malzemelerinden kaynaklanan uçucu organik maddeler de bulunmaktadır [54].

2.2.4.2. Dış Hava Şartlarından Kaynaklanan Kirleticiler

Dış havanın sıcaklığı ve nemi, iç ortam hava kalitesini etkilemektedir. Sıcaklık ve nem iç ortama; havalandırma, enfiltrasyon veya transmisyon ile geçerek iç hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, dış ve iç ortam basınç farkından dolayı, enfiltrasyonla dış havadaki kirleticiler iç ortama geçebilmektedir. Bundan başka, yapı yakınlarındaki topraktan kaynaklanan radon gazı dış hava ile iç mekânlara taşınabilmektedir.

İç ve dış ortam arasındaki hava sirkülasyonu, iç mekandaki kirlilik derecesini etkilemektedir.

Kentsel alanlarda, dış ortam havasında bulunan temel hava kirleticileri; karbon monoksit (CO), ozon (O₃), azot oksitleri (NO_x), kükürt dioksit (SO₂), asılı partiküler maddeler (APM) ve kurşun (Pb) dur. Ayrıca polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve asit aerosolleri gibi hava toksinlerine de gittikçe artan düzeyde önem verilmektedir. Hangi kirleticilerin hava kalitesi problemlerine sebep olduğu; endüstrileşme ve uygulanan kontrol tedbirleri, ulaşım tipleri, meteorolojik ve topoğrafik karakteristikleri içeren çok sayıda faktöre bağlıdır. İlave olarak; insan maruziyeti düşünüldüğünde, iç ortam hava kirleticilerinin katkısını da dikkate almak gerekir. İzlenecek kirleticilerin seçimi; ölçüm yerinin seçimi ve enstrümantasyon vb. izleme ağındaki pek çok faktörü etkileyecektir. Kalite güvenilirliği amaçlarının belirlenmesinde, kirleticilerin beklenen seviyeleri de rol oynayacaktır. Öncelikli hava kirleticilerinin belli başlı özellikleri aşağıda verilmektedir:

Kükürt Dioksit (SO₂): Bu kirletici, boğucu, renksiz, asidik bir gazdır. Özgül ağırlığı, 1.977 kg/m³'dür. Bundan dolayı, bulunduğu kapalı ortamın tabanında toplanır. Atmosfer havasında, hacim bakımından %0.3-0.4 oranında bulunur. Atmosferik SO₂'nin yaklaşık yarısı doğal emisyonlardan kaynaklanmaktadır (UNEP,1991). İnsanlar tarafından oluşturulan SO₂; kömür ve fuel-oil'in doğal olarak yapısında bulunan kükürt bileşiklerinin yanması ile açığa çıkmaktadır. Dünya çapındaki temel kaynakları, endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar ve termik santrallerdir. Çok az miktarı ise dizel yakıtlı taşıt araçlarından kaynaklanmaktadır. SO₂'nin yüksek konsantrasyonları, öksürük ve bunun sonucunda akciğer fonksiyonlarında değişime neden olarak solunum sistemi tahribatına neden olmaktadır. Bu gaz ayrıca taş binaların ve diğer materyallerin de korozyonuna neden olur, bitkilere zarar verebilir ve asit yağmurlarının ve ikincil partiküllerin temel kaynağıdır. SO₂'nin atmosferik konsantrasyonları, genellikle evsel

ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu şehirlerde çok yüksektir. Kapalı mekânlarda Max değeri 500 ppm'dir.

- %1-3 yoğunluğunda orta sürede tehlikesizdir.
- %3-6 yoğunluğunda baş ağrıları başlar.
- %6-10 yoğunlukta, baş dönmesi, görme bozuklukları, şuursuzluk başlar.
- %10'dan fazla yoğunlukta narkotik etki görülür. Boğucu etkisi ise CO₂ fazlalığından çok, oksijen azlığından olur.

Asılı Partiküler Madde (APM): Bu terim, atmosferdeki ağırlıkları nedeniyle hızla çökebilen büyük partiküllerin dışında, atmosferde yayılan çok küçük tanecikli katı veya sıvı partikülleri kapsar. SO₂ ile birlikte kentsel alanlarda çok sık ve geniş çapta çalışılan bir kirletici parametredir. APM çeşitli kaynaklardan oluşabilir. Bunlar, yakıtların yanması, dizel motorlar, inşaat ve endüstriyel faaliyetler, ikincil aerosoller (amonyak, sülfür ve azot oksitlerinin havada reaksiyonu ile oluşur) bitki polenleri ve yerden kalkan tozlar gibi doğal kaynaklardır. Partiküller; tanecik boyutları, koyuluğu, kimyasal bileşimi ve sağlık etkileri potansiyeline göre geniş çapta değişim gösterirler. Büyük partiküller, insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılır. Daha küçük partiküller (<10µm) akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek tahriş ve tıkayıcı etkilere sebep olabilirler. Dizel dumanı gibi bazı küçük partiküller karsinojenik olabilir. Kentsel alanlardaki partikül konsantrasyonları; büyük ölçüde kaynak tiplerine ve emisyon paternlerine bağlıdır. Sonuç olarak, konsantrasyonlar şehirden şehre hatta aynı şehrin içinde büyük ölçüde değişim gösterebilmektedir.

Azot Oksitleri (NO_x): Azot oksitleri doğal kaynaklardan ve insan aktiviteleri sonucunda hemen hemen eşit oranda atmosfere atılırlar. Doğal kaynaklar dünya çapında eşit olarak dağılmasına rağmen insan aktiviteleri sonucu oluşan kaynaklar, nüfusun yoğun olduğu alanlarda yoğunlaşmıştır (UNEP,1991). Kentsel atmosferdeki en önemli azot oksitleri, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂)'dir. NO₂'nin NO'ya göre daha anlamlı sağlık ve ekosistem etkileri bulunmaktadır. NO₂, çeşitli ölçüm metodolojileri kullanılarak ölçülebilir. Kentsel alanlardaki NO₂'nin ana kaynağı, motorlu taşıtlarda yakıtların yanması, elektrik üretimi, fabrikaların ısıtılması ve endüstriyel proseslerdir. Atmosferdeki NO₂'nin çoğu azot monoksit (NO) emisyonlarının oksidasyonu ile oluşur. Azot dioksit, solunum yollarında tahriş edici bir etkiye sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda oksiktir.

Fotokimyasal duman (ozona bakınız), asit yağmurları, ikincil formdaki partiküllerin oluşumunda önemli rolü bulunmaktadır. SO₂ ve ozon ile birlikte, ekinler ve bitki örtüsü üzerinde zararlı etkileri vardır. Kentsel alanlardaki konsantrasyonlar, trafik emisyonlarından kaynaklanıp şehir merkezinde ve ana yollara yakın yerlerde en yüksek konsantrasyonlarda bulunur.

Karbonmonoksit (CO): Renksiz, kokusuz, tahriş etkisi olmayan çok zehirli gaz olarak tanımlanır. Özgül ağırlığı 1.255 kg/m³ olup, havanın özgül ağırlığına çok yakındır. Hava ile %13-75 oranlarındaki karışımı patlayıcı özelliğe sahip olup, en tehlikeli patlama konsantrasyonu %30 civarındadır. Karbonmonoksit, fosil yakıt veya organik maddelerin eksik yanması sonucu oluşur. Ana kaynağı motorlu taşıt trafiğidir. Kandaki oksijen taşıyan hemoglobin üzerinde kuvvetli etkisi vardır. Kandaki oksijen, karbonmonoksit ile yer değiştirdiğinde oksijen açlığına neden olarak aşırı durumlarda ölümlere yol açabilir. Kentsel alanlardaki karbonmonoksitin mekânsal dağılımı trafiğe bağlıdır. Konsantrasyonlar yol kıyısında en yüksek düzeyde olup yoldan uzaklaştıkça hızla azalır.

Genellikle;

- %0,01 (100 ppm) konsantrasyonda uzun sürede baş ağrısı yapar.
- %0,05 (500 ppm)'de şiddetli baş ağrıları, baş dönmesi, baygınlık olur.
- %0,2 (2000ppm)'de derin bir şuursuzluk, nabız ve solunum zayıflaması sonucunda ölüm gelir.

Karbonmonoksit mavi bir alevle yanarak karbondioksit meydana getirir. Yangınlarda diğer toksik gazlarla birlikte; odun, kömür, gaz yağı, doğal gaz gibi organik yakıtların, havalandırması az olan yerlerde yakılması sonucu, maden ocaklarında, garaj veya benzeri yerlerde egsoz dumanına bağlı olarak karbonmonoksit zehirlenmesi sıklıkla görülmekte ve ölümle sonuçlanabilmektedir. Solunum havasında karbonmonoksit miktar tayini özel dedektör tüpleri ile örnekleme yapılarak gerçekleştirilmektedir. Toksikolojik araştırma amacı ile kanda karbonmonoksit miktar tayini, UV-visible spektrofotometre, gaz kromatografisi ve renk testleri ile yapılmaktadır. Karbonmonoksitin hemoglobine bağlanma afinitesi oksijenden 200 defa daha fazladır. Sitokrom oksidaz sistemini de etkileyerek kanın oksijen taşıma kapasitesini de azaltır. Karbonmonoksit oksijen taşınmasını bozması dışında oksijen ayrışma eğrisini de sola kaydırarak dokulara daha az oksijen gitmesine neden olmaktadır. En fazla etkilenen organlar metabolik aktivitesi en

fazla olan organlardır. Baş dönmesi ve baş ağrısı gibi semptomlar uyarıcı olmakla beraber, ön semptomlar olmadan bilinçte ani kayıp meydana geldiğinden karbonmonoksit zehirlenmesinde kişiler ortamdaki kaçamamaktadır. Kandaki oksijen seviyesi düşük olmadığından oksijen basıncına duyarlı olan kemoreseptörler uyarmamakta, kandaki CO₂ de yükselmediğinden CO zehirlenmesinde kişiyi uyarıcı bir belirti olmamaktadır. Çok düşük düzeylerde bile (%0.5) karbonmonoksitin 2 saat süreyle solunması ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Karboksihemoglobin düzeyi kanda %20 'lere ulaştığında semptomlar başlar; %60 düzeyinde bilinç kaybı; %80 düzeyinde ölüm görülür. Karbonmonoksit ile zehirlenmelerde, kan ve dokuların pembe renk alması oldukça karakteristiktir. Ölüm halinde COHb 'in kiraz kırmızısı rengi hemen hemen bütün vücut derisi ve mukozasında kendini gösterir. Deri parlak kırmızı renk alır. Genel olarak karbonmonoksit ile ölüm olaylarında, postmortem kanda COHb düzeyi %50 üstünde çıkar. Ölüm nedeni daha çok şofben ve tüp gaz zehirlenmesi ve az oranda da egzoz gazı zehirlenmesi olarak bildirilmiştir. CO ile zehirlenmede kanda COHb düzeyinin ölçülmesi, maruziyeti, şiddeti ve tedavinin etkinliğini göstermek için yapılır.

Karbondioksit (CO₂): Karbondioksit karbonlu maddelerin tam yanması ile oluşan, havadan ağır, renksiz, kokusuz bir gazdır. Havadan ağır olması nedeni ile maden ocaklarında, gemilerde, eski kuyularda, kanalizasyonda, çöplüklerde aşağı kısımlarda toplanır. %10 CO₂ inhalasyonu ile toksik etki gözlenir. %25-30 CO₂ inhalasyonu ise solunum yavaşlaması, kan basıncının düşmesi, anestezi ve ölüme yol açar. CO₂ iç hava kalitesini kontrol etmek için önerilen önemli bir iç hava kirleticisidir. Normalde atmosfer havasının hacimsel olarak %0,03'ü CO₂'dir. Dış ortam havasında bulunan CO₂, çevre özelliklerine göre 330 ile 500 ppm arasındadır. Dolayısıyla iç ortamda CO₂'in olmaması mümkün değildir. CO₂ zehirli bir gaz değildir fakat oksijensizlikten boğulma tehlikesi ortaya çıkarabilir. Konsantrasyon değeri 35000 ppm'i geçtiğinde, merkezi nefes sinir alıcıları tetiklenir ve nefes alma noksanlığına sebep olur. Daha yüksek konsantrasyonlarda oksijen azlığından dolayı merkezi sinir sistemi görevini yapamamaya başlar. İnsanlar nefes alıp vermeleri ile iç ortama CO₂ verirler. Normal bir iş ile uğraşan bir insan saate 20 litre (0,02 m³) CO₂ üretir. Bu yüzden iç ortamda havalandırma yapılmazsa insan sayısı arttıkça, CO₂ derişimi artar. 1000 ppm O₂ konsantrasyonu iç hava kalitesi için temel kabul edilmektedir [55].

Eğer CO₂ miktarı bu seviyeden düşük ise iç ortamdaki hava, kabul edilebilir iç hava kalitesindedir. 1000 ppm CO₂ miktarı, Pettenkofer sayısı olarak da bilinmektedir. Kabul edilebilir iç hava kalitesi oluşturmak için CO₂ hissedicileri havalandırma sistemleri ile kullanılarak, gerekli temiz dış hava iç ortama sevk edilmektedir.

Kurşun (Pb): En genel ağır metal kirleticisidir. En büyük kaynağı kurşunlu yakıt kullanan motorlu taşıt emisyonlarıdır. Bazı lokal ölçeklerde endüstriyel aktiviteler de kurşun oluşumuna neden olabilir. Kurşun birikim gösteren bir zehirdir. Vücutta anlamlı ölçüde birikerek sonuçta davranışsal değişikliklere sebep olan merkezi sinir sistemine zarar verebilir. Kurşunsuz benzin kullanılmadığı sürece, trafiğin kaynak olduğu ülkelerde CO ve NO₂ konsantrasyonları ile birlikte yüksek olması beklenmelidir.

Kurşun, doğada yaygın olarak bulunan, endüstrileşen toplumlarda kentleşme ve sanayileşmenin artması, bunun yanı sıra gerekli önlemlerin aynı hızda alınmaması sonucu, halk sağlığını tehdit eden esansiyel olmayan toksik bir elementtir. Doğada en çok bulunan kurşun bileşikler; sülfür içeren galena, karbonat içeren serüsit ve sülfat içeren anglesittir .

Kapalı mekânlara genel olarak kurşun birkaç yol ile girmektedir. Bunlardan en önemlileri ise; kurşunlu benzin kullanımına bağlı olarak şehir-kent merkezindeki konutlar ve kurşun esaslı boyalara bağlı olarak kurşun konsantrasyonu olan konutlardır.

Kurşunun insan sağlığına zarar verdiği uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Kurşuna maruz kalmanın birçok yolu vardır. Bunlar kurşun bazlı boyalar ve tozlardır. Kurşunun zararları bilinmesine rağmen boyalarda, benzinde, su borularında ve birçok üründe kullanılmaktadır. Asbeste maruz kalmanın en büyük sebeplerinden biri eski kurşun tabanlı boyalardır. Kurşun tabanlı boyalarla boyanmış yüzeylerin kazınması ya da açık alevle yakılmasıyla vücuda zararlı oranda kurşuna maruz kalınır. Kurşun; içeren maddelerin kullanılmasından da havaya karışabilir.

Kurşun, özellikle çocuklar kronik kurşun zehirlenmesine erişkinlerden daha duyarlıdır ve çok daha düşük kan konsantrasyonlarında mental ve bedensel yönden olumsuz etkilenme göstermektedirler. Ülkemizde çocuklarda, kan kurşun düzeylerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar mevcuttur [56].

Bireylerde düşük kan kurşun düzeyinde bile birçok gizli nörolojik hasar gözlenmektedir. Geri dönüşümsüz sağlık etkileri küçük çocuklarda, özellikle santral sinir sisteminde (SSS) görülmektedir. En yüksek duyarlılık çocukluğun ilk iki yaşı dolayındadır. Kurşun çok yüksek miktarda alındığında delta aminolevulinik asid dehidrogenaz

enziminde tama yakın inaktivasyon ile nörotoksik bir madde olan "delta aminolevulinik asid" birikimine yol açarak SSS'de ensefalopati ve periferik nöropatiye neden olur. Düşük düzeylerdeki (20-35 µg/dL) kurşun kan-beyin bariyerini bozar ve kan-beyin bariyerinin önemli elemanlarından olan astrosit ve endotelial hücreleri zedeler. Bu zedelenme kurşunun kalsiyumu mobilize etmesi ve endotelial hücrelerde protein kinaz C 'yi aktive etmesi ile olur. Prefrontal korteks etkilenmesi sonucu hastalarda davranış bozukluğu ve dalgınlık olur, oksipital korteks etkilenmesi ile de görme ile ilgili bozukluklar ortaya çıkar. Serebellum etkilenmesi sonucunda ise, nöronal büyümeyi ve sinaps oluşumunu kontrol eden nöral adezyon molekülü olan n-cam'nin gelişimi bozularak, hastalarda ince motor hareketlerde beceriksizlik, postural dengesizlik ortaya çıkar. Birçok çalışma, erken gelişim sırasında düşük doz kurşunla karşılaşmanın, geç çocukluk çağında nörodavranışsal bozukluklara neden olabileceğini göstermiştir. Bunlar, IQ'da azalma, zayıf akademik başarı, entelektüel yeteneklerde azalma, davranış bozuklukları, işitme azlığı vb. bozukluklar olup bu belirtiler 10 µg/dL kan kurşun düzeylerinden sonra görülmeye başlar. Kan kurşun düzeyindeki her 10 µg/dL'lik artış ile IQ seviyesinde 2-9 puanlık düşüş olduğu da bildirilmiştir. Ayrıca kurşun ile karşılaşma ne kadar erken yaşta olursa, ilerideki okul başarısı ve zekâda o kadar çok etkilenme olmaktadır. Örneğin 10-30 µg/dL arası kan kurşun düzeyleri yedi yaşında %4.5 civarında IQ kaybına yol açabilmektedir.

Ozon (O₃): Güneş ışığının varlığında, azot oksitleri ile uçucu organik bileşikler (VOC's) arasındaki atmosferik reaksiyonlar sonucu troposferde oluşan ikincil bir kirleticidir. Ozon, biyolojik materyaller ile reaksiyona girer, bitki örtüsüne zarar verebilir ve göz, burun ve boğaz tahrişine sebep olabilir, solunum yollarında akut etkiler oluşturabilir ve solunum güçlüğüne neden olabilir. Boyalar, elastomerler ve kauçuk üzerine etkileri vardır. Asit yağmurlarının oluşumuna neden olur ve atmosferde sera gazı olarak hareket eder. Ozonun mekânsal dağılımı diğer kentsel hava kirleticilerinden farklıdır. Atmosferdeki oluşumu günün farklı saatleri boyunca değişir. Konsantrasyonlar, VOC (uçucu organik bileşikler) ve NO_x emisyonlarından oluşur. NO_x ve CO gibi birincil konsantrasyonların çok yüksek olduğu yerlerdeki kentsel konsantrasyonların düşük olması beklenir. Pratikte, toplumun ozona maruziyeti şehrin merkezinden ziyade hemen dışında ve nüfusu yoğun ve endüstrileşmiş bölgelerin rüzgârın etkisi altında kalan kısımlarında yüksek olacaktır.

Diğer Dış Ortam Hava Kirleticileri: Daha önce verilen hava kirleticileri, kentsel alanlarda geniş çapta izlenmektedir. Ancak, son zamanlarda Hava Toksikleri ve Asitli Hava konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Hava toksikleri, motorlu taşıtlar, kok üretimi, kömür yakılması sonucu oluşan poliaromatik hidrokarbonlar (PAH's) ve petrol yanmasından birincil olarak oluşan benzen (C_6H_6) gibi uçucu organik bileşiklerdir. Asitli havanın ana bileşenleri, nitrik ve sülfürik asittir (HNO_3 ve H_2SO_4 , NO_2 ve SO_2 den oluşmaktadır). Bu kirleticiler için izleme metodolojileri, kentsel dağılımları ve etkileri çok iyi belirlenmemiştir. Bu alanlarda çok daha geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2.4.3. Ev Eşyalarından Kaynaklanan Kirleticiler

Evlerde kullanılan eşyalar da, iç hava kalitesini bozucu bazı kirleticiler yaymaktadırlar. Mobilyalar, formaldehit ve biyolojik maddeler; halılar, biyolojik madde ve tozlar; eskimiş yer kaplamaları, asbest; boyalar ve ashap koruyucular, temizlik maddeleri, organik gazlar; kurşun bazlı boyalar kurşun gibi kirleticilerin kaynağıdır.

2.2.4.4. İnsanlardan Kaynaklanan Kirleticiler

İç mekânlarda, insanlardan kaynaklanan kirliliğin en önemli kaynağı sigara ve benzeri tüketimdir. Sigara dumanında çok yüksek oranda karbonmonoksit ($\sim \%4$), yanmamış karbon ve hidrokarbon kısımları, uçucu kül, azot oksitler, kükürt oksitler ve karbondioksit bulunmaktadır. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için nefes alış verişlerinden, ortamda oksijen azalması ve karbondioksit çoğalması ile iç hava kalitesi düşmektedir. İnsanların ev içindeki hareketleri sonucu, ev eşyalarında potansiyel olarak bulunan kirleticiler (özellikle tozlar) ortama yayılarak hava kalitesini bozmaktadırlar.

Sigara dumanında çoğu kanserojen olan 2000'nin üzerinde zararlı madde belirlenmiştir. Sigara dumanında belirlenen en önemli hava kirleticiler nikotin, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, karbonmonoksit, azotdioksit ve partikül maddelerdir. Sigara dumanı içindeki kanıtlanan kanserojen madde sayısı, Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansına (IARC) göre, günümüzde %55'e yükselmiştir. Sigara dumanında, bunlardan başka henüz şüphe aşamasında olan birçok başka kanserojen madde vardır ve bu sayı zaman içinde yükselen bir eğri takip etmektedir.

Sigara dumanı;

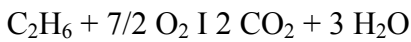
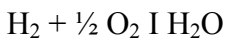
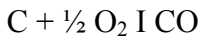
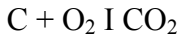
İrritant etkisi: Gözlerde yaşarma, burun ve boğaz irritasyonu yapar.

Solunum sistemi üzerine etkileri: Özellikle bebek ve çocuklarda alt solunum yolu enfeksiyonuna yatkınlık, akciğer fonksiyonlarında ileri derecede gerilemeye neden olur.

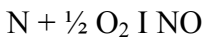
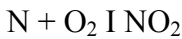
Kardiyovasküler sistem üzerine etkileri: Sigara dumanı içindeki maddeler; özellikle nikotin kardiyovasküler sistemi olumsuz etkilemektedir. Güney Doğu İsveç'te Johansson ve arkadaşlarınca yapılan bir kesitsel çalışmada 12-24 aylık 1990 çocuğa ulaşılmıştır. Bu çocukların ebeveynlerinin %7'sinin konut içinde sigara içtiği, %13'ünün konut dışında sigara içtiği; %80'inin ise sigara kullanmadığı tespit edilmiştir. Ebeveynleri konut içinde sigara içen çocuklarda; alt solunum yolu enfeksiyonlarının, 14 günden fazla süren öksürük şikâyetlerinin ve hırıltılı solunum, iki haftadan az süren gece öksürükleri gibi solunum sistemi şikâyetlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla olduğu bulunmuştur.

2.2.4.5. Yakma Sistemlerinden Kaynaklanan Kirleticiler

İç ortamda kullanılan lokal ısıtıcılar (kömür, odun, gaz sobaları), sıcak su hazırlayıcıları (şofben, termosifon), pişirme cihazları, sigara ve benzeri kullanımıyla oluşan yanma ürünleri hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. Kullanılan yakıtlar; karbon, hidrojen veya hidrokarbon esaslıdır. Bu yakıtlar yakıldığında;

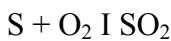


şeklinde kimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlarla birlikte yanma sıcaklığının (yaklaşık 9000 °C) katalizörlüğünde, yakma havasının azotu ve oksijeni arasındaki reaksiyonlarla;



azotoksitler oluşabilmektedir.

Fosil yakıtların bileşiminde kükürt de bulunmaktadır.



Reaksiyonu ile kükürtoksitler oluşmaktadır.

Bunların yanında; yanmamış hidrokarbon ve karbon partikülleri, uçucu küller organik maddeler, is gibi ürünler de yanma sonucu oluşabilmektedir. Yanma sonucu oluşan bu kirleticiler, baca bağlantısı olmayan yakmalarda (bacasız sobalar, sigara ve benzeri) iç mekânlara yayılmaktadır. Çekişi çok iyi olmayan baca bağlantılarında, şömine ve pişirme cihazları gibi kullanımlarda bu kirleticilerin bir kısmı yine iç mekânlara yayılmaktadır. Yapılan bazı araştırmalarda, pişirme cihazlarının bulunduğu ortamda 10 ppm CO'ya, 25-50 ppm NO₂'ye rastlanmıştır. Evlerde 60-150 µg/m³ SO₂ seviyeleri ölçülmüştür [57].

Fosil yakıtların yakılması sonucu oluşan karbonmonoksit, karbondioksit, kükürtdioksit, nitrojen oksitler, partikül maddeler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar bu gruptaki kirleticilerdir. İç ortam kaynaklı olabileceği gibi dış ortam kaynaklı da olabilir. Özellikle bacasız kerozen sobaların ve gaz ısıtıcıların kullanıldığı konutlarda iç ortam havasında karbonmonoksit, karbondioksit ve nitrojen oksit konsantrasyonları daha yüksektir.

Kükürtdioksit: Özellikle fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkar. Zehirli bir gazdır; üst ve alt solunum yolu yakınmalarına yol açar. Yetişkin ve çocuklarda astıma; çocuklarda akciğer enfeksiyonlarına yatkınlığa neden olabilir. Kapalı mekânlarda özellikle katı yakıt yakılması ile iç ortama karışır. Kapalı mekânların gün içerisinde doğal havalandırma kanalları (kapı, pencere) ile havalandırılması ile önlenabilir.

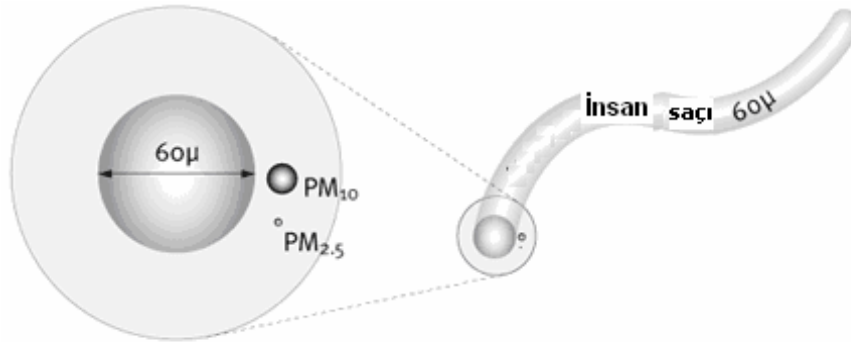
Nitrojen oksitler: Nitrojenmonooksit, nitrojendioksit gibi yanma sonucu oluşan gazları kapsamaktadır. Mukoz membranlarda irritasyon, kronik akciğer hastalığı, astım ve 150 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlarında ölüme neden olur. Özellikle nitrojendioksit çocuklarda astıma neden olmaktadır. Baltimore kent merkezinde yaşayan 100 astımlı çocuğun evlerinde yapılan çalışmada; özellikle ısınma amaçlı olarak kerozen soba kullanılan evlerle, sigara içilen evlerde nitrojen dioksit konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. İmany'a'nın doğusunda üç ayrı bölgede Schafer ve arkadaşlarınca yapılan çalışmada atopik egzama tanısı alan çocukların evlerinde ısınma sistemine bağlı olarak iç ortam havasında nitrojen dioksit konsantrasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Hong Kong'da üç buz pateni salonunda Guo ve arkadaşlarınca yapılan bir çalışma salon havasında buz pistini korumak için kullanılan propan gazının etkisi ile salonların havasında CO, nitrojen monooksit, nitrojen dioksit ve uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonlarının

yüksek olduğu, partikül madde ve kükürt dioksit konsantrasyonlarının ise normal olduğu belirlenmiştir [58, 59 ve 60].

Partikül Maddeler: Partikül madde, insanların nefes almakla içine alabileceği kadar küçük olan geniş bir aralıkta havada bulunan maddeciklerin genel adıdır. İç ortam havasında bulunan partikül maddelere maruz kalma öksürük ve hırıltı gibi solunum semptomlarına sebep olabilir. Partikül madde PM olarak kısaltılarak ifade edilir. İnsan sağlığı ile ilgili partiküller çapı 10 μm (PM₁₀)’den daha küçük, özellikle 2.5 μm (PM_{2.5})’den küçük olanlar solunabilir partiküller olarak bilinirler. İnce partiküller, akciğerin iç kısımlarına kadar ilerleyebildiklerinden, insan sağlığına büyük tehdit oluştururlar.

Hava kirleticileri, partikül ve gazlar olmak üzere iki ana sınıfa ayrılabilirler. Partikül sınıfı gözle görülebilecek kadar büyük tozlardan bir çok filtreden geçebilecek mikroskobik partiküle kadar çok geniş aralıkta partikül boyutlarını kapsar. Partiküller katı veya sıvı olabilirler.

İnsan saçının ortalama boyutu 60 μm ’dir. Şekil 10’da partikül maddelerin boyutları insan saçına göre kıyaslanarak gösterilmiştir.



Şekil 10. Partikül boyutu örnekleme

İç ortam partikül madde konsantrasyonları, iç ortam kirletici kaynakları, bina malzemeleri, insan davranışları ve aktiviteleri, havalandırma ve partikül boyut dağılımı gibi bir çok faktörden meydana gelen kompleks bir kombinasyondur. İç ortam partikül konsantrasyonları iç ve dış kirlilik kaynaklardan ortaya çıktığı kabul edilir. Bununla birlikte her iki kaynak hava değişim oranı, dış hava kirliliği, iç ortamdaki aktivite tipi ve partikülün çapı gibi birçok değişkene bağlıdır

Partiküller, tozlar, dumanlar, sis, dumanlı sis, virüs, bakteri, mantar sporları ve polenleri içeren bioaerosoller, kaba, ince, görünebilir veya görünemez, teneffüs edilebilir ve solunabilir olarak sınıflandırılırlar. Gaz sınıfı kirleticiler, havada serbest molekül ve atom olarak bulunan kimyasal kirleticileri içerir. Tozların çapı 0.1 µm ile 25 µm arasında, duman parçacıkları tipik olarak 0.25 µm dolaylarındadırlar, duman ise genellikle 0.1 µm den daha küçüktürler [61].

Bioaerosollar ise genellikle 1 µm'den daha küçüktürler. Partikül madde miktarı genellikle birim hacimdeki kütle veya parçacık adedi olarak verilir. Partikül madde miktarı endüstriyel ortamlarda µg/m³ veya mg/m³ olarak, ofis binalarında ve endüstriyel temiz odalarda ise adet/m³ olarak ifade edilir [62].

Katı parçacıkların yanı sıra, sıvı damlacıklar şeklinde de olabilir. Genellikle yanma ürünü olarak ortaya çıkarlar. Astımı olanlarda astım krizini tetikler, burun ve üst yolu irritasyonlarına neden olabilir. Baltimore kent merkezinde yaşayan 100 astımlı çocuğun evlerinde yapılan çalışmada da; evlerdeki partikül madde konsantrasyonlarının çok yüksek olduğunu göstermiştir. Branis ve arkadaşlarınca 2001 yılında Prag'da bir üniversitenin dershanelerinde yapılan çalışmada çalışma saatleri boyunca havalandırma sistemine rağmen partikül madde konsantrasyonu özellikle dış ortam hava kirliliğinin de arttığı dönemlerde dış ortam konsantrasyonlarından da yüksek bulunmuştur [63 ve 64].

Toplumlar sanayi de ilerledikçe minerallere olan ihtiyaçları ve kullanma miktarları da artmaktadır. Son yıllara kadar mineral tozlarının neden olduğu hastalıklar sadece mesleki hastalıklar olarak biliniyordu. Günümüzde ise mineral tozlarının meslekten bağımsız olarak, solunum, sindirim veya cilt yoluyla vücuda girdiği ve vücudun çeşitli organlarında çeşitli hastalıklara yol açtıkları birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'de bu konu ile ilgili olarak ortam hava kalitesinin değerlendirilmesini ve yönetimini düzenleyen ve ilk direktif olan Avrupa Birliği Konsey Direktifi 96/62/EC çerçevesinde, izlemeyi eşdeğer hale getirmek için PM10 numune alma ve ölçüm cihazlarının performansını düzenleyen TS EN 12341/Nisan 2002 no.lu "Hava kalitesi-Askıda katı maddenin PM10 kesrinin belirlenmesi-Ölçme yöntemlerinin referans eşdeğerliliğini göstermek için saha deney işlemi ve referans metodu" isimli standardı yayınlamıştır [65].

2.2.4.6. Birden Çok Kaynaklı Kirleticiler

Formaldehit ve Uçucu Organik Bileşikler: Formaldehit birçok bina yapı malzemesinin, mobilyaların ve bazı temizlik maddelerinin yapısında bulunur. Formaldehitin diğer bir kaynağı da sigara dumanıdır. Düşük konsantrasyonlarda göz yaşarması, üst solunum yolu irritasyonu; yüksek konsantrasyonlarda ise alt solunum sistemi irritasyonu ve pulmoner ödem yapar. Astımlılarda astım krizini tetikleyebilir. Diğer bir etkisi de merkezi sinir sistemi üzerinedir. Kısa süreli bellek kayıpları ve anksiyeteye neden olabilir. Sağlık üzerine olumsuz etkileri 0,1 ppm – 1,1 ppm düzeylerinde ortaya çıkan formaldehit olası mesleki kanser nedenleri arasında sayılmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) formaldehiti grup 2A olarak kanserojen olarak sınıflamıştır.

Uçucu organik bileşiklerin kaynağı ise sigara dumanı, ahşap yapı malzemesi, kişisel bakım ürünleri, temizlik maddeleri ve boyadır. İnsan sağlığı üzerine etkileri formaldehit'in etkilerine benzerdir; bitkinlik, bellek kaybı ve anksiyeteye neden olabilir.

Kanada'nın Quebec kentinde Ocak-Nisan 2005 tarihleri arasında 96 konutta Gilbert ve arkadaşlarınca yapılan bir çalışma yeni ahşap mobilyalarla döşenmiş ve sigara içilen konutlarda formaldehit konsantrasyonunun yükseldiğini; doğru yapılan havalandırma ile bu seviyelerin düştüğünü göstermiştir. Aynı çalışma ısınma da gaz ve fuel-oil kullanılan konutlarda nitrojen dioksit konsantrasyonunun yüksek olduğu; dış ortam havasında da nitrojen dioksit konsantrasyonunun yüksek olması nedeni ile; iç ortam havasındaki nitrojen dioksit konsantrasyonunu düşürmenin ancak özel filtreli havalandırma sistemleri ile mümkün olduğunu göstermiştir.

Evcil ve arkadaşlarınca Ankara kent merkezinde bulunan 46 adet kahvehanede yapılan bir araştırma ise kahvehanelerin %91,3'ünde formaldehit düzeyleri yüksek bulunmuştur. Aynı çalışma; kahvehanelerin ısınma tipi ile formaldehit düzeyi arasında bir ilişki olduğunu; sıvı yakıt kullanan kahvehanelerde formaldehit düzeylerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Kanada'nın Prens Edward adasında Gilbert ve arkadaşlarınca 59 konutta yapılan diğer bir araştırma da formaldehit, asetilaldehit ve akrolein seviyeleri sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur [66].

Clarisse ve arkadaşlarınca Paris'te yatak odası, oturma odası ve mutfaktan bölümleri bulunan 61 konutta yapılan bir diğer çalışmada formaldehit konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Formaldehit, asetilaldehit, pentanal ve heksanal konsantrasyonları bu çalışmada kapalı ortamlarda ropionaldehit ve benzaldehite göre daha yüksek bulunmuştur.

Aldehit konsantrasyonlarını yeni yapılmış yer ve duvar kaplamalarının, sigara içilmesinin, karbondioksit konsantrasyonunun ve ısıнын yükselmesinin olumsuz etkilediği bu çalışmada gösterilmiştir [67].

Asbest: 1980'li yıllara kadar asbest binalarda, gemilerde yapım ve yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır. Bu yıllardan sonra yapılan çalışmalar ile asbestin insanlarda akciğer kanseri, plevral ve peritonal mezotelioma neden olduğu gösterilmiş ve bu maddenin kullanımı yasaklanmıştır. Ancak eski binalarda kullanımdan kaynaklı sorun devam etmektedir. Asbest akciğer ve gastrointestinal sistem kanserlerinin yanı sıra akciğerlerde asbestoz diye adlandırılan fibröz hastalığa da neden olmaktadır.

1890'lı yıllardan başlayarak yapılan araştırmalar asbestin sağlığa zararlı olduğunu ve akciğer kanserine, mesothelioma adlı kansere ve asbestosis denen akciğer rahatsızlığına yol açtığını ortaya koymuştur. Yaşam mekânlarına yakın çevrede bulunan asbest liflerinin solunması, birkaç on yıl içinde kendini gösterecek ölümcül hastalıklara yol açabilmektedir. Özellikle asbestli malzemelerin yeniden paketlenmesi, asbestin diğer malzemelere karıştırılması ve asbestli malzemelerin kuru ortamda kesilmesi sırasında tehlike daha da yoğunlaşmaktadır. 1970'li yıllardan sonra hızla artan araştırmalar, bir zamanlar mucize mineral olarak bilinen asbestin aslında bir ölüm tozu olduğunu tartışılmaz bir biçimde ortaya koymuştur. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre dünyada 125 milyon kişi çalışma ortamlarında asbeste maruz kalmakta ve her yıl 100 000 kişi, çalışma ortamlarında asbeste maruz kalmalarının yol açtığı hastalıklar nedeni ile ölmektedir. Öte yandan asbest yalnızca çalışma ortamında asbeste maruz kalan kişileri ve onların ailelerini değil, asbest çıkartılan veya asbestli üretim yapan iş çevrelerine yakın yaşayan ve çevresel açıdan asbeste maruz kalan, asbestli bina ve yapılarda yaşama ya da asbestli malzeme ve ürün kullanımı nedeniyle asbeste maruz kalan kişileri de etkilemekte ve nüfusun geniş bir kesimini kanser riski ile karşı karşıya getirmektedir.

Radon: Radon, renksiz, kokusuz, tatsız, 86 atom numarası ile periyodik cetvelin soy gazlar sınıfında yer alan; ^{119}Rn - ^{226}Rn arasında toplam 28 izotopu bulunan bir kimyasal elementtir. Radon, kaya, toprak ve sudaki doğal uranyumun radyoaktif bozunması sonucunda oluşmaktadır.

Radonun reaktivitesi zayıftır. Bu nedenle teneffüs edildiğinde dokulara kimyasal olarak bağlanmaz. Ayrıca, dokulardaki çözünürlüğü çok düşüktür. Ancak, radon bozunma

ürünleri, toz ve diğer parçacıklara tutunarak radyoaktif aerosoller oluştururlar. Bu nedenle, taşınarak solunum yoluyla alınabilirler. Bozunma ürünleri kararlı hale gelinceye kadar bozunma devam eder; bozunma sürecinin her aşamasında radyasyon salımı olur. Solunum borusunda olan bozunma sonucunda, bronşal epiteldeki radyasyon dozu artar. Bozunma ürünlerinin bazılarının alfa yayıcı olmaları nedeniyle alfa radyoaktivitesinin biyolojik etkileri önem kazanmaktadır. Radon gazının teneffüs edilmesi, solunum yetmezliği, baş ağrısı, öksürük gibi akut etkilere neden olmaz.

Radyoaktif bozunmaya uğrayan radon gazı, teneffüs edildiğinde akciğerler tarafından tutulabilecek parçacıklara dönüşür. Bu parçacıkların bozunması devam ettiğinde ortaya çıkan enerji, akciğer dokusunda hasara, dolayısıyla, zaman içerisinde kansere sebep olur. Ancak bu, yüksek dozda radona maruz kalmış herkes akciğer kanserine yakalanacak anlamına gelmez. Sigara dumanı ile aynı anda kalınan maruziyet kanser riskini arttırmaktadır. Hem sigara içip hem de yüksek dozda radona maruz kalmış kişilerde kansere yakalanma riski oldukça yüksektir.

Binalardaki radon konsantrasyonunu belirleyen unsurlar genel olarak aşağıdaki gibidir:

- Topraktaki ve yapı malzemelerindeki Ra-226 miktarı,
- Toprak ve yapı malzemelerinin nem oranı,
- Toprak ve yapı malzemelerinde yayılma (difüzyon) potansiyeli,
- Toprakla temasta olan yapının yüzey alanı ve izolasyon niteliği,
- Bina zemini,
- Binadaki havalandırma kapasitesi,
- İklim koşulları,
- İç-dış hava sıcaklık ve basınç farkı binalardaki radon konsantrasyonunu etkileyen temel unsurlardır.

Kapalı ortamlarda radon gazı konsantrasyonunun kontrolü amacıyla gerek ülkeler gerekse uluslararası kuruluşlar tarafından limit değerler belirlenmiştir. Söz konusu limit değerlerin aşılması halinde, radon konsantrasyonunu düşürücü tedbirlerin alınması tavsiye edilmektedir. Uluslararası Atom Enerji Ajansı Temel Güvenlik Standartları (IAEA-BSS) çerçevesinde, radon için tavsiye edilen düzeyler $200-600 \text{ Bq/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Türkiye'de müsaade edilebilir radon konsantrasyonu ise 400 Bq/m^3 'tür.

Boya: Boya; organik, metalik ve plastik kökenli pigment, bağlayıcı ve inceltici maddelerden oluşan, yüzeye sürüldüğünde sert ve ince bir film katmanı oluşturarak yüzeyi süsleyen, aynı zamanda, dış etkilere ve oksidasyondan koruyan, görünüş ve ışığı düzenleyen, çeşitli renkte, süsleyici, sıvı halde bir yapı malzemesidir.

Boyaların Kullanım Yerlerine Göre Sınıflandırılması

- Yapı içinde kullanılan boyalar: Atmosfer etkilerine açık olmayan, yapıların iç kesimlerinde kullanılan, genelde polivinil asetat ve benzer işlevli bağlayıcı (polivinil propionat, stiren butadien, stiren akrilat vb.) esaslı, silinme ve aşınmaya dayanıklı boyalardır (TS 9099 ve TS 5808).
- Yapı dışında kullanılan boyalar: Atmosfer etkilerine açık, yapıların dış kesimlerinde kullanılan, genelde akrilik bağlayıcı esaslı, ısı, ışık ve suyun yıpratıcı etkilerine dayanıklı boyalardır (TS 5808).

Üretim, iletişim ve ulaşım teknolojilerindeki gelişmeler, yapı ürünü alanında tür ve nitelik açısından yenilikler ortaya çıkarmaktadır. Bu olumlu gelişmelerin yanı sıra hızlı nüfus artışı ve ondan kaynaklanan yapı gereksinimi, ürün sayısının artması ve yapım sürecindeki denetleme eksikliği, yasal çerçeve ve standartlardaki yetersizlikler nedenleriyle yapı ürünlerinin kullanımında insan sağlığına zararlı uygulamalar görülmektedir.

Yapı ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin nedenleri arasında, üreticilerin insan sağlığını öncelikli olarak ele alma duyarlılığına sahip olmamaları, ürün seçici konumunda olan mimarların konuyla ilgili bilgi eksikliklerinin yanı sıra malzeme seçiminde önceliklerinin başında insan sağlığının gelmemesi, ürünlerin tanıtımında sağlığa zararlı maddelerin vurgulanmaması sayılabilir.

Yapı iç mekân boyaları iç mekânı oluşturan düşey elemanlar (duvarlar) ve yatay elemanlar (döşeme ve tavan) üzerinde bulunur. Bunların üzerinde kullanılan boyaların kimyasal bileşenleri insanın biyolojik ve psikolojik yapısı üzerine etki eder. Aynı zamanda boyaların renkleri mekânın derinliğinin, genişliğinin, yüksekliğinin algılanmasını farklılaştırır. Boyalar birçok kimyasal maddeden oluşmuştur. Bu kimyasallar risk sınırının üstünde kullanıldığı takdirde insan sağlığını tehdit edici bazı olumsuzluklara yol açmaktadır. İç mekân boyaları; bağlayıcıları, çözücüler ve üretim aşamaları göz önüne alındığında; Sentetik boyalar ve su bazlı (emülsiyer) boyalar olmak üzere gruplandırılabilir.

İç mekân boyaları, biyolojik olarak insanın solunum sistemi üzerine, kan basıncı üzerine etki eder. Ayrıca nörolojik, hematolojik, karsinolitik, dermatolojik, endokrin, renal ve reproduktif etkileri de vardır. İç mekânlarda kullanılan boyaların kurşun, cıva, krom,

nikel, fosfor, demir, eter, benzen, formaldehit, trikloretilen gibi bileşenlerinin nörolojik etkileri IQ'da gerileme, okul başarısında azalma, dikkat toplama güçlüğü, unutkanlık, aşırı huzursuzluk, davranış bozuklukları, işitme azlığı, kurşun noropaüsi, ensefalopati, koma ve ölümlere neden olabilmektedir. Nikel, alüminyum, eter, formaldehit gibi bileşenler, solunum sistemi üzerinde öksürük, nefes darlığı, morarma, redrostarnal ağrısı, taşikardi ve ölümle sonuçlanabilen olumsuzluklar oluşturabilmektedir. Boyaların hematolojik etkilerine ise cıva, krom, fosfor, demir, benzen, anilin ve ksilen gibi maddeler sebebiyet vermektedir. Bunların oluşturduğu sağlık sorunları ise eritrosit proloporfini artışı, dolaşım ve idrarda ALA artışı, eritrositlerde bazofirik noktalanma, hemolitik anemi ve demir eksikliği anemisine neden olur [68].

Ev Tozları: Ev tozunda, yiyecek ve yiyecek hazırlama artıkları, insan ve hayvanların kıl ve deri döküntüleri, dokuma lifleri, mobilya ve inşaat malzemesi döküntüleri, temizleyiciler bulunmaktadır. Evlerde aerosollerin kullanımı özellikle tehlikeli olabilmektedir. Aerosollerin içindeki maddelerin çoğu doğrudan temas ya da solunum yoluyla alındığında toksik etki yapmaktadır. Ev içerisinde aerosol oluşumundan kaçınılmalı, aerosoller ancak iyi havalandırılan ortamlarda kullanılmalıdır. Yüksek ısıda yemek pişirilmesi, polinükleer aromatik hidrokarbonlar, heterosiklik aminler gibi karsinojenik bazı maddelerin konut ortamına geçmesine neden olmaktadır. Bu nedenle pişirme ısının azaltılması, ortamın iyi havalandırılması ve pişirme sırasında aspiratör kullanılması ile bunlar en aza indirilebilir [69].

2.2.5. İç Hava Kirleticilerinin Sağlığa Etkileri

Karbon Monoksit: Karbon monoksit (CO) akciğerler tarafından emilir ve burada hemoglobin ile birleşir. CO'nun O₂ yerine hemoglobinle birleşmesi karboksihemoglobini (COHb) oluşturur. CO'nun yok edilmesi de sadece akciğerlerde gerçekleşmektedir [75]. COHb'nin yarı ömrü normal şartlar altında beş ile altı saat arasındadır. CO hücresel solunumu engellemekte, dokulara oksijen ulaşımını kısıtlayarak CO zehirlenmesine neden olmaktadır. CO zehirlenmesinin insan sağlığına akut etkileri üzerine önemli kanıtlar bulunmaktadır. Etkilenmenin sürekliliği ve düzeyi, etkilenenin eylemleri, yaş grubu (çocuk olma) ve sağlık durumu (damar hastalıkları) gibi çeşitli etkenler etkilenimin risk derecesini artırmaktadır.

%10 ile %20 COHb yoğunluğunda oluşan ilk belirtiler genellikle baş ağrısı, yorgunluk ve performans düşüklüğü olarak görülmektedir. Düşük yoğunluktaki hassas etkiler uygun testler uygulanarak elde edilebilmektedir [74].

CO'nun uzun süreli hasar oluşturmalarının iki farklı yolu vardır. İlki, sert akut zehirlenme sonucu oluşan subakut ve kronik etkiler, diğeri ise düşük yoğunlukta uzun süre etkilenme sonucu oluşan etkilerdir. Akut zehirlenme sonrası nörolojik ve psikiyatrik değişikliklerin yanı sıra ilgisizlik, bellek yitimi, sinirlilik, kişilik değişiklikleri, idrar tutamama, yürüyüşte rahatsızlıklar gibi sorunlar gözlenebilmektedir. Choi 1983 yılında yaptığı çalışmada, CO 17 zehirlenmesi yaşayan hastaların %12'sinde nörolojik etki görüldüğünü belirtmektedir. Bu hastalar genelde hastaneye derin koma halinde getirilmişlerdir. Zehirlenme belirtileri 30 yaş üstü hastalarda, 2 ile 40 gün içinde gözlenmiştir. Bu hastaların çoğunun 12 ay sonra iyileştiği, bazılarının da artan bellek yitimi ve yürüyüş bozukluğu yaşadığı gözlenmiştir.

Kronik etkilenmelere ya da düşük yoğunluklarda CO'dan etkilenim sonucunda oluşan zehirlenmelere kolaylıkla yanlış tanı konabilmektedir. Meredith ve Vane 1988 tarihli çalışmasında bu tür zehirlenmelerin sıklıkla görülen belirtileri arasında, baş ağrısı ve dönmesi, yorgunluk, düşünmede zorluk, aşırı duyarlılık, göğüs ağrısı, görme bozukluğu, bulantı, ishal ve karın ağrıları sonucu kişinin iş ya da okul performansında düşüş gözlenmektedir. Hamile kadınların düşük yoğunluklardaki CO'dan zehirlenmeleri durumunda, cenin gelişiminde bozukluklar görülebilmektedir. Sigara kullanan kadınların dünyaya getirdiği bebeklerin düşük kilolu olduğu bilinmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, bu durumun, ceninin CO'e olan hassaslığından kaynaklandığına işaret etmektedir [74].

Karbon Dioksit: Uzun süreli %1,5'lik CO₂ yoğunluğundan etkilenme sağlıklı kişilerde strese neden olmaktadır. Bu yoğunluk %7 – 10 düzeyinde olursa birkaç dakika içinde sağlıklı kişilerde bilinçsizliğe yol açmaktadır [74]. Yapı içi ölçümlerinde genellikle CO₂ yoğunluğu %1' in altında bulunduğu için önemli bir sağlık sorunu oluşturmamaktadır.

Azot Oksitleri: İnsanlar üzerinde yapılan NO₂ zehirlenmesine ilişkin çalışmalar, konut ve ofis yapılarında oluşan NO₂ dozundan çok farklı olan endüstriyel dozlar ve etkilenimleri üzerinde durmaktadır. NO₂ zehirlenmelerinin etkileri genelde solunum sisteminde görülmektedir. Düşük yoğunluktaki NO₂'ye birkaç saatlik etkilenme hayvanlar

üzerinde hiçbir olumsuz etki yaratmazken, haftalar, aylar ya da yıllar süren etkilenmeler akciğer tahribatına yol açmaktadır [76]. Bununla birlikte, kısa süreli fakat yüksek yoğunluklu NO₂ etkilenmesi sağlık risklerini belirlemede önem kazanmaktadır.

Yapı içi NO₂ yoğunluğu, akut zehirlenmenin gerçekleştiği yoğunluklardan daha düşük olmasına rağmen solunum yolu enfeksiyonları, akciğer fonksiyon bozuklukları gibi rahatsızlıklara yol açabilmektedir. Astımlı kişiler, dar hava yolları ve çocuklar büyümekte olan akciğerleri nedeniyle NO₂'den daha fazla etkilenirler. Düşük düzeydeki NO₂ etkilenimi sonucu insanlarda önemli bir belirti görülmediği için, bu belirtiler büyük epidemiyolojik çalışmalardan elde edilebilir [74].

Yapılan çalışmalar, NO₂ düzeyinde 30 µg/m³'lük bir yükselme olduğunda solunum yolları hastalık riskinin %20 oranında arttığını göstermektedir.

Deneysel çalışmalar, astımlı hastaların akciğerlerinin işlevlerini etkileyen, gözlenebilen en düşük düzeyinin 560µg/m³ (300 ppb) olduğunu bildirmektedir [76]. Astımlı hastalardan farklı olarak kronik bronşiti olan hastaların sağlıklı kişilerle aynı şekilde NO₂'den etkilendikleri belirlenmiştir. Kobaylarda 3760µg/m³ (2000 ppb) üstündeki düzeyler solunum sisteminde direnç sorununu oluşturmaktadır.

Kükürt Dioksit: Suda çözülebilen SO₂ gazı 26.600 µg/m³ düzeyinde göz, burun ve boğaz mukozasını, 53.200 µg/m³ (20 ppm) yoğunluğunda ise gözleri oldukça rahatsız eder. Karbon parçacıkları ve su damlacıkları yoluyla bronşlara taşınabilen SO₂, etkilenme sürdüğünde, kronik solunum sorunları oluşturmaktadır [74].

Uçucu Organik Bileşikler (VOC): En yaygın yapı içi hava kirleticisi olan ve üzerlerinde en çok çalışma yapılan VOC'lardan bazıları pis kokulu, göz ve burun dokularını tahriş edici niteliktedir. Molhave (1991), yapı içi havasında normal olarak bulunan 0,2 mg/m³ düzeyinin altındaki uçucuların her hangi bir tahriş etkisinin bulunmadığını belirlemiştir. Kullanıcıların 3 mg/m³ düzeyinin üstündeki değerlerde şikayet ettikleri, 5 mg/m³ düzeyinin üstünde değerlerde, bireysel şikayetlerin yanı sıra; genel rahatsızlıkların da ortaya çıktığı gözlenmiştir [74] (ASHRAE, 1998).

Formaldehit: Gözün yanması, yaşarması ve üst solunum yollarının tahriş olması 0.1 – 5 ppm düzeyindeki HCHO'den etkilenme sonucu hissedilecek ilk belirtilerdir. Formaldehitin kokusu genellikle 1ppm'lik yoğunlukta hissedilebilmektedir. Ancak bazı

kişiler 0.05 ppm'de de koku almaktadır. Çoğunlukla 10-20 ppm'lik yoğunluk öksürük, göğüste sıkışma, başta basınç, kalp çarpıntısına neden olabilmektedir. Bu belirtiler duyarlı kişilerde 5ppm' den daha az yoğunluklarda da görülebilmektedir. Bronşiyal astım hastalarında 0.25-5 ppm arasındaki yoğunluklar akut astım ataklarına yol açabilmektedir [74].

Ozon: Ozon akciğer dokularını tahriş eder ve solunumu bozar.

Radon: WHO ve EPA radon gazını, A sınıfı kanserojen madde olarak sınıflandırmıştır. Radon gazı bozunma ürünleri solundukları zaman bronşlara ve akciğere yerleşerek bozunmaya devam ederler. İleri bozunma sonucu alfa ve beta parçacıkları ile gama ışınları yayılır. Beta parçacıkları ve gama ışınları radyasyonu geniş bir alana dağıttığı için enerji birimi başına olan zarar daha az olur. Alfa parçacıkları daha yavaş ve yoğun hareket ettikleri için daha dar bir alana dağılır ve dokulara zarar vererek, kanserli hücre oluşmasına neden olur [77].

Asılı Parçacıklar: SO₂ ve asılı parçacıklar birçok kaynaktan birlikte yayıldığı için toplum sağlığı ile ilgili çalışmalarda bu kirleticiler beraber incelenmektedir [74].

Organizmalar: Yapı içinde organizmaların varlığı, bazı bulaşıcı ve/ya da alerjik hastalıklara neden olabilmektedir. Lejyoner hastalığı; %15 öldürücülük oranıyla solunum sistemi yanında birçok sistemde görülen bir hastalıktır. Legionella Pneumophila, son zamanlarda bulunmuş bir bakteridir. Legionella adı, 1976 da Philedelphia'daki Lejyon toplantısında ortaya çıkmıştır. Su soğutma kuleleri ve yapıların su tesisatları (özellikle sıcak su gibi), Legionella bakterilerinin % 30 üremesi için gerekli suyu ve besini sağlayan yerlerdir [78]. Organizmalar, bağışıklık sistemini etkilemektedir. Böylece, mikroorganizmaları ya da bunların sporları ve enzimlerini soluyanlarda alerjik hastalıklar baş gösterebilmektedir. Kırıklık, ateş, titreme, nefes darlığı ve öksürük gibi akut belirtiler sergileyen çok sayıda alerjik solunum yolu hastalığı vakaları raporlarda verilmektedir [79].

Herhangi bir kirleticinin kullanıcı üstündeki etkisi riski göstermektedir. Her kirleticinin kullanıcı sağlığı üstünde oluşturduğu risk farklıdır. Bu farklılıklar kullanıcının biyolojik durumuna göre değişmektedir. Örneğin sigara içen bir kullanıcının radon gazından etkilenme riski sigara içmeyen bir kullanıcının etkilenme riskinden daha fazla olacaktır. Kirleticinin yapı içi yoğunluğu ve kullanıcının kirleticiden etkilenme süresi oluşabilecek sağlık sorununun boyutunu, riski değiştiren diğer etkenlerdir. Kullanıcı çoğu zaman birden fazla yapı içi hava kirleticisinden etkilenmekte ve böylece riskler çoğalmaktadır. Yapı içi hava niteliği değerlendirmesi için risk sürecinin incelenmesi gerekmektedir.

Tablo 7. Yapı içi hava kirleticileri, kaynakları ve insan sağlığına etkileri [74]

Yapı İçi Hava Kirleticileri		Bulunduğu Kaynaklar	İnsan Sağlığına Etkileri
Karbon Monoksit		Otomobil egzozu, bacalar, ısıtıcılar, sigara dumanı, herhangi bir yanma işlemi, ev kimyasallarının oksidasyonu	Baş ağrısı, yorgunluk, koordinasyon zayıflığı, performans düşmesi, nefes darlığı, zayıflık, baş dönmesi, bulanık görme, kusma, düzensiz kalp atışı, şaşkınlık, gözle görülebilir rahatsızlıklar, kişisel değişiklikler, koma
Karbon Dioksit		Bacalar, ısıtıcılar ve herhangi bir yanma işlemi, insan nefesi, sigara dumanı	Uyuşukluk, baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, nefes darlığı
Asbest		Yalıtım ürünleri, eski sıvalar, bazı döşeme ve tavan kaplamaları, duvar panelleri	Öksürük, nefes darlığı, göğüs hastalıkları, asbestosis ve göğüs kanseri
Bakteriler, virüsler		Klimalar, hava kanalları, nem alıcılar, buzdolapları, tuvaletler, sağlıklı alanlar	Mikroorganizmalara bağlı çeşitli belirtiler; ağrılar, ateş, rahatsızlıklar, sinüslerin tıkanması, lejyoner hastalığı
Parçacık		Yapı ürünleri, nem alıcılar, döşemeler, havalandırma sistemleri, klimalar, su sistemleri, kullanıcı aktiviteleri, ev hayvanları, yanma	Alerjiler, göz rahatsızlıkları, solunum hastalıkları, ateş ve titreme, öksürük
Radon		Yapı ürünleri, kayalar, çöpler, temiz su, toprak	Uzun süre etkisinde kalındığında akciğer kanseri
Azot Dioksit		Otomobil egzozu, gazlı ocaklar, bacalar, ısıtıcılar, sobalar, sigara dumanı ve herhangi bir yanma işlemi	Gözlerde, burunda ve boğazda yanma, öksürük, solunum enfeksiyonları
Kükürt Dioksit		Akaryakıt ve kömürün yanması	Göz, boğaz ve burunda yanma hissi, boğulma, öksürük, solunum rahatsızlıklarının artması
Ozon		Elektronik hava temizleyicileri ve fotokopi makineleri	Bulanık görme, göğüs ağrısı, öksürük, baş ağrısı, göz, burun, boğaz ve akciğer rahatsızlıkları, konsantrasyon kaybı, nefes darlığı, astım, üst solunum yolları hastalıkları
Uçucu Organik Bileşikler	Benzen	Sigara dumanı, mobilyalar, boyalar ve kaplamalar	Kanser
	Tolüen	Yapıştırıcılar, döşeme kaplamaları, mobilyalar, boyalar, tiner, mürekkep, sigara dumanı	Bitkinlik, koordinasyon bozukluğu, uykusuzluk, göz rahatsızlıkları
	Formaldehit	Kontraplak, laminant yapıştırıcısı, halılar, halı yapıştırıcıları, gazlı ısıtıcılar, yalıtım ürünleri, boyalar, kağıt ürünleri, böcek ilaçları, cilalar, plastikler, sigara dumanı, duvar kağıdı, parafinler, beton, çimento	Göz yanması ve yaşarması, üst solunum yolları tahrişi, öksürük, nabız artışı, baş ağrısı, kusma, ishal, uyku düzeninin bozulması, bitkinlik

Kapalı mekânlarda çok zaman geçiren insanlarda, mekân içerisindeki hava kirletici kaynakların çeşidine ve yoğunluğuna, dolayısı ile ortam hava kalitesine bağlı olarak aşağıdaki Tablo 7 ve Tablo 8’de görülen istenmeyen sağlık problemleri ortaya çıkabilmektedir.

Tablo 8. Kapalı mekân içerisindeki kirleticiler nedenleri ile oluşması muhtemel sağlık problemleri

Belirtiler	Sigara dumanı	Yanıcı bileşikler	Biyolojik kirleticiler	Uçucu org. bileşikler	Hasta bina sendromu
<i>Solunuma ilişkin belirtiler:</i>					
Burun tıkanıklığı	X	X	X	X	X
Vücut yorgunluğu				X	
Farenjit/ Nezle	X	X	X	X	X
Hırıltılı nefes alma/Fenalaşma	X	X		X	X
Hazımsızlık	X		X		X
<i>Diğer belirtiler:</i>					
Göz iltihaplanması /Gözde kaşıntı	X	X	X	X	X
Baş ağrısı /Baş dönmesi	X	X	X	X	X
Uyuşukluk/Aşırı yorgunluk/Kırgınlık		X	X	X	X
Mide bulantısı/Kusma		X	X	X	
Kuvvetten düşmek		X		X	X
Isılık			X	X	
Ateş /Soğuk algınlığı			X		
Kalp sıkışması		X			
Retinal zayıflama		X			
İşitme kaybı				X	

2.2.6. İç Hava Kalitesine Yönelik Olarak Yapılan Çalışmalar

Yapı içi hava niteliğinin bozulması kavramıyla insanoğlu ilk kez Taş Devri’nde karşılaşmıştır. Isınmak ve yemek pişirmek için yakılan ateş, iç ortama zehirli gazlar ve çeşitli kimyasal maddeler vermiş ve o dönemde bu sorun, ateşin mağaranın ağzında yakılmasıyla çözülmeye çalışılmıştır [74].

Yapı içi hava niteliğine ilişkin ilk yoğun çalışma 1970’li yıllarda, başta İskandinav Ülkeleri olmak üzere Kuzey Avrupa’da başlamıştır. O dönemde, bu bölgedeki yapı içi hava kirliliğinin bir sorun olarak ortaya çıkışının birkaç nedeni vardır. Enerji tasarrufu sağlamak için, 1973’teki petrol krizinde, yapı içi havalandırma sistemleri büyük ölçüde azaltılmış, bunların yerine yeni yapı detayları çözülmüştür [74]. Böylece yapı içi hava kirleticilerinin yoğunlukları yükselmiştir. Sorunlar birçok yapıda aynı zamanda ortaya çıktığından, bu durumun, yeni uygulamalardan kaynaklandığı hemen belli olmuştur. İlk yapı içi hava kirliliği sorunlarından biri, yaklaşık 100 İsveç okul öncesi sınıfında gözlenmiştir.

ABD’deki ilk ve en büyük araştırma; birkaç bin çocuk ve yetişkin arasında yapılan, havadaki parçacıkların etkilerine ilişkin “Harvard Altı-Şehir Çalışması”dır. Bu çalışmanın başlamasından 15 yıldan uzun bir süre sonra, araştırmacılar, parçacık düzeyinin daha yüksek olduğu günlerde bu şehirlerdeki ölüm oranlarının arttığı bulgusunu yayınlamıştır.

Diğer şehirlerde de yinelenen bu çalışmalar, mevcut hava niteliği standartlarının oldukça altındaki parçacık yoğunluklarına bağlı olarak yılda 20.000 ile 50.000 ölüm bulgusuyla sonuçlanmış ve 2,5 mikron çapa eşit ya da daha küçük parçacıklar için yeni bir standardın kabul edilmesine neden olmuştur [74].

Amerika Birleşik Devletleri Gaz Araştırma Enstitüsü ve Güney Kaliforniya Gaz Kuruluşu'nun sponsorluğunu üstlendiği, 1980'li yıllarda yapılan bazı büyük ölçekli çalışmalarla, gaz sobaları ile gaz ocaklarının evlerdeki önemli azot dioksit (NO_2) kaynakları olduğu belirlenmiştir. Mutfaktaki NO_2 düzeyleri genellikle oturma odalarından ve oturma odalarındaki NO_2 düzeyi de yatak odalarından daha yüksektir [74].

Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu (ASHRAE) 1996' da kabul edilebilir yapı içi hava niteliği için havalandırma standardını (PRD 62-R) yenilemek için çalışmalara başlamıştır [74 ve 79].

Yapı içi hava niteliği konusunda NATO pilot çalışmaları 1989 – 1996 tarihleri arasında yaklaşık 40 ülkeden 300 uzmanın katılımı ile yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yapı malzemelerinden çıkan kirleticilerin azaltılması için üretici firmaların ürün etiketleri oluşturma çalışması yapmaları öngörülmüştür [74].

Avrupa Birliği yönetmeliği EN 1946 kısım 2 ve ASHRAE 62-1989 Amerika standardı temiz hava miktarını halen, alan ve sabit bir personel sayısına göre hesaplamaktadır. EPBD'nin temeline dayanan yeni Avrupa Birliği standardı, temiz hava sevkini hava kalitesi ile birlikte kontrol edilebilir olarak oluşturmaya ve ticari olarak işletilen bir iklimlendirme sistemine hava kalitesi açısından en büyük anlamı veren opsiyonu barındırır. 1930 yılında kabul edilen 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 268-275. maddelerinde değinilen Gayri Sıhhi Müesseseler'le ilgili hükümlerle ilk kez çevre sağlığı konusunda yaklaşım gösterilmiştir. 1957 senesinde gündeme gelen Ankara hava kirliliği konusu değişik hükümet programlarında söz konusu edilmiştir. Ülkemizde hava kirliliği çalışmaları ilk olarak 1961 yılında Sağlık Bakanlığı bünyesinde, Ankara'da 2 adet yarı otomatik kükürt dioksit ve duman ölçer cihazla başlatılmıştır. 9 Ağustos 1983 tarihinde 2873 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanun; çevrenin korunması, iyileştirilmesi, kırsal ve kentsel alanlarda arazinin ve doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılması, doğal ve tarihsel zenginliklerin korunarak bugünkü ve gelecek kuşakların sağlık, uygarlık düzeylerini korumak amacıyla alınacak önlemler ve düzenlemeleri kapsamaktadır. Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği; 2 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik "Her türlü faaliyet

sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak, insanı ve çevresini hava alıcı ortamdaki kirlenmeden doğacak tehlikelerden korumak, hava kirlenmeleri sebebi ile çevrede ortaya çıkan umum ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermek ve bu etkilerin ortaya çıkmamasını sağlamak amacıyla ve çevre kanunu hükümleri gereğince çıkarılmıştır. Uluslararası kuruluşlar ve ülkelerce yapılan araştırmalar sonucunda hava kirliliğini oluşturan kirleticilerin insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek "Güvenirlilik Sınır Değerleri" tespit çalışmaları yapılmış ve elde edilen bu değerlere "Standart Limit Değerler" adı verilmiştir. Aynı paralelde Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde de çeşitli kaynaklardan ortama verilebilecek kirleticilere yönelik sınır değerler belirtilmektedir.

Tablo 9. İncelenen kirleticilerin uzun vadeli (UVS) ve kısa vadeli (KVS) sınır değerler

Kirletici		Türkiye		Dünya Sağlık Örgütü(Avrupa)		ABD (EPA)	
		UVS	KVS	UVS	KVS	UVS	KVS
Kükürt dioksit (SO ₂), (SO ₃ dahil)	Genel	150	400 (900)	50	125	30	365
	Endüstri böl.	250	400 (900)				
Karbon Monoksit (CO)		10.000	30.000				
Azot Dioksit (NO ₂)		100	300	40	200	100	
Azot Monoksit (NO)		200	600				
Asılı Partiküller Madde (PM ₁₀)	Genel	150	300			50	150
	Endüstri bölgeleri	200					

Not : Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir.

Tablo 9 ve Tablo 10'da sırası ile kısa ve uzun vadeli sınır değerler ve Tablo 11 ve Tablo 12'de kükürt dioksit ve havada asılı partiküler maddelere yönelik kış sezonu ortalama sınır değerleri ve hedef sınır değerleri belirtilmektedir. Uzun vadeli sınır değer; yıl boyunca yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması olan ve aşılmaması gereken değerdir. Kısa vadeli sınır değer ise; günlük ölçümler sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması olup, aşılmaması gereken sınır değerlerdir. Hava kirliliğinin boyutlarının tespiti ve kontrol tekniklerinin sonuçlarının izlenebilirliği sürekli ölçümlerle sağlanabilir. Ölçüm sonuçlarını yorumlayabilmek için hava kirliliğini oluşturan kirleticilerin özelliklerinin oluşumlarının, sağlık etkilerinin bilinmesinde yarar vardır [74].

2.2.7. Hava Kalitesi İle İlgili Standartlar

Tablo 10. Uzun ve kısa vadeli sınır değerler

	Birim	UVS	KVS
Kükürt dioksit (SO ₂), (SO ₃ dahil)	µg/m ³	150	400(900)
a - Genel	µg/m ³		
b - Endüstri bölgeleri	µg/m ³		
Karbon Monoksit (CO)	µg/m ³	10 000	30 000
Azot Dioksit (NO ₂)	µg/m ³	100	300
Azot Monoksit (NO)	µg/m ³	200	600
Klor (Cl ₂)	µg/m ³	100	300
Klorlu Hidrojen (HCl) ve gaz halde anorganik klorürler (Cl ⁻)	µg/m ³	100	300
Florlu Hidrojen (HF) ve gaz halde anorganik florürler (F ⁻)	µg/m ³	-	10(30)
Ozon (O ₃) Fotokimyasal Oksitleyiciler	µg/m ³	-	(240)
Hidrokarbonlar (HC)	µg/m ³		140(280)
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	µg/m ³		40(100)
Asılı Partiküler Madde (PM) (<10 µm)	µg/m ³		
Genel	µg/m ³	150	300
Endüstri bölgeleri	µg/m ³	200	400
PM içinde Pb ve bileşikleri	µg/m ³	2	-
PM içinde Cd ve bileşikleri	µg/m ³	0,04	-
Çöken Tozlar	µg/m ³		
(10 mikrondan büyük partiküller dahil)	µg/m ³	350	650
Genel	µg/m ³	450	800
Endüstri bölgeleri	µg/m ³		
Çöken tozlarda Pb ve bileşikleri	µg/m ³	500	-
Çöken tozlarda Cd ve bileşikleri	µg/m ³	7,5	-
Çöken tozlarda Tl ve bileşikleri	µg/m ³	10	-

Not :

Parantez içindeki rakamlar referans maksimum saatlik sınır değerlerdir.

UVS : Uzun Vadeli Sınır Değer

KSV : Kısa Vadeli Sınır Değer

Tablo 11. Kış sezonu ortalaması sınır değerleri

Sınır Değerleri	
Kükürt Dioksit	250 µg/m ³
Asılı Partikül Madde	250 µg/m ³

Tablo 12. Hedef sınır değerleri [70]

	SO ₂ (µg/m ³)	PM (µg/m ³)
Yıllık Aritmetik Ortalama	60	60
Kış Sezonu (Ekim-Mart) Ortalaması	120	120
Maksimum 24 Saatlik Değer	150	150
1 Saatlik Değer	450	-

Tablo 13. İç hava kalitesi ile ilgili standartlarda önerilen sınır değerler

	CO ₂	Partikül Madde	Bağıl nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE	1000 ppm	PM10< 75 µg/m ³ (yıllık ortalama)	%30-60	20-25,5 °C
Almanya	5000ppm 9000ppm (15 dakika)		%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	PM2.5 <40 µg/m ³ (8 saat) PM2.5 <100 µg/m ³ (1 saat)	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)	
Çin		PM10< 150 µg/m ³		
WHO		PM10< 20 µg/m ³ (yıllık ortalama) PM10< 50 µg/m ³ (24 saat)		
İngiltere		PM10< 50 µg/m ³		
Norveç		PM2.5< 20 µg/m ³		
Avrupa Birliği		PM2.5 < 35 µg/m ³		
Hong Kong	800 ppm (1. düzey) 1000 ppm (2. düzey)	PM10< 20 µg/m ³ (1. düzey) PM10< 180 µg/m ³ (2. düzey) (8 saat ortalama)	%40-70	20-25,5 °C

^aASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

^bEPA /NAAQS : Environmental Protection Agency/ National ambient air quality standards

^cNIOSH : National Institute of Occupational Safety And Health

^dOSHA : Occupational Safety and Health Administration

^eACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists

^fMAK : German Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen

2.2.9. Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri

Yapı içi hava kirleticilerinden bu çalışmada sözü geçenlerin farklı standartlarda yer alan, kabul edilebilir sınır değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Yapı içi hava kirleticileri ve kabul edilebilir sınır değerleri.

Yapı İçi Hava Kirleticileri	Kabul Edilebilir Sınır Değerleri	Kaynak
Karbon Monoksit	30 dakikada $60\text{mg}/\text{m}^3$ (50ppm)	WHO 1987
	1 saatte $30\text{mg}/\text{m}^3$ (25ppm)	NAAQS
	8 saatte $10\text{mg}/\text{m}^3$ (9-10ppm)	TS12281
	0-4ppm	OHSD 1988
	Kısa süre etkisinde kalındığında; 8 saatte $<11\text{ppm}$ 1 saatte $<25\text{ppm}$	Kanada Standardı
	Sürekli etkisinde kalındığında; $<11\text{mg}/\text{m}^3$	WHO 1984
Karbon Dioksit	8 saatte 500ppm	ASHRAE 1982
	330-800ppm	OHSD 1988
	Uzun süre etkisinde kalındığında; $\times 6300\text{mg}/\text{m}^3$ ($<3500\text{ppm}$)	Kanada Standardı
	$<1800\text{mg}/\text{m}^3$	WHO 1984
	800ppm'i aşmamalı	TS 12281
Azot Dioksit	24 saatte $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,21ppm)	WHO 1987
	1 saatte $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,08ppm)	
	1 yılda $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppm)	NAAQS
	Kısa süre etkisinde kalındığında; 1 saatte $<480\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,25ppm)	Kanada Standardı
	Uzun süre etkisinde kalındığında; $<100\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05ppm)	
	$<0,19\text{mg}/\text{m}^3$	WHO 1984
Kükürt Dioksit	$<0,05\text{ppm}$	TS12281
	Kısa süre etkisinde kalındığında; 5 dakikada $<1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($<0,38\text{ppm}$)	Kanada Standardı
	Uzun süre etkisinde kalındığında; $<50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($<0,019\text{ppm}$)	
	Kısa süre etkisinde kalındığında; $<0,5\text{mg}/\text{m}^3$	WHO 1984
	Duman olan durumlarda; $80\mu\text{g}/\text{m}^3$	Çevresel Kirlenme Avrupa Yüksek Komisyonu
	Duman bulunmadığı durumlarda; $120\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Tablo 14. Yapı içi hava kirleticileri ve kabul edilebilir sınır değerleri. (Devamı)

Yapı İçi Hava Kirleticileri		Kabul Edilebilir Sınır Değerleri	Kaynak
Uçucu Organik Bileşikler	Genel olarak	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ü aşmamalı	TS12281
	Benzen	Kabul edilebilir sınır değer yok	WHO 1987
		Kanserojen	WHO 1984
		0,01mg/cm ³ ü aşmamalı	TS12281
	Tolüen	24 saatte 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	WHO 1987
		30 dakikada 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		0,01mg/cm ³ ü aşmamalı	TS12281
	Formaldehit	30 dakikada 0,1mg/m ³	WHO 1987
		Sürekli etkisinde kalındığında; 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASHRAE 62-1989
		0-0,04ppm	OHSD 1988
		60-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05-0,10ppm)	Kanada Standardı
		Kısa ve uzun süre etkisinde kalındığında; <0,06mg/m ³	WHO1984
		0,065ppm'i aşmamalı	TS 12281
Ozon		1 saatte 150-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,076-0,1ppm)	WHO 1987
		8 saatte 100-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,05-0,06ppm)	TS12281
		0-0,01ppm	OHSD 1988
		Kısa süre etkisinde kalındığında; 1 saatte <240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,12ppm)	Kanada Standardı
		0,05mg/m ³	WHO 1984
		0,05ppm	ASHRAE 62-1999
		0,12mg/cm ³ ü aşmamalı	TS12281
Radon		1 yılda 100Bq/m ³	WHO 1987
		0,01WL=2pCi/L	ASHRAE 62-1989
		~0	İsveç Standardı
		400Bq/m ³	TAEK Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği
Parçacık		Kısa süre etkisinde kalındığında; 1 saatte <100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Uzun süre etkisinde kalındığında; <40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kanada Standardı
Asbest		Kabul edilebilir sınır değer yok	WHO 1987
		Uzun süre etkisinde kalındığında; ~0	WHO 1984
Bakteriler, virüsler		Kaynak yok	Kaynak yok

3. MATERYAL VE METOT

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte bireylerin kapalı mekânlarda kalma süreleri artmış ve buna paralel olarak da kapalı mekânlara bağlı sağlıklı problemleri ortaya çıkmıştır. İç hava kalitesi kullanıcıların sağlığı ve verimi ile doğrudan ilişkilidir ve bu bakımdan temel yaşam alanı olan konutlardaki iç hava kalitesinin tespit edilmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada, kapalı mekânlardaki huzur kriterleri ile ilgili olan konfor şartları ve iç hava kalitesi alt başlıkları Elazığ'da 3 farklı merkezde her merkezde yaklaşık 65'er anket uygulaması ve yaklaşık 30'ar evde eş zamanlı olarak sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, gürültü, ışık şiddeti CO₂, O₂, CO ölçümleri yapılmıştır. Her ev için misafir odası, oturma odası ve mutfakta gerekli ölçümler ayrıca alınmıştır. Elde edilen anket ve ölçüm sonuçları literatürdeki çalışmalar ve ulusal-uluslararası standartlar ile karşılaştırılmış buna bağlı olarak çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu çalışmada huzur kriterleri başlığı altında yer alan konfor şartları ve iç hava kalitesi için gerek anket gerekse ölçümlerde yorumlama yapılmaya elverişli soru ve uygulamalar yapılmıştır. Konfor şartları görsel, işitsel ve ısısal konfor şartları alt başlıklarına ayrılmış ve bu alt başlıkları açıklayıcı ses, ısı, nem, sıcaklık, hava hızı, gürültü ölçümleri ve anket soruları hazırlanmıştır.

Bu çalışmada FÜBAP 1875 numaralı proje desteğiyle temin edilen cihazlar kullanılmış olup, teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Cihaz Adı	Kullanım Yeri	Teknik Verileri
Thermo Anemoter	İç mekândaki hava hızının ölçülmesinde	Model:DT-619
GMI	İç mekândaki karbondioksit, karbonmonoksit ve oksijen miktarının ölçülmesinde	PN:66094 4-Gas Version
Manometre	Portatif basınç ölçüm cihazı	Model: MP101-S
Environment Meter	İç mekânda, nem, sıcaklık, ışık ve ses düzeylerinin ölçülmesinde	Model:DT-8820

4. BULGULAR

Elde edilen bulgular anket ve ölçümlere bağlı olarak öncelikle ayrı ayrı daha sonra ise çaprazlama olarak yorumlanmıştır. Buna göre;

- Ataşehir merkezli 61 anket, 24 ölçüm,
- Çarşı merkezli 60 anket, 37 ölçüm ve
- Doğukent merkezli olarak ise 68 anket, 24 ölçüm yapılmıştır.

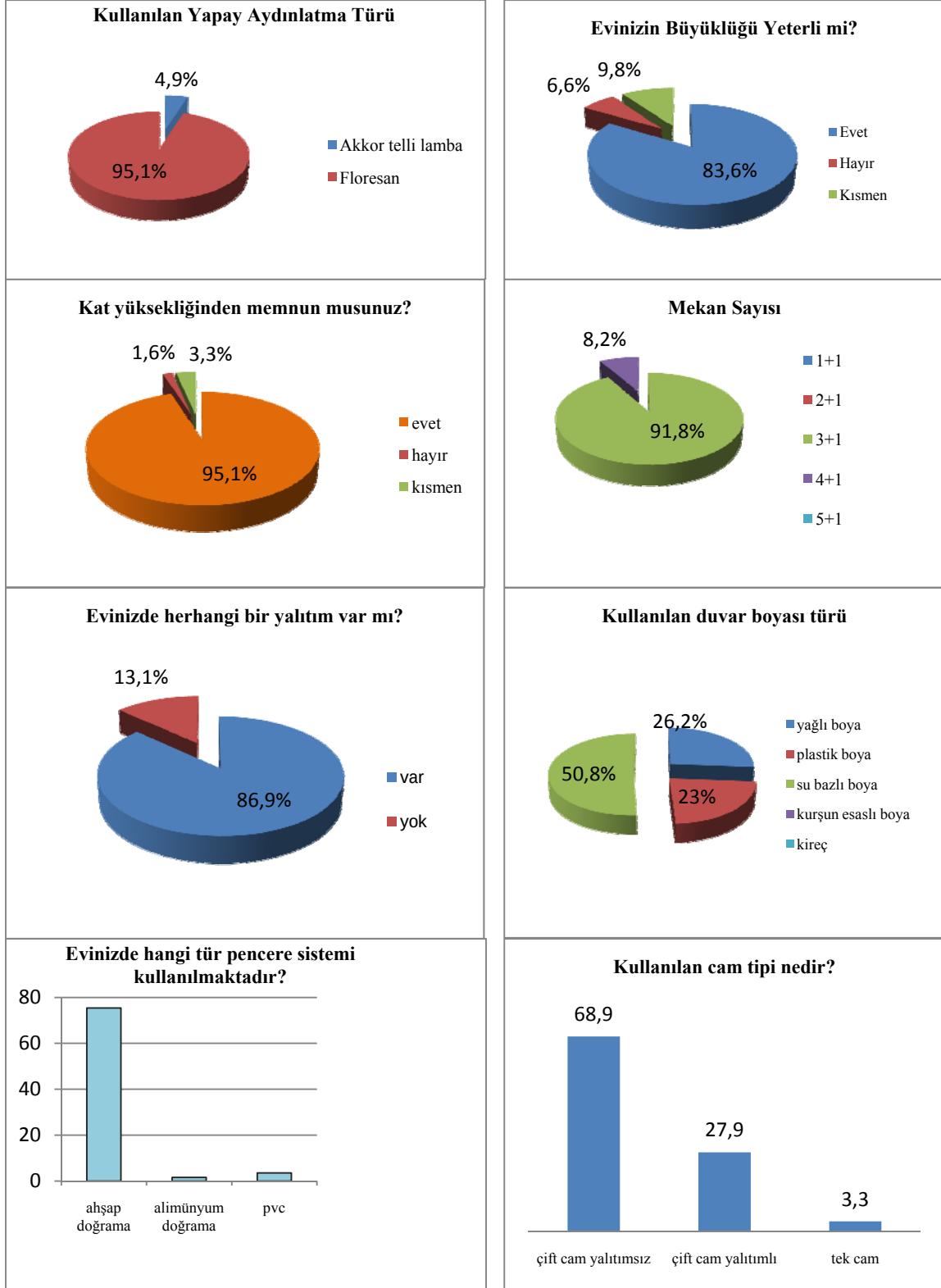
Her daire için kullanıcıların en çok kullandığı iki mekân ile (oturma odası, mutfak) genellikle diğerlerine göre daha az kullanılan bir mekânda (misafir odası) sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, gürültü, ışık şiddeti, CO₂, O₂, CO ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan anketler SPSS programı ve uzman görüşleri ile değerlendirilmiş, yorumlamalar yapılmıştır.

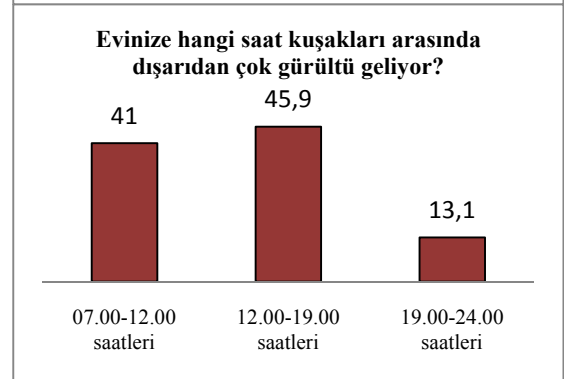
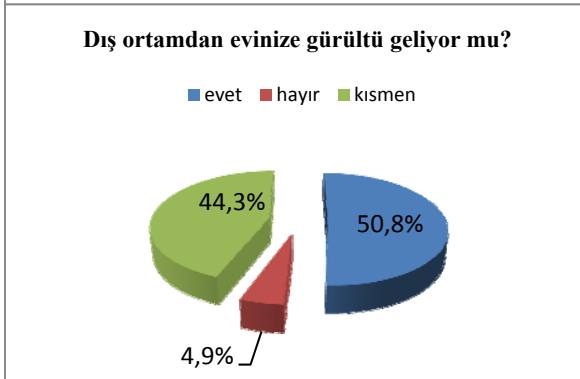
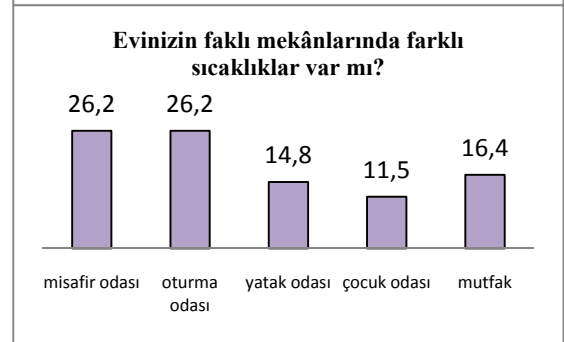
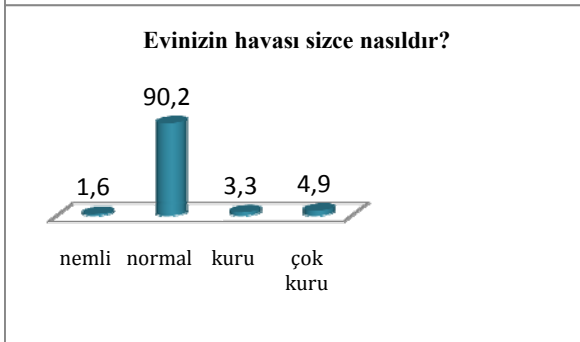
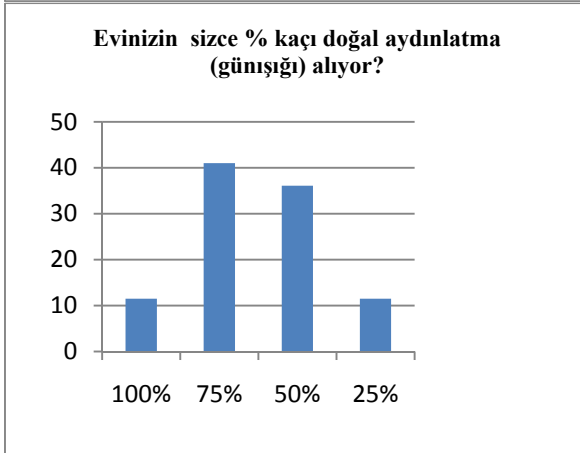
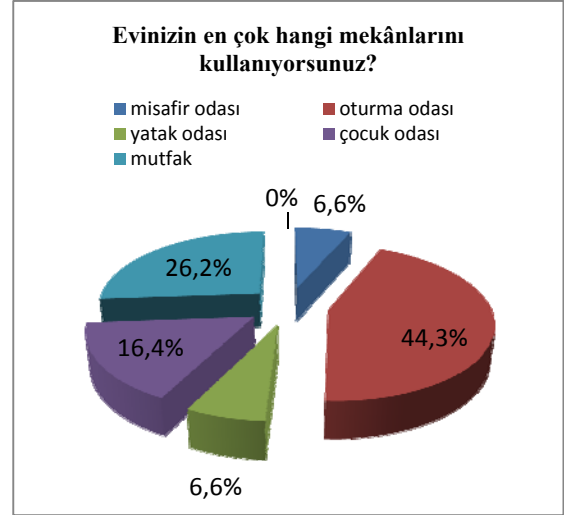
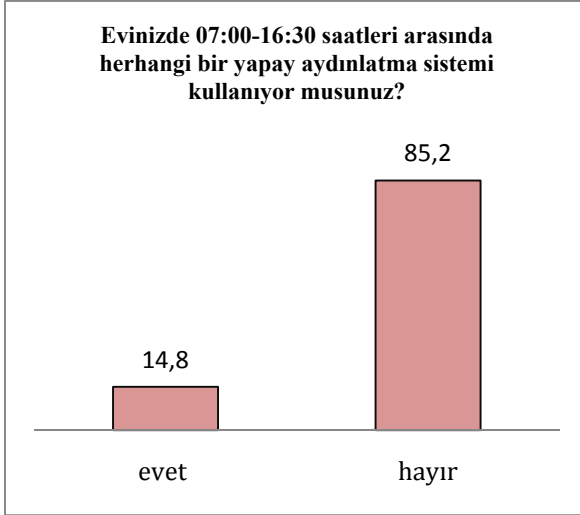
4.1. Anket Sonuçları İle İlgili Bulgular

Elazığ iline bağlı Ataşehir, Doğukent ve Çarşı merkezlerinde iç hava kalitesi parametrelerine ait ölçümler Nisan-2010 tarihinde bir hafta süreyle evde oturanların bir arada olduğu akşam saatlerinde alınmıştır. Yapılmış olan ölçüm ve anketlerle elde edilen veriler tablo haline getirilmiş ve SPSS paket programı kullanılarak, Ataşehir, Doğukent ve Çarşı merkezli anket sonuçlarının istatistiksel olarak Şekil 11, 12 ve 13'te gösterilmiştir. Tablo 16, 17 ve 18'de ise Ataşehir, Doğukent ve Çarşı merkezlerine ait misafir odası, oturma odası ve mutfak için nem, sıcaklık, hava hızı, ışık, gürültü, CO₂, CO, O₂ parametrelerinin ortalama, medyan, standart sapma, min. ve max. değerleri hesaplanmıştır.

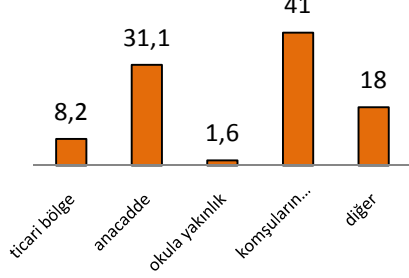
Grafiklerde verilmiş olan % oranları ölçüm yapılan dairelerdeki kullanıcılara uygulanan anket sonuçlarına göre tespit edilmiştir.

Ataşehir Anket Verileri

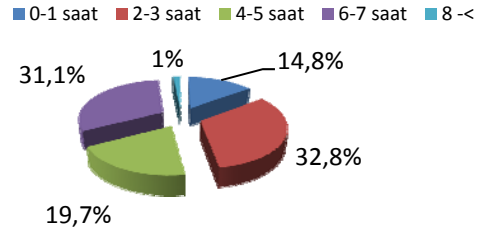




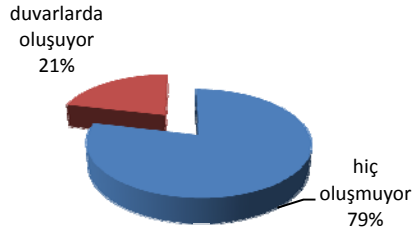
Sizce evinize dışarıdan gelen sesin kaynağı nedir?



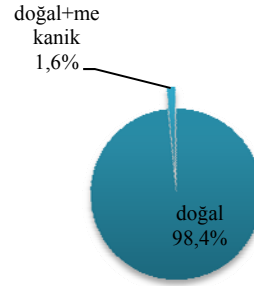
Gün içinde evinizi kaç saat havalandırıyorsunuz?



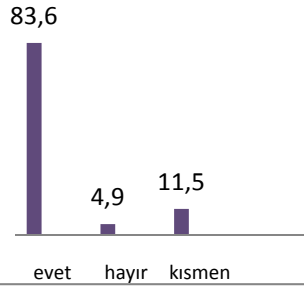
Evinizde nem/rutubet olayları oluşuyor mu?



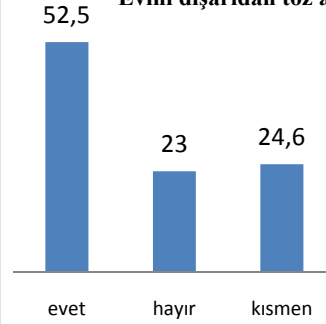
Ne tür havalandırma sistemi kullanıyorsunuz?



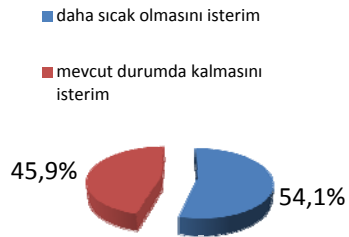
Havalandırma sonrası yeterli temiz hava sağlanabiliyor mu?



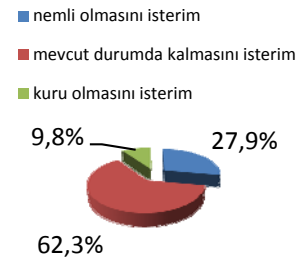
Evini dışarıdan toz alıyormu?

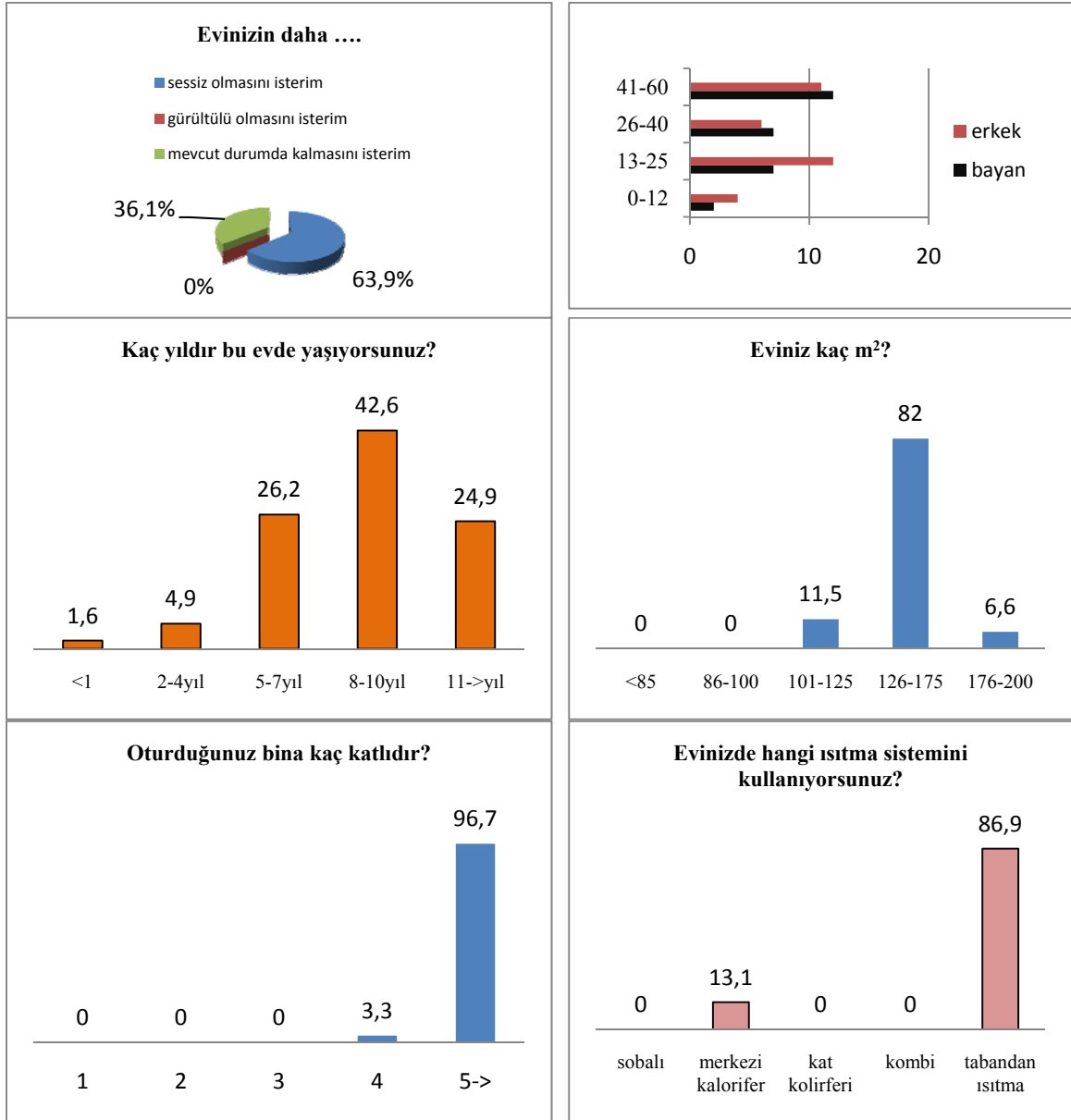


Evimizin kış aylarında daha



Evinizin havasının





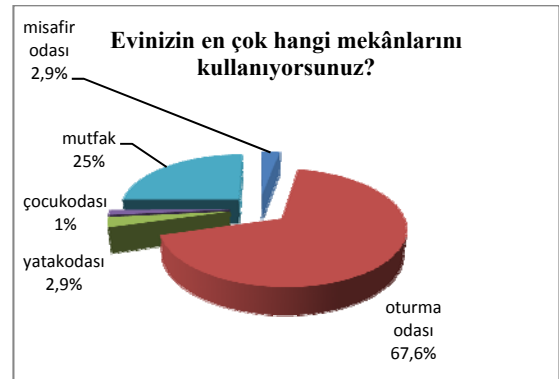
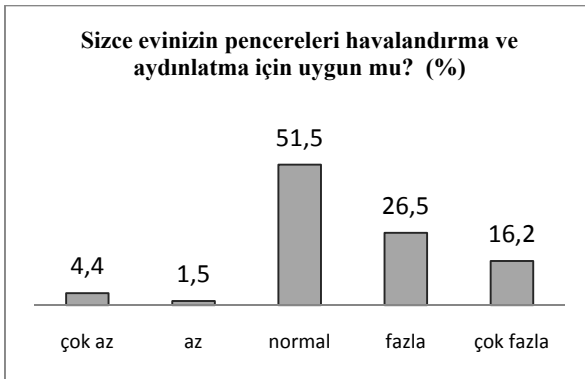
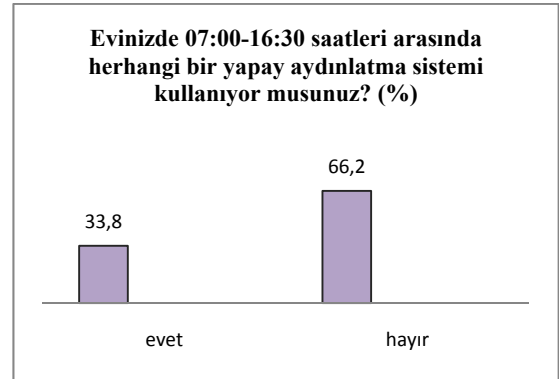
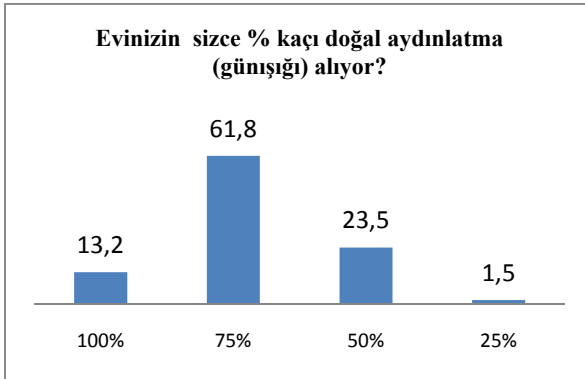
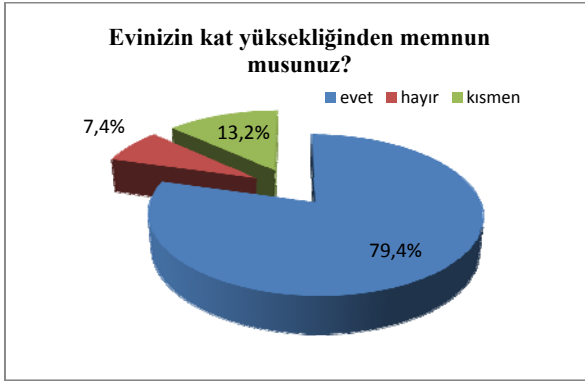
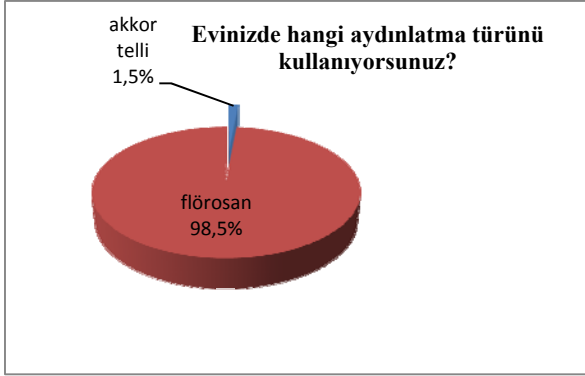
Şekil 11. Ataşehir merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi

Ataşehir merkezinde yapılan 61 anket sonucuna göre;

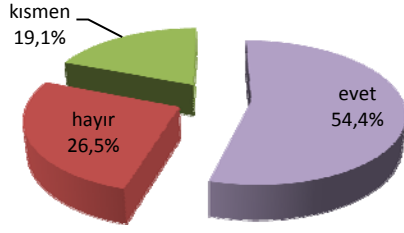
- Yapılan çalışmayı temsil eden kişilerden %49.2'si erkek, %50.8'i ise bayandır.
- Anket uygulanan grubun yaş ortalamaları %37.65 ile 41-60 yaştan oluşmaktadır. En az yaş grubu ise %9.84 ile 0-12 yaş aralığındadır.
- Ölçüm yapılan dairelerin tamamı apartman dairesinden oluşmaktadır.
- Binalar %70,5'i 11-15 yıllıktır.
- Dairelerin %82'si 126-175 m² iken, 100 m² den küçük daire bulunmamaktadır.
- Ölçüm yapılan binaların %96,7'si 5 ve daha fazla katlı iken, 4'ten daha az kat sayısı bulunan bina mevcut değildir.
- Ana yön itibariyle dairelerin %71.7'si caddeneye, %25'i sokağa, %3,3'ü bahçeye bakmaktadır.
- %37.7'si de güney, %23'ü kuzey, %21.3'ü doğu, %18'i batı cephelidir.
- Dairelerin %41'i %75 doğal aydınlatma alıyorken, %36.1'i %50 doğal aydınlatma alabilmektedir. Dairelerin %85.2'si 07.00-16.30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma sistemi kullanmamaktadır.
- Açık üç cephe sayısı %55.7 olmasına karşın bina sakinlerinin %77'si pencerelerin havalandırma ve aydınlatma için uygun olduğunu düşünmektedir.
- Anket dolduran bina sakinlerinin %42.6'sı 8-10 yıldır bu dairelerde ikamet etmektedir.
- Dairelerin %86.9'u tabandan ısıtma sistemini kullanmakta iken, kombi soba ve kat kaloriferi kullanan daire yoktur.
- Dairelerde kullanılan yapay aydınlatmanın %95.1'i floresan iken, %4.9'u akkor telli lamba kullanmaktadır.
- Bina sakinlerinin %83.6'sı kullanıcı sayısına bağlı olarak daire büyüklüklerini yeterli bulmaktadır.
- Bina sakinlerinin %95.1'i, %91.8'i 3+1 olan dairelerinin kat yüksekliğinden memnundur.
- Ölçüm ve anket yapılan dairelerin %86.9'unda herhangi bir veya birkaç yalıtım uygulaması mevcuttur. Bu yalıtımın %82'si ısı yalıtımını oluşturmaktadır.
- Dairelerin %50.8'inde su bazlı boya %26.2'sinde ise yağlı boya kullanılmıştır.
- Dairelerin %75.4'ünde ahşap doğrama pencere sistemi kullanılmışken, toplam dairelerin %68.9'unda yalıtımsız çift cam uygulaması mevcuttur.

- Bina sakinlerinin %44,3'ü 'Evinizin en çok hangi mekânını kullanıyorsunuz?' sorusuna oturma odası cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %78,7'si duvarlarda kullanılan renk seçiminden memnundur, bu veri bina sakinlerinin %42,6'sının 8-10 yıldır bu dairelerde ikamet etmesine bağlanabilir.
- Bina sakinlerinin %90.2'si evlerinin havasını normal nemli olarak değerlendirmiştir.
- Bina sakinlerinin %62.3'ü "evinizin havasını ..." sorusuna nem oranından memnunum cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %50.8'i dışarıdan gürültü geldiğini, %45.9'u bu gürültünün 12.00-19.00 saatleri arasında olduğunu ve %41'i bu gürültü kaynağının komşulara bağlı olduğunu düşünmektedir. Bina sakinlerinin %83.6'sı bu havalandırmanın yeterli olduğunu düşünmektedir.
- Bina sakinlerinin %63.9'u dairelerinin daha sessiz olmasını tercih etmektedir.
- Bina sakinlerinin %54.1'i kış aylarında daha sıcak olmasını isterken mevcut durumdan memnun kullanıcı oranı %45.9'dur.

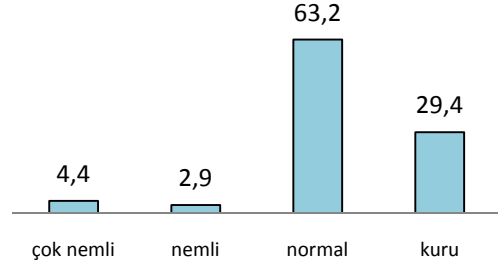
Doğukent Anket Verileri



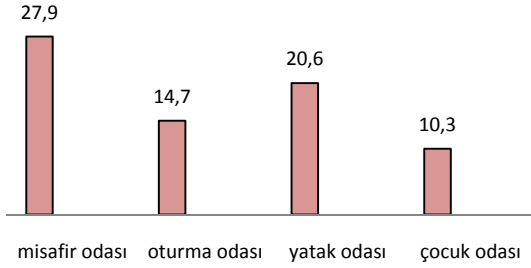
Evinizin duvarlarında kullanılan renk seçiminden memnun musunuz?



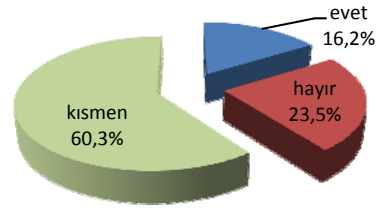
Evinizin havası sizce nasıldır? (%)



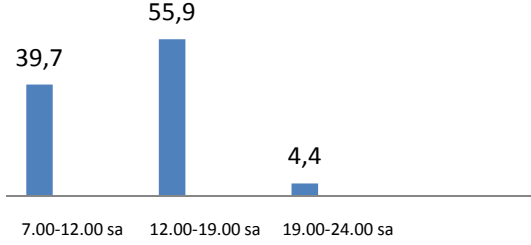
Evinizin farklı mekânlarında farklı sıcaklıklar var mı? (%)



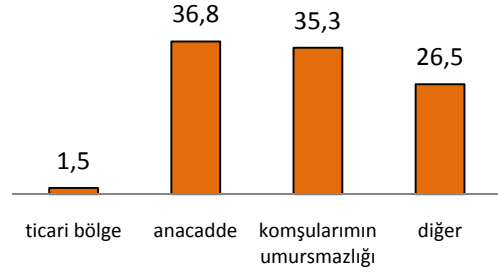
Dış ortamdan evinize gürültü geliyor mu?



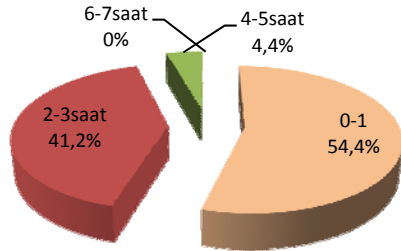
Evinize hangi saat kuşakları arasında dışarıdan çok gürültü geliyor? (%)



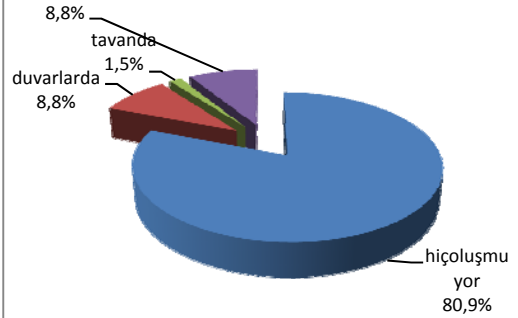
Sizce evinize dışarıdan gelen sesin kaynağı nedir? (%)

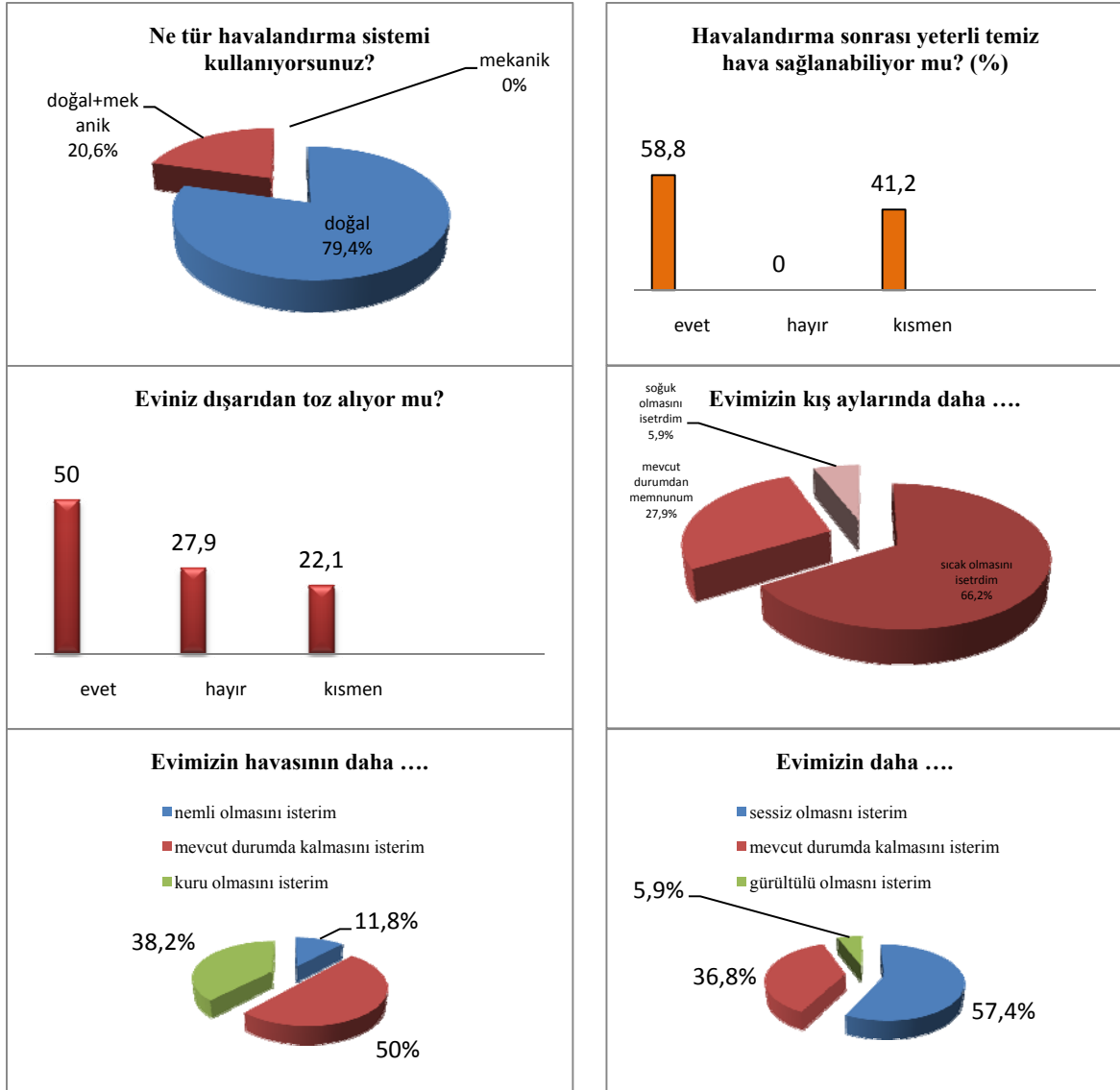


Gün içinde evinizi kaç saat havalandırıyorsunuz?



Evinizde nem/rutubet olayları oluyor mu?





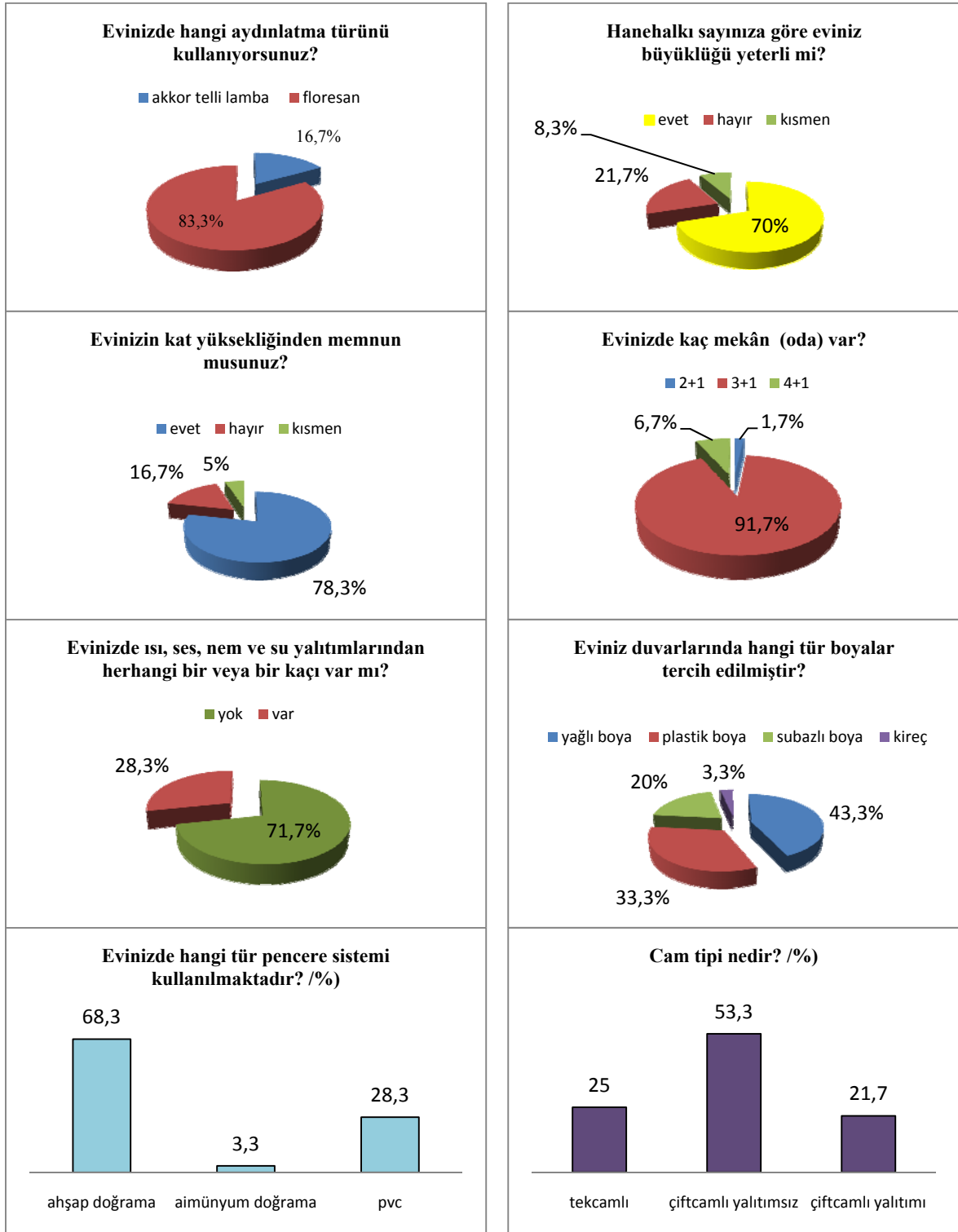
Şekil 12. Doğukent merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi

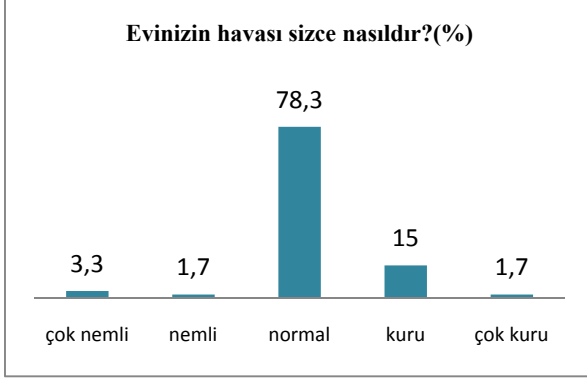
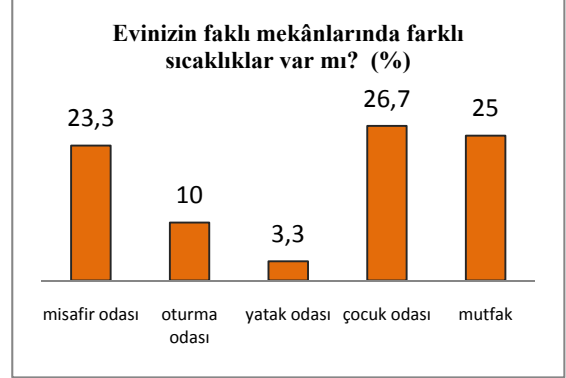
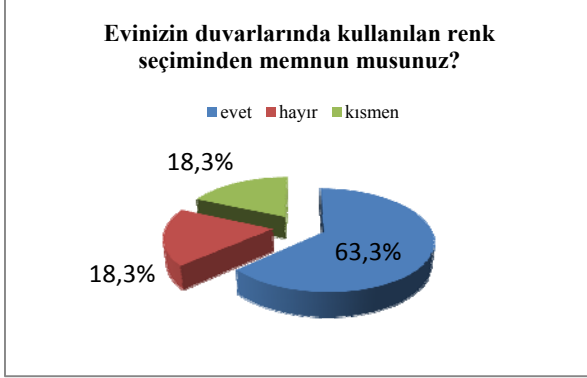
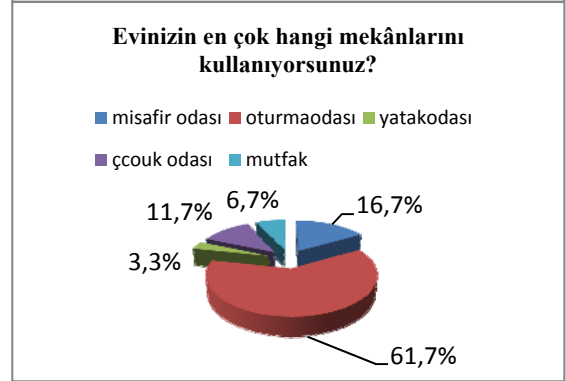
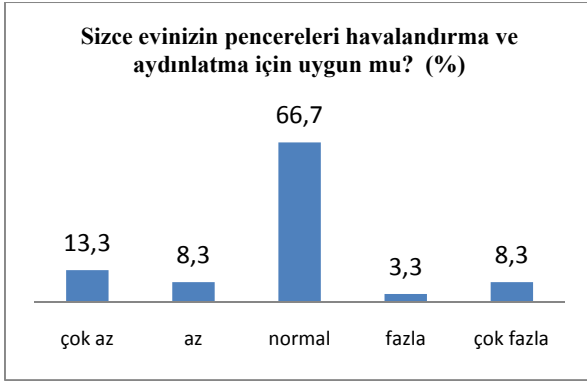
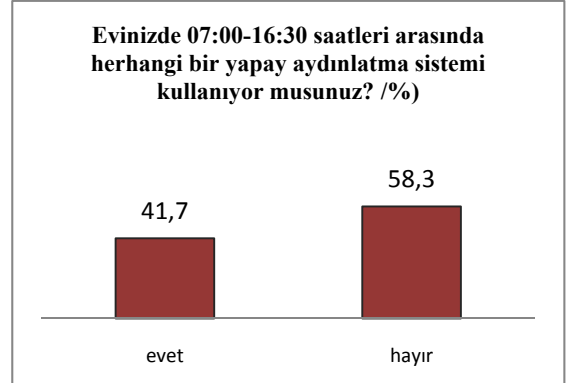
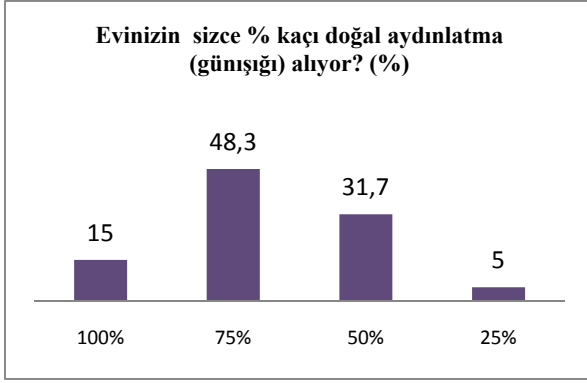
Doğukent merkezinde yapılan 61 anket sonucuna göre;

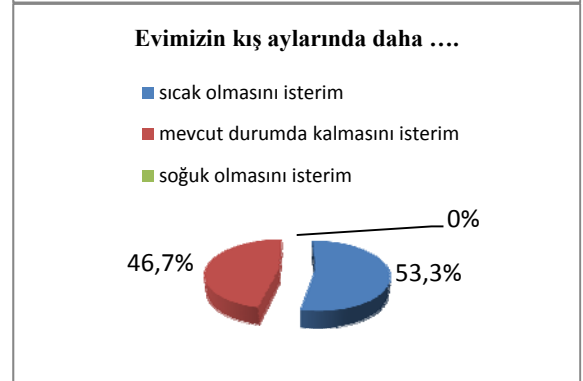
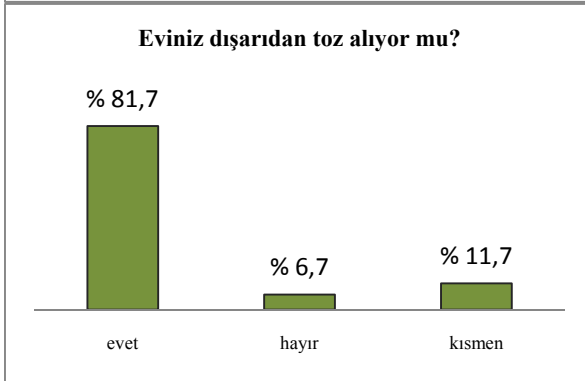
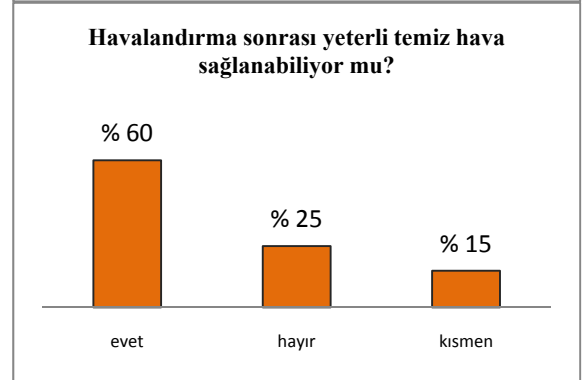
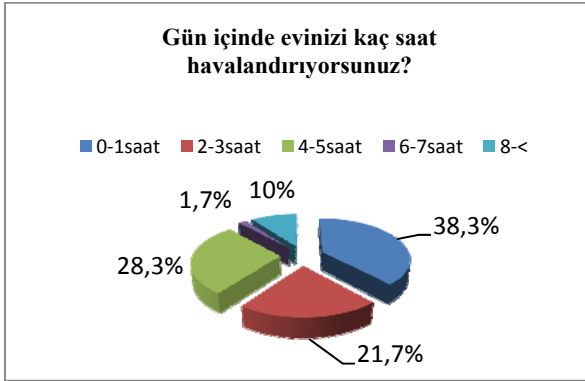
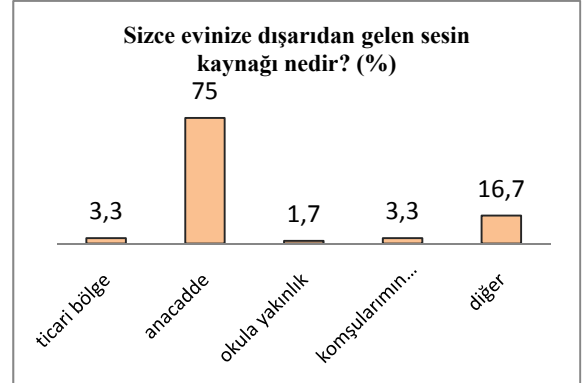
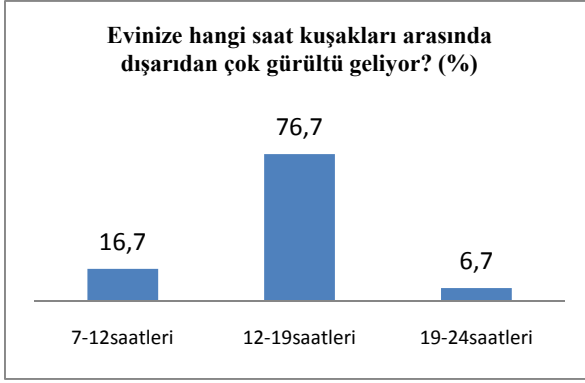
- Yapılan çalışmayı temsil eden kişilerden %52.9'u erkek, %47.1'i ise kadındır.
- Anketi dolduran kullanıcıların yaş ortalamaları ağırlıklı olarak %33.8 ile 26-40 yaş grubudur. En az yaş grubu ise %10.3 ile 0-12 yaşa aittir.
- Ölçüm yapılan dairelerin tamamı apartman dairesinden oluşmaktadır.
- Binaların tamamı 1-5 yaş arasındadır.
- Dairelerin %70.6 'si 126-175 m² iken, 100 m²den küçük daire bulunmamaktadır.
- Ölçüm yapılan binaların %100'ü 5 ve daha fazla katlı iken 4'ten az kat sayısı bulunan bina mevcut değildir.
- Ana yön itibariyle dairelerin %27.9'u caddeye, %23.5'i sokağa, %48.5'i bahçeye bakmaktadır.
- %29.4'ü güney, %23.5'i kuzey, %11.8'i doğu, %35.3'ü batı cephelidir.
- Dairelerin %61.8'i %75 doğal aydınlatma alırken, %23.5'i %50 doğal aydınlatma alabilmektedir. Dairelerin %66.2'si 07.00-16.30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma sistemi kullanmamaktadır.
- Açık üç cephe sayısı %44.1 olmasına karşın bina sakinlerinin %51.5'i pencerelerin havalandırma ve aydınlatma için uygun olduğunu düşünmektedir.
- Anket dolduran bina sakinlerinin %72.1'i 1 yıl ve daha az sürede bu dairelerde ikamet etmektedir.
- Dairelerin %100'ü merkezi kalorifer kullanmakta iken, kombi, soba ve kat kaloriferi, tabandan ısıtma kullanan daire yoktur.
- Dairelerde kullanılan yapay aydınlatmanın %98.5 'i floresan iken, %1.5 'i akkor telli lamba kullanmaktadır.
- Bina sakinlerinin %88.7'si kullanıcı sayısına bağlı olarak daire büyüklüklerini yeterli bulmaktadır.
- Bina sakinlerinden %100'ü 3+1 olan, bina sakinlerinin %88.2'si kat yüksekliğinden memnundur.
- Ölçüm ve anket yapılan dairelerin tamamında herhangi bir veya birkaç yalıtım uygulaması mevcuttur. Bu yalıtımını tamamını ısı yalıtımını oluşturmaktadır.
- Dairelerin %45.6'inde su bazlı boya, %19.1'i yağlı boya, %35.3'ü plastik boya kullanılmıştır.

- Dairelerin tamamında PVC doğrama kullanılmışken, toplam dairelerin %100'ünde yalıtımsız çift cam uygulaması mevcuttur.
- Bina sakinlerinin %67.6'sı 'Evinizin en çok hangi mekânını kullanıyorsunuz?' sorusuna oturma odası cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %54.4'ü duvarlarda kullanılan renk seçiminden memnundur, bu veri bina sakinlerinin %72.1'inin 1 yıldan az sürede bu dairelerde ikamet etmesine ve binaların yeni olmasına bağlanabilir.
- Bina sakinlerinin %63.2'si evlerinin havasını normal nemli olarak değerlendirmiştir.
- Bina sakinlerinin %50'si "evinizin havasını ... " sorusuna nem oranından memnunum cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %16.2'si dışarıdan gürültü geldiğini, %55.9'u bu gürültünün 12.00-19.00 saatleri arasında olduğunu ve %36.8'i bu gürültü kaynağının ana cadde olmasına bağlı olduğunu düşünmektedir.
- Bina sakinlerinin %79.4'ü doğal havalandırma kullanırken, bina sakinlerinin %58.8'i bu havalandırmanın yeterli olduğunu düşünmektedir.
- Bina sakinlerinin %57.4'ü dairelerinin daha sessiz olmasını tercih etmektedir.
- Bina sakinlerinin %66.2'si kış aylarında daha sıcak olmasını isterken mevcut durumdan memnun kullanıcı oranı %27.9'dur.

Çarşı Merkezli Anket Verileri









Şekil 13. Çarşı merkezli anket sonuçlarının istatistiksel gösterimi

Çarşı merkezinde yapılan 61 anket sonucuna göre;

- Yapılan çalışmayı temsil eden kişilerden %48.3'ü erkek, %51.7 'si ise kadındır.
- Anketi dolduran kullanıcıların yaş ortalamaları ağırlıklı olarak %40 ile 13-25 yaş grubudur. Bu durum bina sakinlerinin çoğunun üniversite öğrencisi olmasından kaynaklanmaktadır. En az yaş grubu ise %3.3 ile 0-12 yaş arasındadır.
- Ölçüm yapılan dairelerin tamamı apartman dairesinden oluşmaktadır.
- Binaların yaş dağılımı ise %58.3 ile 11-15 yaş arasındadır.
- Dairelerin %70.6 'sı 126-175 m² iken, 100 m²den küçük daire bulunmamaktadır.
- Ölçüm yapılan binaların %78.3'ü 5 ve daha fazladır.
- Ana yön itibariyle dairelerin %71.7 si caddeye ,%25'i sokağa, %3,3'ü bahçeye bakmaktadır.
- %6.7'si güney, %18.3'ü kuzey, %41.7'si doğu, %33.3'ü batı cephelidir.
- Evlerin %78.3'ü açık iki cepheye sahiptir.
- Dairelerin %48.3'ü %75 doğal aydınlatma alıyorken, %31.7'si %50 doğal aydınlatma alabilmektedir. Dairelerin %58.3'ü 07.00-16.30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma sistemi kullanmamaktadır.
- Açık iki cephe sayısı %78.3 olmasına karşın bina sakinlerinin %66.7'si pencerelerin havalandırma ve aydınlatma için uygun olduğunu düşünmektedir.
- Anket dolduran bina sakinlerinin %26.7'si 8-10 yıldır bu dairelerde ikamet etmektedir.
- Dairelerin %95'i merkezi kalorifer iken kullanmakta iken, kombi, tabandan ısıtma sistemi, soba ve kat kaloriferi kullanan daire yoktur.
- Dairelerde kullanılan yapay aydınlatmanın %83.3'ü floresan iken, %16.7'si akkor telli lamba kullanmaktadır.
- Bina sakinlerinin %70'i kullanıcı sayısına bağlı olarak daire büyüklüklerini yeterli bulmaktadır.
- Bina sakinlerinden %91.7'si 3+1 olan, bina sakinlerinin %78.3'ü kat yüksekliğinden memnundur.
- Ölçüm ve anket yapılan dairelerin %71.7'inde herhangi bir veya birkaç yalıtım uygulaması mevcuttur. Bu yalıtımın %94.7'si ısı yalıtımını oluşturmaktadır.
- Dairelerin %20'sinde su bazlı boya , %33.3'ünde plastik boya, %43.3'ünde yağlı boya, %3.3'ünde ise kireç kullanılmıştır.

- Dairelerin %68.3'ünde ahşap doğrama pencere sistemi kullanılmışken, toplam dairelerin %53.3'ünde yalıtımsız çift cam uygulaması mevcuttur.
- Bina sakinlerinin %61.7'si 'Evinizin en çok hangi mekanını kullanıyorsunuz?' sorusuna oturma odası cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %63.3'ü duvarlarda kullanılan renk seçiminden memnundur, bu veri bina sakinlerinin %26.7'sinin 8-10 yıldır ve %23.3'ünün 1-1 yıldan az süredir bu dairelerde ikamet etmesine bağlanabilir.
- Bina sakinlerinin %90.2'si evlerinin havasını normal nemli olarak değerlendirmiştir.
- Bina sakinlerinin %78.3'ü "evinizin havasını ..." sorusuna nem oranından memnunum cevabını vermiştir.
- Bina sakinlerinin %60'ı dışarıdan gürültü geldiğini, %76.7'si bu gürültünün 12.00-19.00 saatleri arasında olduğunu ve %75'i bu gürültü kaynağının ana caddeye bağlı olduğunu düşünmektedir.
- Bina sakinlerinin %93.3'ü doğal havalandırma iken, bina sakinlerinin %60'ı bu havalandırmanın yeterli olduğunu düşünmektedir.
- Bina sakinlerinin %78.3'u dairelerinin daha sessiz olmasını tercih etmektedir.
- Bina sakinlerinin %53.3'ü kış aylarında daha sıcak olmasını isterken mevcut durumdan memnun kullanıcı oranı %46.7'dir.

Tablo 15. Ataşehir, Doğukent ve Çarşı merkezlerinin anket sonuçlarının karşılaştırılması (%)

1.	Yaşınız?	0-12	13-25	26-40	41-60	61-
	Ataşehir	9,84	31,13	21,29	37,65	0
	Doğukent	10,3	29,4	33,8	26,5	0
	Çarşı	3,3	40	16,7	38,3	1,7
2.	Cinsiyetiniz?	Erkek	Bayan			
	Ataşehir	49,2	50,8			
	Doğukent	52,9	47,1			
	Çarşı	48,3	51,7			
3.	Oturduğunuz ev?	Apartman dairesi	Dublexs müstakil			
	Ataşehir	100	0			
	Doğukent	100	0			
	Çarşı	100	0			
4.	Oturduğunuz bina kaç yaşındadır?	1-5	6-10	11-15	6-20	21-<
	Ataşehir	0	27,9	70,5	1,6	0
	Doğukent	100	0	0	0	0
	Çarşı	1,7	25	58,3	13,3	1,7
5.	Eviniz kaç m ² ?	<85	86-100	101-125	126-175	176-200
	Ataşehir	0	0	11,5	82	6,6
	Doğukent	0	0	4,4	70,6	25
	Çarşı	1,7	6,7	58,3	25	8,3
6.	Oturduğunuz bina kaç katlıdır?	1	2	3	4	5->
	Ataşehir	0	0	0	3,3	96,7
	Doğukent	0	0	0	0	100
	Çarşı	6,7	6,7	5	3,3	78,3
7.	Kaçıncı katta oturuyorsunuz?	1	2	3	4	5->
	Ataşehir	23	24,6	36,1	6,6	9,8
	Doğukent	24,2	18,2	19,7	24,2	13,6
	Çarşı	25	16,7	21,7	25	11,7
8.	Eviniz ana yön itibarıyla nereye bakıyor?	Caddeye	Sokağa	Bahçeye		
	Ataşehir	71,7	25,0	3,3		
	Doğukent	27,9	23,5	48,5		
	Çarşı	71,7	25	3,3		
9.	Eviniz ana yön itibarıyla hangi cepheye bakıyor?	Doğu	Batı	Kuzey	Güney	
	Ataşehir	21,3	18	23	37,7	
	Doğukent	11,8	35,3	23,5	29,4	
	Çarşı	41,7	33,3	18,3	6,7	
10.	Evinizin açık kaç cephesi var?	yok	1	2	3	4
	Ataşehir	3,3	4,9	24,6	55,7	11,5
	Doğukent	10,3	5,9	33,8	44,1	5,9
	Çarşı	3,3	3,3	78,3	15	0
11.	Kaç yıldır bu evde yaşıyorsunuz?	<-1	2-4	5-7	8-10	11->
	Ataşehir	1,6	4,9	26,2	42,6	24,9
	Doğukent	72,1	27,9	0	0	0
	Çarşı	23,3	18,3	18,3	26,7	13,3
12.	Evinizde hangi ısıtma sistemini kullanıyorsunuz?	Soba	Merkezi kalorifer	Kat kaloriferi	Kombi	Tabandan ısıtma
	Ataşehir	0	13,1	0	0	86,9
	Doğukent	0	100	0	0	0
	Çarşı	0	95	5	0	0
13.	Evinizde hangi aydınlatma türünü kullanıyorsunuz?	Akkor telli lamba (Sarı ampul)	Floresan (Tasarruflu ampuller)			
	Ataşehir	4,9	95,1			
	Doğukent	1,5	98,5			
	Çarşı	16,7	83,3			
16.	Hanehalkı sayımıza göre eviniz büyüklüğü yeterli mi?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	83,6	6,6	9,8		
	Doğukent	88,7	7,4	4,4		
	Çarşı	70	21,7	8,3		
17.	Evinizin kat yüksekliğinden memnun musunuz?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	95,1	1,6	3,3		
	Doğukent	88,2	7,4	4,4		
	Çarşı	78,3	16,7	5		

18.	Evinizde kaç mekân (oda) var?	1+1	2+1	3+1	4+1	5+1
	Ataşehir	0	0	91,8	8,2	0
	Doğukent	0	0	100	0	0
	Çarşı	0	1,7	91,7	6,7	0
19.	Evinizde ısı, ses, nem ve su yalıtımlarından herhangi bir veya bir kaç var mı?	Yok	Var			
	Ataşehir	13,1	86,9			
	Doğukent	0	100			
	Çarşı	71,7	28,3			
20.	Yalıtım varsa lütfen yalıtım türünü açıklayınız.	Isı yalıtım	Ses yalıtım	Nem ve su yalıtımı		
	Ataşehir	82	16,4	0		
	Doğukent	100	0	0		
	Çarşı	94,7	0	5,3		
21.	Eviniz duvarlarında hangi tür boyalar tercih edilmiştir?	Yağlı boya	Plastik boya	Su bazlı boya	Kurşun esaslı boya	Kireç
	Ataşehir	26,2	23	50,8	0	0
	Doğukent	19,1	35,3	45,6	0	0
	Çarşı	43,3	33,3	20	0	3,3
22.	Evinizde hangi tür pencere sistemi kullanılmaktadır?	Ahşap doğrama	Alüminyum doğrama	PVC doğrama (Pen)		
	Ataşehir	75,4	1,6	23		
	Doğukent	0	0	100		
	Çarşı	68,3	3,3	28,3		
23.	Cam tipi nedir?	Tekcam	Çiftcam (yalıtımsız)	Çiftcam (yalıtlı)		
	Ataşehir	3,3	68,9	27,9		
	Doğukent	0	100	0		
	Çarşı	25	53,3	21,7		
24.	Evinizin sizce % kaç doğal aydınlatma (güneşiği) alıyor?	% 100	% 75'i	% 50'si	% 25'i	0
	Ataşehir	11,5	41	36,1	11,5	
	Doğukent	13,2	61,8	23,5	1,5	0
	Çarşı	15	48,3	31,7	5	
25.	Evinizde 07:00-16:30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma sistemi kullanıyor musunuz?	Evet	Hayır			
	Ataşehir	14,8	85,2			
	Doğukent	33,8	66,2			
	Çarşı	41,7	58,3			
26.	Sizce evinizin pencereleri havalandırma ve aydınlatma için uygun mu?	Çok az	Az	Normal	Fazla	Çok fazla
	Ataşehir	1,6	4,9	77	9,8	6,6
	Doğukent	4,4	1,5	51,5	26,5	16,2
	Çarşı	13,3	8,3	66,7	3,3	8,3
27.	Evinizin en çok hangi mekânlarını kullanıyorsunuz?	Misafir odası	Oturma odası	Yatak odası	Çocuk odası	Mutfak
	Ataşehir	6,6	44,3	6,6	16,4	26,2
	Doğukent	2,9	67,6	2,9	1,5	25
	Çarşı	16,7	61,7	3,3	11,7	6,7
28.	Evinizin duvarlarında kullanılan renk seçiminden memnun musunuz?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	78,7	16,4	4,9		
	Doğukent	54,4	26,5	19,1		
	Çarşı	63,3	18,3	18,3		
29.	Evinizin havası sizce nasıldır?	Çok nemli	Nemli	Normal	Kuru	Çok kuru
	Ataşehir	0	1,6	90,2	3,3	4,9
	Doğukent	4,4	2,9	63,2	29,4	0
	Çarşı	3,3	1,7	78,3	15	1,7
30.	Evinizin farklı mekânlarında farklı sıcaklıklar var mı?	Misafir odası	Oturma odası	Yatak odası	Çocuk odası	Mutfak
	Ataşehir	26,2	26,2	14,8	11,5	16,4
	Doğukent	27,9	14,7	20,6	10,3	26,5
	Çarşı	26,4	11,3	3,8	30,2	28,3
31.	Dış ortamdan evinize gürültü geliyor mu?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	50,8	4,9	44,3		

	Doğukent	16,2	23,5	60,3		
	Çarşı	60	10	30		
32.	Evinize hangi saat kuşakları arasında dışarıdan çok gürültü geliyor?	07,00-12,00	12,00-19,00	19,00-24,00		
	Ataşehir	41	45,9	13,1		
	Doğukent	39,7	55,9	4,4		
	Çarşı	16,7	76,7	6,7		
33.	Sizce evinize dışarıdan gelen sesin kaynağı nedir?	Ticari Bölge Olması	Ana cadde Olması	Okula yakın olması	Komşularımın Umursamazlığı	Diğer
	Ataşehir	8,2	31,1	1,6	41	18
	Doğukent	1,5	36,8	0	35,3	26,5
	Çarşı	3,3	75	1,7	3,3	16,7
34.	Gün içinde evinizi kaç saat havalandırıyorsunuz?	0-1	2-3	4-5	6-7	8->
	Ataşehir	14,8	32,8	19,7	31,1	1,6
	Doğukent	54,4	41,2	4,4	0	0
	Çarşı	38,3	21,7	28,3	1,7	10
35.	Evinizde nem/rutubet olayları oluyor mu?	Hiç oluşmuyor	Duvarda	Tavanda	Tabanda	Pencerelerde
	Ataşehir	78,7	21,3	0	0	0
	Doğukent	80,9	8,8	1,5	0	8,8
	Çarşı	73,3	11,7	10	0	5
36.	Ne tür havalandırma sistemi kullanıyorsunuz?	Doğal	Mekanik	Doğal+mekanik		
	Ataşehir	98,4	0	1,6		
	Doğukent	79,4	0	20,6		
	Çarşı	93,3	3,3	3,3		
37.	Havalandırma sonrası yeterli temiz hava sağlanabiliyor mu?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	83,6	4,9	11,5		
	Doğukent	58,8	0	41,2		
	Çarşı	60	25	15		
38.	Eviniz dışarıdan toz alıyor mu?	Evet	Hayır	Kısmen		
	Ataşehir	52,5	23	24,6		
	Doğukent	50	27,9	22,1		
	Çarşı	81,7	6,7	11,7		
39.	Evimizin kış aylarında daha	Sıcak olmasını isterim	İstemem	Soğuk olmasını isterim		
	Ataşehir	54,1	45,9	0		
	Doğukent	66,2	27,9	5,9		
	Çarşı	53,3	46,7	0		
40.	Evimizin havasının daha	Nemli olmasını isterim	İstemem	Kuru olmasını isterim		
	Ataşehir	27,9	62,3	9,8		
	Doğukent	11,8	50	38,2		
	Çarşı	20	71,7	8,3		
41.	Evimizin daha ...	Sessiz olmasını isterim	İstemem	Gürültülü olmasını isterim		
	Ataşehir	63,9	36,1	0		
	Doğukent	57,4	36,8	5,9		
	Çarşı	78,3	21,7	0		

4.2. Ölçüm Sonuçları İle İlgili Bulgular

Tablo 16. Doğukent’e ait iç hava kalitesi parametreleri ölçümlerinin istatistiksel değerleri

Misafir Odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	45,7594	24,6312	10,2062	97,7787	,0416	,0000	20,7016	46,8881
	Medyan	45,1000	22,6500	10,0500	45,5500	,0500	,0000	20,7000	46,6000
	Stndrt Sapma	4,50934	11,61538	1,46682	158,57613	,04906	,00000	,19113	3,94177
	Minimum	37,40	19,80	7,50	4,30	,00	,00	20,05	41,10
	Maksimum	57,00	87,90	13,70	811,00	,18	,00	20,90	56,70
Oturma odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	47,2719	22,5906	,0991	97,3959	,0391	,0000	20,6937	49,8088
	Medyan	47,1500	22,5000	,1000	45,1000	,0500	,0000	20,7000	47,6000
	Stndrt Sapma	5,34695	1,28223	,03921	147,00996	,04532	,00000	,13183	10,47510
	Minimum	37,90	19,80	,05	12,30	,00	,00	20,40	20,90
	Maksimum	57,30	25,00	,22	728,00	,15	,00	20,90	92,20
Mutfak		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	47,3968	22,8226	,0742	45,5719	,0516	,0000	20,6900	48,8713
	Medyan	47,6000	22,8000	,0700	37,3000	,0500	,0000	20,7000	46,6000
	Stndrt Sapma	7,72789	1,02265	,02419	26,68033	,09353	,00000	,17311	5,76766
	Minimum	17,70	20,90	,05	12,33	,00	,00	20,09	43,10
	Maksimum	60,50	24,50	,14	120,60	,50	,00	20,90	62,05

Tablo 17. Ataşehir’e ait iç hava kalitesi parametreleri ölçümlerinin istatistiksel değerleri

Misafir Odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	40,0500	23,3875	,1000	45,3450	,0563	,0000	20,7000	50,0542
	Medyan	39,7500	23,1000	,0700	34,7500	,0500	,0000	20,7000	49,5000
	Stndrt Sapma	3,80229	1,13149	,06325	41,58095	,03704	,00000	,16418	7,12796
	Minimum	32,50	21,40	,04	9,00	,00	,00	20,40	40,30
	Maksimum	48,00	26,70	,25	174,70	,15	,00	20,90	66,40
Oturma odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	41,4750	23,3125	,1400	48,5737	,0583	,0000	20,6958	50,6333
	Medyan	40,6500	23,2500	,1200	40,7000	,0500	,0000	20,7000	50,0500
	Stndrt Sapma	3,44513	,98877	,08460	42,65159	,04584	,00000	,13981	5,88873
	Minimum	35,90	21,40	,05	12,12	,00	,00	20,30	42,90
	Maksimum	47,80	25,50	,32	194,70	,15	,00	20,90	63,30
Mutfak		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	40,7167	23,5833	,0892	49,9621	,0500	,0000	20,6958	50,0167
	Medyan	40,8500	23,4000	,0600	48,8500	,0500	,0000	20,7000	47,9000
	Stndrt Sapma	3,39010	1,45144	,06064	28,02465	,04170	,00000	,20532	7,25167
	Minimum	34,50	21,30	,05	7,93	,00	,00	20,20	41,20
	Maksimum	47,70	29,40	,28	121,70	,15	,00	20,90	68,30

Tablo 18. Çarşı'ya ait iç hava kalitesi parametreleri ölçümlerinin istatistiksel değerleri

Misafir Odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	40,7167	23,5833	,0892	49,9621	,0500	,0000	20,6958	50,0167
	Medyan	40,8500	23,4000	,0600	48,8500	,0500	,0000	20,7000	47,9000
	Stndrt Sapma	3,39010	1,45144	,06064	28,02465	,04170	,00000	,20532	7,25167
	Minimum	34,50	21,30	,05	7,93	,00	,00	20,20	41,20
	Maksimum	47,70	29,40	,28	121,70	,15	,00	20,90	68,30
Oturma odası		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	47,2757	22,4730	,0900	72,7000	,0311	,0000	20,7486	51,1919
	Medyan	43,9000	22,2000	,0800	48,6000	,0000	,0000	20,7000	52,1000
	Stndrt Sapma	8,31389	2,08841	,04190	56,67977	,04766	,00000	,15206	6,99978
	Minimum	35,50	18,70	,05	10,40	,00	,00	20,50	38,40
	Maksimum	70,20	27,10	,22	211,00	,20	,00	20,90	65,50
Mutfak		Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Havahızı (m/sn)	Işık (Lüks)	Co ₂ (%)	Co (%)	O ₂ (%)	Gürültü (dB)
	Ortalama	45,3946	22,7892	,0737	58,2832	,0297	,0000	20,7378	52,2811
	Medyan	43,6000	22,5000	,0600	48,6000	,0000	,0000	20,8000	48,6000
	Stndrt Sapma	7,23141	1,90289	,04074	32,24574	,04160	,00000	,20049	11,76107
	Minimum	34,80	19,90	,01	7,86	,00	,00	20,00	38,20
	Maksimum	68,30	27,00	,18	118,00	,15	,00	20,90	94,50

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu deneysel tez çalışması sonucunda ulaşılabilen bulgular ve anket verileriyle elde edilen bilgiler aşağıda verilen Tablo 19, 20 ve 21’de topluca verilmiştir [61 ve 80].

Tablo 19. Doğukent merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması

	Parametre	Ölçülen Değer	Karşılaştırılan Standartlar	Anket ile ilgili yorumlar	Değerlendirme Yorum /Öneriler
Misafir Odası, Oturma Odası, Mutfak	Nem (%)	45,75 47,2719 47,3968	ASHRAE: MAK KANADA HONG KONG WHO	Doğukent merkezinde nem/su yalıtımlı daire yüzdesi 0 iken, %63,2’ü evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %80,9’u evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve “Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz” sorusuna %50’ si istemezdim demiştir.	Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerinde karşılamaktadır.
	Sıcaklık (°C)	24,6312 22,5906 22,8226	ASHRAE MAK HONG KONG TSE 825 ISO 7730 WHO	Doğukent merkezinde %100’i merkezi kalorifer kullanan kullanıcıların dairelerinin %100’ünde yalıtım sistemi varken bu değerlerin tamamı ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %66,2’si kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir.	İlgili standartlara uygun olan sıcaklık değerleri aynı oranda kullanıcı memnuniyetini karşılayamamaktadır. Bunun binaların %100’ünün yeni bina olması ve ölçüm yapılan dönemin binaların ilk kışı olmasına ayrıca binaların %67,2’sinin 3 ve daha fazla cephesinin açık olmasına bağlanabilir.

	Hava hızı (m/sn)	10,2062 0,0991 0,0742	WHO	Kullanıcıların %98,4'ü %1,6'sı hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir.	İlgili standartların birçoğunda geçerli olan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezli dairelerde uygun olarak bulunmuştur.
	Işık (Lüx)	97,7787 97,3959 45,5719	WHO	Doğukent merkezinde dairelerin % 83,8'si iki ve daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların %61,8'i evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %98,5'i floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve %66,2'si 07:00 - 16:30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir.	Yapılan literatür çalışmalarında evlerde merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma değeri ideal kabul edilirken bu değerler yapılan ölçümlerde Doğukent merkezindeki dairelerde istenen düzeyde bulunmuştur. Doğukent merkezli dairelerin trafiğe 2. dereceden yakınlıkları ve ayrık nizamlı olmaları bu parametrelerde büyük öneme sahiptir.
	CO₂ (%, ppm)	0,0416 0,0391 0,0516	ASHRAE 1982 MAK KANADA HONG KONG WHO 1984 TS 12281	Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %58,8'i havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %54,4'ü evlerini gün içinde sadece 0-1 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %79,4'ü doğal havalandırma kullanmaktadır.	Standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezinde uygunken, bulunan bu değerlerin %100'lük kısmının temiz hava akımı olduğunu söylemek mümkün değildir. Kullanıcıların %50'si dışarıdan toz geldiğini belirtmesi de bunu destekler niteliktedir. O ₂ oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri % 0,05 yani (500 ppm)'in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır. Herhangi bir düzenlemeye ihtiyaç duyulmamaktadır.
	CO (%, ppm)	<0,05 <0,05 <0,05	TS 12281 WHO 1987 ABD (EPA) WHO		
	O₂ (%, ppm)	20,7016 20,6937 20,6900	WHO		

	Gürültü (dB)	46,8881 49,8088 48,8713	ASHRAE 55 WHO	Doğukent merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde hiçbirinde ses yalıtımı yoktur. Kullanıcıların %60,3'ü dışarıdan kısmen gürültü geldiğini, %55,9'u 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %57,4'ü evlerinin daha sessiz olmasını isterken, %36,8'i ana cadde olmasına, %35,3'ü komşularına, %26,5'i de diğer sebeplere bağlamaktadır.	İlgili standart ve çalışmalar değerlendirildiğinde konutlarda tüm odalarında, sınır değer kabul edilen 60 dB şehir merkezinde olmamasından dolayı aşılmadığı dikkat çekmektedir. Ancak kullanıcıların %57,4'ünün evlerinin daha sessiz olmasını istemesi bu standartların kullanıcı isteklerini karşılamadığını göstermektedir. Doğukent merkezli dairelerdeki gürültü ölçüm değerlerinin standartlara uygun çıkmaması ve kullanıcı memnuniyeti ölçüm yapılan mahallerdeki yeni yapılaşma ve inşaat sahasının fazla olmasına bağlanabilir.
	RENK OLGUSU	---	----	Kullanıcıların %54,4'ü duvarlarında kullanılan boya renginden memnun olduklarını söylerken %26,5'i memnun olmadığını belirtmiştir.	Doğukent merkezli ölçüm ve anket uygulaması yapılan dairelerin kullanıcılarının duvarlarında kullanılan renkten memnun olmamaların sebebi bu dairelerin %100'ünün 1-2 yıllık bina olması ve yapım aşamasında tek tip rengin ve boyanın tercih edilmesine bağlanabilir. Bu konuyla ilgili kişisel çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Tablo 20. Çarşı merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması

Misafir Odası, Oturma odası, Mutfak	Parametre	Ölçülen Değer	Karşılaştırılan Standartlar	Anket ile ilgili yorumlar	Değerlendirme / Yorum
	Nem (%)	40,7167 47,2757 45,3946	ASHRAE MAK KANADA HONG KONG WHO	Çarşı merkezinde nem/su yalıtımlı daire yüzdesi 5,3 iken, %78,3'ü evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %73,3'ü evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve “Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz” sorusuna %62,3 istemezdim demiştir.	Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerini de karşılamaktadır. ASHRAE'ye göre kullanıcıların %80 ve daha fazlasının memnun olduğu değerler kabul edilebilir değerlerdir. Bu çalışmada Çarşı merkezine ait nem ölçümlerinde %73,3'lik bir değer ile gerekli nem değerlerine çok yaklaşılmıştır. Herhangi bir ek düzenlemeye gerek duyulmamaktadır.
	Sıcaklık (°C)	23,5833 22,4730 22,7892	ASHRAE MAK HONG KONG TSE 825 ISO 7730 WHO	Çarşı merkezinde %95'i merkezi kalorifer %5'i ise kat kaloriferi kullanan kullanıcıların dairelerinin %28,3'ünde yalıtım sistemi varken bu değerinde %94,7'si ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %53,3'ü kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir.	Verilmiş olan standartlara uygun olan sıcaklık değerleri aynı oranda kullanıcı memnuniyetini karşılayamamaktadır. Bunun kullanılan pencere sisteminin %68,3'ünün yalıtımsız cam olmasına bağlanabilir. Çarşı merkezindeki kullanıcıların %53,3'ü ölçüm yapılan kış aylarında sıcaklıktan memnun olmadıklarını belirtmiştir. Bu değerde ASHRAE 55'in %80'lik değerinin çok altında kalmaktadır. Buradan da anlaşılmaktadır ki MAK, ASHRAE, Hong Kong, TSE 825 ve ISO 7730'da istenen sınır değerlerin tek başına iken geçerli olmaktadır, diğer parametreler ile birleştiğinde huzur kriterlerini karşılamamaktadır. Bunun için çarşı

					merkezinde ısı yalıtım olmayan % 72,7'lik dairelerde gerekli düzenlemelere gidilmelidir.
	Hava hızı (m/sn)	0,0892 0,0900 0,0737	WHO	Kullanıcıların % 93,3'ü doğal havalandırma ve % 3,3 yapay havalandırma kullanırken % 3,3'ü de hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir.	Bulunan hava akım hızı değerleri ilgili standart ve mevcut çalışmalara göre uygun bulunmuşken aynı zamanda kullanıcı memnuniyetiyle de doğru orantılı bir eğri çizmektedir. Standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri ve kış aylarında 8-10, yazın ise 13-27 m/dakika hız istenir özelliktedir. Bu değerler büyük oranda çarşı merkezinde sağlanmıştır. Ancak çarşı merkezindeki dairelerin tamamına yakın kısmının trafiğe açık alanda olması dışarıdan hava hızının doğal sistemlerle karşılandığı bu örneklerde birçok sağlık problemlerine sebep olacak düzeydedir. Bu sebepten dolayı çarşı merkezde yapılan ölçümlerin tamamının bulunduğu mahallerde trafikten gelebilecek toz, partikül, kurşun esaslı uçucu organik maddeler, gürültü gibi kirleticileri önlemek için yerel yönetimlerin trafiğe açık alanlarda gerekli ağaçlandırma ve düzenlemeleri yapması uygun olacak ve bu değerleri büyük oranda azaltacaktır. Ayrıca bu ve benzeri konutların en az 1 cephesinin park ya da bahçeye bakıyor olması temiz hava ihtiyacını sağlamak adına merkez oluşturabilecektir.
	Işık	49,9621	WHO	Çarşı merkezinde dairelerin % 93,3'ünün iki ve	Merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının

	(Lüx)	58,2832 45,3450		daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların %048,3'ü evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %83,3'ü floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve % 58,3'ü 7:00 - 16:30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir.	80 lükslük bir aydınlatma ideal kabul edilirken bu değerler yapılan ölçümlerde elde edilememiştir. Bununla ilgili olarak çarşı merkezli dairelerde binaların bitişik nizamlı olması ve ayrık nizamlı olan Doğukent merkezli dairelere göre bu parametrelerin neredeyse %50 oranında düşük çıkmasına sebep olmuştur.
	CO₂ (%, ppm)	0,0500 0,0311 0,0563	ASHRAE 1982 MAK KANADA HONG KONG WHO 1984 TS 12281	Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %60'ı havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %38,3'ü evlerini gün içinde sadece 0-1 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %93,3 ü doğal havalandırma kullanmaktadır.	İlgili çalışma ve standartlarda yer alan 0,05 m/sn-0,10 m/sn'lik hava akım değeri Doğukent merkezinde kabul edilebilir sınırlarda bulunmuştur. Ancak bulunan bu değerlerin tamamının temiz hava ihtiyacını karşıladığını söylemek doğru değildir. Çünkü kullanıcıların %81,7'si dışarıdan toz geldiğini belirtmiştir ve dairelerin tamamının 1. dereceden şehir merkezinde olması da bu değerlendirmeyi güçlendirmektedir. O ₂ oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri % 0,05 yani (500 ppm) in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır.
	CO (%, ppm)	<0,05 <0,05 <0,05	TS 12281 Who 1987 ABD (EPA) WHO		
	O₂ (%, ppm)	20,6958 20,7486 20,7378	WHO		

	Gürültü (dB)	50,0167 51,1919 52,2811	ASHRAE 55 WHO	Çarşı merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde ses yalıtımı bulunmamaktadır. Kullanıcıların %60'ı dışarıdan gürültü geldiğini, %76,7'si 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %78,3'ü evlerinin daha sessiz olmasını isterken, %75'i de gürültünün sebebini ana cadde olmasına bağlamaktadır.	Araştırılan literatür çalışmaları ve ilgili standartlara bağlı olarak konutlarda sınır değer kabul edilen 60dB in çarşı merkezi olmasa rağmen aşılmadığı, ancak rahatsız edici düzey olarak kabul edilen 50 dB i aştığı ve bu gürültünün Kesikli Gürültü olduğu göz önüne alındığında kullanıcıların %78,3 gibi yüksek bir oranda evlerini sessiz olmasını istemesine bağlı olarak standartların gerekli huzur kriterlerini sağlamadığı söylenebilir. Ölçüm yapılan çarşı merkezli dairelerde %68,3'ünün ahşap pencere sistemi kullanması ve 53,3'ünde yalıtımsız çift cam sistemi olması %75'lik oranda trafiğe bağlı gürültü kaynağını destekler niteliktedir. Bu sebepten dolayı da çarşı merkezli dairelerde (ses) yalıtımlı çift cam sistemi tercih edilmelidir.
	RENK OLGUSU	----	----	Çarşı merkezli olarak yapılan anket uygulamasında kullanıcıların %63,3'ü duvarlarda kullanılan renkten memnun olduğunu belirtmişken, memnun olmadığını belirten kullanıcı yüzdesi 18'dir.	Çarşı merkezinde anket uygulaması yapılan evlerin %58,3'ünün 11-15 yıllık olması ve tercih edilen renk paletlerinin uygulanmış olabileceğini göstermiştir.

Tablo 21. Ataşehir merkezli ölçüm sonuçları, standart ve anket sonuçlarının karşılaştırması

Misafir Odası, Oturma Odası, Mutfak	Parametre	Ölçülen Değer	Karşılaştırılan Standartlar	Anket ile ilgili yorumlar	Değerlendirme Yorum
	Nem (%)	40,0500 41,4750 40,7167	ASHRAE MAK KANADA HONG KONG WHO	Ataşehir merkezinde dairelerin %86,9’unda herhangi bir yalıtım varken bu yalıtımın %5,3’ü nem/su yalıtımıdır. Daire kullanıcılarının %90 evlerinin havasının mevcut nem durumundan memnundur. %73,3’ü evinin hiçbir mahalinde nem oluşumu gözlenmediğini söylemiştir ve “Evinizin daha nemli olmasını ister misiniz” sorusuna %62,3’ü istemezdim demiştir.	Verilmiş olan standartlara uygun olan nem değeri aynı zamanda kullanıcıların huzur değerlerini de %62,3’le karşılamaktadır. Ancak ASHRAE 55’e göre kullanıcıların %80 ve daha fazlasının memnuniyetini gerektiren huzur değerleri sağlanamamıştır.
	Sıcaklık (°C)	23,3875 23,3125 23,5833	ASHRAE MAK HONG KONG TSE 825 WHO	Ataşehir merkezinde % 86,9’u tabandan ısıtma sistemi kullanan kullanıcıların dairelerinin %13,1’inde yalıtım sistemi varken bu değerinde %82’si ısı yalıtımı yapıldığına dair cevap vermiştir. Anketi dolduran bina sakinlerinin %54,1’i kış aylarında evlerinin daha sıcak olmasını istemiştir.	İlgili standartlara uygun olan sıcaklık değerleri kullanıcı memnuniyetini %50 oranında karşılamaktadır. Odanın havalandırması konut içi ısıyla yakından ilişkilidir. Aşırı ısıtmadan sonra pencerelerin açılmasına yol açmayacak bir ısıtma sistemi kurulmalıdır. Kalorifer bu açıdan oldukça elverişlidir. Bunun binaların %86,9’nun tabandan ısıtma sistemine sahip olmansa rağmen alt katlarda yeterli verimin alınmamasına bağlayabiliriz.
	Hava hızı (m/sn)	0,1000 0,1400 0,0892		Kullanıcıların % 98,4’ü doğal havalandırma ve %1,6’sı hem doğal hem de yapay havalandırma sistemini kullandığını ifade etmiştir.	Hava hızı değerleri ilgili standart ve çalışmalarda belirtilen değerlerin %75’lik üst sınırında bulunmaktadır ve kullanıcı memnuniyeti de ilgili anket

					soruları ile pekiştirilmiştir. Kış aylarında 8-10, yazın ise 13-27 m/dakika hız istenir özelliiktir.
	Işık (Lüx)	48,5737 49,9621 47,2574	WHO	Ataşehir merkezinde dairelerin %93,3'ünün iki ve daha fazla cepheye sahiptir. Kullanıcıların % 41'i evlerinin %75 doğal aydınlatma aldığını söylemiştir. Ayrıca kullanıcıların %95,1'i floresan (yapay aydınlatma) kullanmaktadır ve % 85,2'si 7.00 -16.30 saatleri arasında herhangi bir yapay aydınlatma kullanmadığını belirtmiştir.	Merdivenlerin 30, mutfaklarda 100, oturma odalarının 80 lükslük bir aydınlatma ideal kabul edilirken Ataşehir merkezli dairelerde yapılan ölçümlerde bu değerler tıpkı Çarşı merkezinde olduğu gibi Doğukent merkezli dairelere göre yaklaşık %50 oranında düşük çıkmıştır. Ataşehir merkezli evlerin tamamına yakın kısmının aydınlatma değerlerinin düşük çıkması ayrıklı nizamli olmasına karşın site içi olması ve 2'ser cephelerinin birbirleri tarafından kapatılmasına bağlanabilir. Bu sebeplerden dolayı da uygun yapay aydınlatma yöntemleri ile bireysel çözüme gidilmelidir.
	CO₂ (%, ppm)	0,0583 0,0500 0,0500	ASHRAE 1982 MAK KANADA HONG KONG WHO 1984 TS 12281	Ataşehir merkezli yapılan anket sonuçlarında kullanıcıların %83,6'sı havalandırma sonrası yeterli temiz havanın sağlandığını belirtmişken kullanıcıların %32,8'i 2-3 saat havalandırdıklarını belirtmiştir. Bu kullanıcıların %98,4'ü doğal havalandırma kullanmaktadır.	Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun konutlarla ilgili olan (250-257 madde) 250. maddeye göre Sağlık Bakanlığınca hazırlanan "Meskenlerin Haiz Olacakları Sağlık Şartlarına Ait Talimat'ta konutlarda kat yüksekliğinin limit değerleri dikkate alınmalıdır. Hava hareketlerinin etkisini değiştirir. Yapay sistemlerde kişi bunu kendi termal konforuna göre ayarlamaktadır. Bu açıdan pencereler gereğinde havanın akımını sağlayabilecek biçimde yerleştirilmelidir. Yatay ve dikey açılma özelliği olan pencereler daha istenen bir pencere tipidir. Öğleden sonra geç saatlerde eve yaz güneşinin girmesi istenmeyebilir. Ancak pencerelerden
	CO (%, ppm)	<0,05 <0,05 <0,05	TS 12281 WHO 1987 ABD (EPA) WHO		
	O₂ (%, ppm)	20,7000 20,6958	WHO		

		20,6958			girecek güneş ışını kış aylarına göre ayarlanmalıdır. Özellikle kışın uzun süre kapalı kalınan ortamlarda kokunun önlenilmesine yetecek hava değişimi gerekir. Çevreden ev içerisine koku ve kirli havanın girmesini engellenmelidir. Kişi başına, metreküp olarak saatte değişmesi gereken hava miktarı, konutun fiziksel özellikleri, mevsim ve iklime göre farklılık gösterir. Saatte kişi başına 100 metreküp havaya gereksinim bulunmaktadır. Kişi başına 25-39 metreküplük hava hacmi, bu değeri sağlayabilmek için saatte üç kez değiştirmek zorundadır. Standartlarda ve yapılan diğer çalışmaların birçoğunda sınır değer kabul edilen hava akımı hızının uygun olmasına rağmen doğal havalandırma ile sağlanan havanın tamamının temiz ve sağlıklı olduğunu söylemek doğru değildir. Ayrıca kullanıcıların %52,5'i dışarıdan toz aldığını belirtmiştir. O ₂ oranı yaşam şartları için %20,7 olmalıdır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar sınır değerlere uygundur. CO değeri % 0,05 yani (500 ppm) in altında bulunmuştur ve sınır değerlerin altındadır.
	Gürültü (dB)	50,0542 50,6333 50,0167	ASHRAE 55 WHO	Ataşehir merkezli yapılan anket sonuçlarına göre; kullanıcıların dairelerinde %13,1'inde herhangi bir yalıtım varken bu değer %16,4'ü ses yalıtımıdır. Kullanıcıların	Mevcut çalışmalar ve ilgili standartlara bağlı olarak konutlarda sınır değer kabul edilen 60dB in şehir merkezi olmamasına rağmen Ataşehir merkezinde sınır değerleri aşmamasına rağmen çarşı merkezi kadar

				%50,8'i dışarıdan gürültü geldiğini, % 45,9'u si 12.00-19.00 saatleri arasında gürültünün daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kullanıcıların %63,9'u evlerinin daha sessiz olmasını isterken, % 41 i komşularına %31'i de okula yakın olmansa bağlamıştır.	yüksek çıkması ve bu değerin rahatsız edici düzey olarak kabul edilen 50 dB in çok düşük oranlarda üzerinde olması ancak %63,9'unun evlerini sessiz olmasını istemesine bağlı olarak standartların gerekli huzur kriterlerini geçerli oranda sağladığı söylenebilir. Gürültü seviyelerinde genellikle sınır değer olarak 85-90 dB alınmaktadır. Ancak bu seviyeye gün içinde 8 saat maruz kalmak ciddi problemlere yol açar. Bu sebeplerden dolayı ses seviyesi her ne kadar sınır değerleri aşmasa da rahatsız edici düzeyde olduğundan Ataşehir merkezli dairelerde komşu kaynaklı olduğu düşünülen gürültü kaynağına bireysel çözüm önerileri getirilmelidir.
	RENK OLGUSU	----	----	Ataşehir merkezli dairelerde yapılan anket sonuçlarına göre evlerinin duvarlarında kullanılan renkten memnun olan kullanıcı yüzdesi 78,7'dir.	Anket sonuçlarından elde edilen %78,7'lik bu değer kullanıcıların %70,5 11-15 yıllık binalar olmasına bağlanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] **Sezer, F.Ş.**, (2004), Türkiye’de Isı Yalıtımın Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10 s. 79-85.
- [2] **Yüksel, N.**, (2005), Günümüz Kamu Kurumlarında Yapısal Konfor Koşullarının Tespit Edilmesine Yönelik Bir Çalışma, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi.
- [3] **Topay, M.**, (1999), Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 74100 Bartın.
- [4] **Ekinci, C.E.**, (2007), Biyoharmoloji. Elazığ: Data Kitabevi.
- [5] **Schramek, E.**, Recknagel-Sprenger Schramek- Isıtma ve Klima Tekniği El Kitabı, TTMD, Ankara.
- [6] **Hoppe, P., Martinac, I.**, (1998). Indoor Climate and Air Quality. Review of Current and Future Topics in The Field of ISB Study Group 10. J Biometeorol. 42.
- [7] **Oral, G.K. ve Yener, A.K.**, (2004), Building Envelope Design With The Objective To Ensure Thermal, Visual And Acoustic Comfort Conditions, Building And Environment, 39(3), 281-287.
- [8] **Kumbur, H., Özsoy, H.D. ve Özer, Z.**, (2003), Mersin İlinde Hassas Bölgelerde Gürültü Düzeyinin 1998-2002 Yılları Arasındaki Değişiminin Araştırılması, Ekoloji Çevre Dergisi, 13(49),25-30.
- [9] **Erdoğan, A.R.**, İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fak. Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı (<http://www.katalitikkonvektor.com/>).
- [10] Architerra, VisualComfort in Chapter 4. web site accessed at 18th January 2009. http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4_2_VISUAL_COMFORT.pdf.
- [11] **Berkeley, C.A.**, (2000), International Energy Agency (IEA), Daylight in Buildings, A source book on daylighting systems and components, International Energy

Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, The Lawrence Berkeley National Laboratory.

- [12] **Manav, B.**, (1993), An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminances, Building and Environment, Vol.42, s.979–83.
- [13] **Fontoynt, M.**, (2002), Perceived performance of daylighting systems: lighting efficacy and agreeableness, Solar Energy, Vol.73, s. 83–94, 2002.
- [14] **Pola, H.H. ve Sümer, H.**, Sivas'ta Trafik Gürültüsü, C.Ü. Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Sivas.
- [15] **Karabiber, Z.**, (2002), Gürültü kirliliği ve yapılarda ses yalıtımı.. İzolasyon Dünyası Dergisi, Eylül-Ekim, 6-10.
- [16] **Ramstetter, M. ve Marlyn, K.**, (1977), V. Exploring Living Environment, McKnight Publishing Co., Bloomington, Illinois.
- [17] **Çüler, Ç.**, (1994), Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:19, Ankara.
- [18] **Miller, A.R.**, (1987), Noise as Health Hazard in Last, J.M. Public Health and Human Ecology, Appleton-Lange, East Norvvalk, Connecticut.
- [19] **Kryter, K.D.**, (1973), İmpairment to hearing from exposure to noise., J. Acoust Soc. Am. 53, 1211-1234.
- [20] **Miller, A.R.**, (1975), Noise as Health Hazard, Ambio 4, 6-13.
- [21] **Butera, F.M.**, (1998), Principles of Thermal Comfort. Chapter 3 in: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2 (1-2): 39-66.
- [22] **Öngel, K., Mergen, H. ve Toksoy, M.**, Ulusal 1. Tesisat Mühendisliği Kongresi.
- [23] **Berköz, E.**, (1969), Biyoklimatik Konfor Yönünden Tavan Yüksekliğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Metot, Doktora tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, s 1-10.

- [24] **Soysal, S.**, (2008), Konut binalarında tasarım parametreleri ile enerji tüketimi ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi Gazi Üniversitesi 1-15.
- [25] **ASHRAE, (1989)**, Handbook Fundamentals, chp.8, Atlanta, American Society of Heating Refrigeration and air- conditioning Engineers, p:29.
- [26] **Kaynaklı, Ö. ve Yamankaradeniz, R.**, (2002), Geçici Rejim enerji Dengesi Modeli ile Isıl Konfor Şartlarının İş Verimi Açısından Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.
- [27] **Avcı, A. ve Yiğit, A.**, (1992), Değişik giysilerin ısı ve kütle transferi özelliklerinin insan konforu açısından incelenmesi, 2. Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, 165-174.
- [28] **Reznik, M.**, (1996), Structure and functions of the cutaneous nervous system. Pathol Biol (Paris)., 44(10):831-7.
- [29] **Kaya, M.**, (2004), [www. netyorum.com/sayi/152/20040120-11.htm](http://www.netyorum.com/sayi/152/20040120-11.htm) 512.
- [30] **Semiz, B.D.**, (1990), İnsan Anatomisi ve Fizyolojisi. 207s. Marmara Üniversitesi, Yayın No. 476. İstanbul.
- [31] **Huang, J. ve Xu, W.**, A New Practical Unit for the Assessment of the Heat Exchange of Human Body.
- [31] **Pamuk, O.**, (2005), Thermal Manikins and Clothing Comfort, E-journal of New World Sciences Academy.
- [32] **Yang, W. ve Zhang, G.**, (2007), Thermal comfort in naturally ventilated and air-conditioned buildings in humid subtropical climate zone in China, Int J Biometeorol. (Epub).
- [33] **Chowdhury, A.A., Rasul, M.G. ve Khan, M.M.K.**, (2007), Thermal-comfort analysis and simulation for various low-energy cooling-technologies applied to an office building in a subtropical climate., Applied Energy, In Press, Corrected Proof, Available online 3.
- [34] **Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği**, Resmi Gazete Tarihi: 09/10/2008 sayı:27019.

- [35] **Ekinci, C.E.**, (2008), Bordo Kitap, Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Elazığ: Data Kitapevi.
- [36] **Hashiguchi, N., Hirakawa, M., Tochihara, Y., Kaji, Y. ve Karaki, C.**, (2005), Thermal environment and subjective responses of patients and staff in a hospital during winter. J Physiol Anthropol Appl Human Sci., Jan;24(1):111-5.
- [37] **Öngel, K.**, Isıl konfor parametrelerinin insan vücudundaki etkilerine yönelik literatür taraması, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD, Isparta.
- [38] **Yiğit, A.**, (1995), Hava hızı ve hareketlerinin ısı konfor şartlarına etkisi, 10. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Ankara, 603-612.
- [39] **Topay, M.**, (2007), Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Fen Bilimleri Dergisi cilt 8, sayı 5.
- [40] **Güler, H. ve Ülkü, S.**, (2007), Bitişik nizamlı villa tipi konutlarda yapısal konfor koşulları üzerine bir araştırma, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 12, Sayı 2.
- [41] **İnsel, H.**, (2009), Hava durumunun insan sağlığı üzerindeki etkisi.
- [42] **Toksoy, M.**, (1993), Isıl Konfor, I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nin Bildiriler Kitabı Bölüm 2 ve 3.
- [43] **Yiğit, A. ve Atmaca, İ.**, (2005), İklimlendirilen ortamlar için ısı konforun geçici rejim enerji dengesi modeli ile değerlendirilmesi, İklim Ulusal İklimlendirme Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı: 232 – 243.
- [44] **ASHRAE, (1995)**, Applications Handbook. Chapter 41, Control of Gaseous Indoor Air Contaminants.
- [45] **Tübitak Bilgi Edinme Merkezi**,
http://www.biltek.tubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz.
- [46] **Borat, O., Balcı, M. ve Sürmen, AS.**, (1992), Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları-3, Ankara, s.1-4.

- [47] **Schramek, E.**, (1999), Recknagel-Sprenger Schramek- Isıtma ve Klima Tekniği El Kitabı, TTMD, Ankara.
- [48] **Montgomery, D.D. ve Kalman, D.A.**, (1988), Indoor/outdoor air quality: reference pollutant concentrations in complaint-free residences, Applied Industrial Hygiene, 4 ,17-20.
- [49] **ASHRAE, (1989)**, Standard 62- 1989- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [50] **ASHRAE, (2001)**, Standard 62- 2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [51] **Gönüllü, M.T., Bayhan, H., Avşar, Y. ve Arslankaya, E.**, (2002), YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane binası iç ortam havasındaki partiküllerin incelenmesi, Harran Üniversitesi 4.GAP Mühendislik Kongresi (Uluslararası Katılımlı) Bildiriler Kitabı, 1384- 1389.
- [52] Managin in door air quality h.e. Borroughst –shirley hansen 3. Baskı sayfa 284-285 in door air quality students referance guide George benda.
- [53] **Kumbur, H., Zenen, O., Köksal, M. ve Özçınar, B.**, (Haziran 1996), İçel’de Evlerde Radon Düzeylerinin Arastırılması, I. Uludag Çevre Mühendisligi Sempozyumu, UÜ, 24- 26, Bursa, s.799-810.
- [54] **Haghighat, F. ve Zhang, Y.**, (1999), Modelling of emission of volatile organic compounds from building materials-estimation of gas-phase mass transfer coefficient, Building and Environment, Elsevier Sci., 34 377-389.
- [55] <http://ehs.ucdavis.edu/hs/ConfSpace/index.cfm>, 28.02.2005. tarihli erişim <http://www.oshforeveryone.org/wsib/files/hrdc/confinen.htm?noframe>.
- [56] **Kismet, E. ve Karataş, M.**, (2004), Ankara’da farklı bölgelerde yaşayan değişik yaş grubu çocuklarda kan kurşun düzeyleri Gülhane Tıp Dergisi 46 (1) : 33 – 37.

- [57] **Spengler, J.D., Dilvali, K.M. ve Samet, J., (1996),** Click to go to Poststudy Questons, Indoor Air Pullution.htm, Less 26, Volum 11.
- [58] **Breyse, P.N., Buckley, T.J., Williams, D., Beck, C.M., Jo, S.J. ve Merriman. B., (2005),** Indoor exposures to air pollutants and allergens in the homes of asthmatic children in inner-city Baltimore. Enviromental Research. 98: 167–176.
- [59] **Schafer, T., Heinrich, J., Wjst, M., Krause, C., Adam, H., Ring, J. ve Wichmann, H.E., (1999),** Indoor risk factors for atopic eczema in school children from East Germany. Environmental Research, 81: 151–158.
- [60] **Guo, H., Lee S.C, ve Chan, L.Y., (2004),** Indoor air quality in ice skating rinks in Hong Kong. Enviromental Research, 94: 327–335.
- [61] **Bulut, H., VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi.**
- [62] **ASHRAE, (2003),** ASHRAE HandbookCD, 2001 Fundamentals, Chapter 9: Indoor Environmental Health, Atlanta, USA.
- [63] **Çağatay, G. ve Çobanoğlu, Z.,** Kapalı ortam hava kirlenmesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Serisi No: 9 syf 14-15.
- [64] **Branis, M., Rezecova, P. ve Domasova, M., (2005),** The effect of outdoor air and indoor human activity on mass concentrations of PM10, PM2.5 and PM1 in a classroom. Enviromental Research, 99: 143–149.
- [65] **<http://www.dunyafuar.com.tr/rvcist/gorus2.asp>.**
- [66] **Evcı, D., Vaizoğlu, S., Özdemir, M., Aycan, S. ve Güler, Ç., (2005),** Ankara’da 46 Kahvehanede Formaldehit Düzeylerinin Belirlenmesi, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, (3): 129–135.
- [67] **Clarisse, B., Laurent, A.M., Seta, N., Le Moullec, Y. ve El Hasnaoui, A., (2003),** Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings. Environmental Research, 92: 245–253.
- [68] **<http://mimarlik.anatoliasystem.com/icmekanBoyalari.html>.**

- [69] **TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni**, 2007: 6 (3) www.korhek.org.
- [70] **Lee, S.C., Li, W. ve Ao, C.**, (2002), Investigation of indoor air quality at residential homes in Hong Kong: a case study, *Atmospheric Environment*, 36, 225–237.
- [71] **Bulut, H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz, T.**, (2003), New Outdoor Heating Design Data for Turkey, *Energy*, 28/12, 1133-1150.
- [72] **GUO, H., LEE, S.C. ve CHAN, L.Y.**, (2004), Indoor air quality in ice skating rinks in Hong Kong, *Environmental Research*, 94, 327–335.
- [73] **Stranger, M., Potgieter V. ve Grieken, R.**, (2007), Comparative overview of indoor air quality in Antwerp, Belgium, *Environment International*, 33, 789–797.
- [74] **Vural, S.M.**, (2004), Yapı içi hava niteliği risk süreci modeli belirlenmesi, Doktora Tezi İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [75] **Şahin, Ü.**, (2000), İstanbul’da 1994-1998 Hava Kirliliği Düzeyleri ile Mortalite Arasındaki İlişki, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- [76] **WHO, (1987b)**, Nitrogen Dioxide, Air Quality Guidelines for Europe, European Series 23, WHO Regional Publications, Copenhagen.
- [77] **EPA, (1991)**, Radon-resistant Construction Techniques for New Residential Construction, EPA/625/2-91/032, Washington DC.
- [78] **TSE, (1997)**, Çevre Sağlığı – Lejyoner Hastalığı’nın (Lejyonellozis) Önlenmesi İçin Alınması Gereken Tedbirler, TS 12093, Ankara.
- [79] **ASHRAE, (1999)**, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ANSI/ASHRAE 62-1999, Atlanta.
- [80] **www.istatistikmerkezi.com** Veri Analiz Yöntemleri.

ÖZ GEÇMİŞ

1985 yılında Ankara’da doğdum ve ilk ve orta öğrenimimi Ankara’da tamamladım. 2001 yılında Ankara Ticaret Meslek Lisesi’nden okul birincisi olarak mezun oldum.

2002 yılında Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü’nü kazanarak 2006 yılında bu bölümden üçüncülükle mezun oldum. Aynı yıl Eylül-Kasım tarihleri arasında 3 ay süre ile Leonardo da Vinci Avrupa Birliği Mesleki Eğitim programı dahilinde İspanya’da “Bina Yapım Sistemleri-Eğitim Yapıları Sevilla Örnekleme” konu başlıklı proje ile 1 ay süre ile dil eğitimi, 1 ay süre ile proje çalışmaları ve aynı zaman zarfında 2 ay süre ile mimarlık bürosunda staj yaptım.

2007 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimime başladım. Elazığ’da ikamet etmekteyim ve evliyim.