

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI YAPI TASARIMINDA
MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİL KOKULU

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

ARALIK 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI YAPI TASARIMINDA
MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NİL KOKULU
502131527**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER

ARALIK 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502131527 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Nil KOKULU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SAĞLIKLI YAPI TASARIMINDA MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. İkbâl ÇETİNER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : 11 Kasım 2016
Savunma Tarihi : 20 Aralık 2016

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan, yakın ilgisini ve bilgi birikimini esirgemeyen ve bana şans getiren çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER'e ve bölüm başkanımız olmak üzere, bende emeği olan tüm hocalarıma sonsuz sevgilerimle teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, inandıklarımı ve yapmak istediklerimi her daim destekleyen sevgili babam Vecdi KOKULU'ya, sevgili annem Zerin KOKULU'ya, sevgili ablam İpek BATMAN'a ve tüm aileme, başta Ceren TAT olmak üzere, bana güvenip yanımda olan tüm dostlarıma sevgi ile teşekkür ederim.

Hazırlamış olduğum bu tez çalışmasının, çevreye ve insan sağlığına katkı sağlamasını ve bundan sonraki çalışmalar için öncü olmasını temenni ederim.

Aralık 2016

Nil Kokulu
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	2
1.2 Çalışmanın Kapsamı ve Önemi.....	3
1.3 Çalışmanın Yöntemi	4
2. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMINDA KULLANICI VE YAPI GEREKSİNİMLERİ.....	5
2.1 Yapı Biyolojisinin Tanımı	6
2.2 Yapı Biyolojisi Kapsamında İnsan.....	9
2.2.1 Sağlıklı yapılarda kullanıcı gereksinimleri	11
2.2.1.1 İnsanın sosyolojik gereksinimleri	14
2.2.1.2 İnsanın psikolojik gereksinimleri.....	15
2.2.1.3 İnsanın biyolojik gereksinimleri	17
2.3 Yapı Biyolojisi Kapsamında Yapı.....	18
2.3.1 Sağlıklı yapılarda bulunan temel özellikler	20
2.3.1.1 Sağlıklı yapılarda dış çevre özellikleri.....	22
2.3.1.2 Sağlıklı yapılarda iç çevre özellikleri.....	23
3. SAĞLIKLI YAPILARDA MEKÂNSAL KALİTE VE ÖLÇÜTLERİ	29
3.1 İç Mekân İkliminde Hava Kalitesi	29
3.1.1 Zararlı gazlar	37
3.1.1.1 Karbondioksit	37
3.1.1.2 Karbonmonoksit.....	38
3.1.1.3 Azotoksitler	39
3.1.1.4 Ozon.....	40
3.1.1.5 Kükürtoksitler	42
3.1.1.6 Radon	43
3.1.2 Biyoaerosoller (biyolojik kirleticiler).....	46
3.1.3 Uçucu organik bileşikler.....	48
3.1.3.1 Formaldehit.....	49
3.1.3.2 Benzen.....	52
3.1.3.3 Kloroform.....	53
3.1.3.4 Toluen	53
3.1.3.5 Ksilen	54
3.1.3.6 Pestisitler	54
3.1.4 Partikül maddeler	56
3.1.4.1 Kurşun	57
3.1.4.2 Asbest.....	58
3.1.4.3 Tozlar	60
3.1.5 Kokular	63
3.2 İç Mekânda İklimsel Konfor	65

3.2.1 Nem.....	66
3.2.2 Sıcaklık.....	69
3.2.3 Hava hareketi.....	71
3.3 İç Mekân İkliminde Görsel Konfor.....	72
3.4 İç Mekân İkliminde Akustik Konfor.....	77
3.5 İç Mekân İkliminde Elektroiklimsel Konfor	79
3.5.1 Elektroiklimsel kirlilik	79
3.5.2 Radyasyon	82
3.6 Biyoklimatik Yapı Analizi	85
3.6.1 Alan, dalga ve radyasyon ölçümleri.....	86
3.6.2 Toksinler ve iç mekan iklimi	90
3.6.3 Mantar, bakteri ve alerjenlerin ölçümü	93
4. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMINDA MALZEME SEÇİMİ	97
4.1 Malzeme Seçim Kriterleri	103
4.1.1 Doğal ve yapay taş (beton) esaslı malzemeler.....	104
4.1.1.1 İç mekan iklimine etkisi.....	105
4.1.1.2 Yaşam döngüsü	107
4.1.1.3 Kaynak etkinliği	109
4.1.2 Ahşap esaslı malzemeler	110
4.1.2.1 İç mekan iklimine etkisi.....	111
4.1.2.2 Yaşam döngüsü	113
4.1.2.3 Kaynak etkinliği	114
4.1.3 Metal esaslı malzemeler	115
4.1.3.1 İç mekan iklimine etkisi.....	115
4.1.3.2 Yaşam döngüsü	116
4.1.3.3 Kaynak etkinliği	118
4.1.4 Polimer esaslı malzemeler	119
4.1.4.1 İç mekan iklimine etkisi.....	119
4.1.4.2 Yaşam döngüsü	120
4.1.4.3 Kaynak etkinliği	122
4.1.5 Pişmiş toprak esaslı malzemeler	123
4.1.5.1 İç mekan iklimine etkisi.....	123
4.1.5.2 Yaşam döngüsü	124
4.1.5.3 Kaynak etkinliği	125
4.1.6 Yalıtım malzemeleri.....	125
4.1.6.1 İç mekan iklimine etkisi.....	126
4.1.6.2 Yaşam döngüsü	128
4.1.6.3 Kaynak etkinliği	129
4.1.7 Boyalar	130
4.1.7.1 İç mekan iklimine etkisi.....	130
4.1.7.2 Yaşam döngüsü	131
4.1.7.3 Kaynak etkinliği	132
5 MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	135
5.1 Değerlendirmenin Amacı	135
5.2 Yöntem	135
5.2.1 Sistem açılım düzeyinin belirlenmesi	137
5.2.2 Çevresel etmenlerin belirlenmesi.....	137
5.2.3 İşlevsel gereksinimlerin belirlenmesi.....	137
5.2.4 Amaç ve zorunlulukların belirlenmesi	142
5.2.5 Malzeme özelliklerinin belirlenmesi.....	142

5.2.6 Ölçütlerin belirlenmesi	143
5.2.7 Malzeme bilgilerinin düzenlenmesi	143
5.2.8 Seçeneklerin belirlenmesi	143
5.2.9 Seçeneklerin değerlendirilmesi	143
5.2.9.1 Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemeler	144
5.2.9.2 Ahşap esaslı malzemeler	149
5.2.9.3 Metal esaslı malzemeler	154
5.2.9.4 Polimer esaslı malzemeler.....	159
5.2.9.5 Pişmiş toprak esaslı malzemeler	164
5.2.9.6 Yalıtım malzemeleri.....	169
5.2.9.7 Boyalar	174
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	181
KAYNAKLAR.....	185
EKLER	199
ÖZGEÇMİŞ	219

KISALTMALAR

ABS	: Akrilonitril Bütadien Stiren
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisler Birliği)
BAB	: Yapı Biyolojisi ve Mimarlık Birliği
BAU	: Mimarlık ve Çevre Birliği
BIA	: Building Industry Authority (Yapı Endüstri Otoritesi)
BRI	: Building Related Illness (Yapıdan Kaynaklı Rahatsızlıklar)
BYA	: Biyoklimatik Yapı Analizi
CDCP	: Center for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrolü ve Hastalıklardan Korunma Merkezi)
CIB	: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (Yapılarda Araştırma ve Yenileme Uluslararası Konseyi)
ÇEVKO	: Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı
DDT	: Dikloro difenoltrikloroethan
ELF	:Extremely Low Frequency (Çok Düşük Frekans)
EN	: European Norm (Avrupa Standartları)
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Örgütü)
EPDM	: Etilen Propilen Kauçuk Örtü
FEV	: Forced Expiratory Volume (Zorlu Ekspiratuvar Volümü)
FVC	: Forced Vital Capacity (Zorlu Vital Kapasite)
SBS (HBS)	: Sick Building Syndrome (Hasta Bina Sendromu)
HDPE	: High Density Polyethylene (Yüksek Yoğunluklu Polietilen)
HEPA	: High Efficiency Particulate Air (Yüksek Etkinlikte Partikül Yakalayıcı)
IARC	: International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kansere Araştırma Ajansı)
IAQ	: Indoor Air Quality (İç Mekân Hava Kalitesi)
IBN	: Institute of Building Biology + Sustainability (Yapı Biyolojisi ve Sürdürülebilirlik Enstitüsü)
ICRP	: International Commission of Radiological Protection (Uluslararası Radyasyon Korunması Örgütü)

IETC	: International Environmental Technology Center (Uluslar Arası Eğitim Teknolojileri Konferansı)
ILO	: International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)
LCA	: Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Analizi)
LCC	: Life Cycle Cost (Yaşam Döngüsü Maliyeti)
LDPE	: Low Density Polyethylene (Düşük Yoğunluklu Polietilen)
LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
LF	: Low Frequency (Düşük Frekans)
MSDS	: Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)
OPP	: Oriented Polypropylene (Yönlendirilmiş Polipropilen)
PA	: Poliamid
PC	: Polikarbonat
PE	: Polietilen
PET	: Polietilen Tereftalat
PF	: Fenol Formaldehit
PIB	: Polisobütilen
PID	: Photo Ionisation Detectors (Fotoiyonizasyon Dedektörü)
PM	: Partikül Madde
PP	: Polipropilen
PS	: Polistiren
PUR	: Poliüretan
PVC	: Polivinilklorür
RODAC	: Replicate Organism Detection and Counting (Çoğalan Organizmaları Algılama ve Sayma)
RF	: Radio Frequency (Radyo Frekansı)
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TS	: Türk Standartları
UF	: Üre Formaldehit
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
VOC (UOB)	: Volatile Organic Compounds (Uçucu Organik Bileşikler)
VLC	: Videolan Client
VLF	: Very Low Frequency (Çok Düşük Frekans)
WHO	: World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)
XPS	: Ekstrüde Polistiren
YBE	: Yapı Biyolojisi Enstitüsü

SEMBOLLER

Al	: Alüminyum
Bq	: Becquerel
C₆H₆	: Benzol
C₇H₈	: Toluen
C₈H₁₀	: Ksilen
CaCO₃	: Kireçtaşı
CaSO₄	: Kalsiyum Sülfat
CaSO₄.2H₂O	: Alçıtaşı
CH₂O	: Formaldehit
CHCL₃	: Kloroform
Cm	: Santimetre
CO	: Karbon monoksit
CO₂	: Karbon dioksit
COHb	: Karboksihemoglobin
Cr(VI)	: Hexavalent chromium (altı değerlikli krom bileşikleri)
Cu	: Bakır
dB	: Desibel
Fe	: Demir
FeSO₄	: Demir Sülfat
HCHO	: Metanal
Hz	: Hertz
Kg	: Kilogram
L	: Litre
Lux	: Aydınlık Birimi
m	: Metre
MA	: Mega amper
MnO	: Manganez Oksit
nT	: Manyetik akı yoğunluğu
N	: Azot
NO	: Azot monoksit

NO₂	: Azot dioksit
NO_x	: Azot oksitler
O₂	: Oksijen
O₃	: Ozon
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
PCO₂	: Patial Pressure of Carbon Dioxide (Karbondioksitin kesimsel baskısı)
Ph	: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
Po	: Polonyum
Ppm	: Parts per million (Milyonda bir)
Ra	: Radyum
Rn	: Radon
Sn	: Saniye
SO₂	: Kükürt dioksit
SO_x	: Kükürt oksitler
V	: Volt
Zn	: Çinko
ZnO	: Çinko oksit
<i>a</i>	: Ses yutma katsayısı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 :Çevresistem bileşenleri ve aralarındaki ilişkiler.....	7
Çizelge 2.2 :Yapı biyolojisinin anlamsal olarak açılımı.....	8
Çizelge 2.3 :Kullanıcının sosyolojik yapısından kaynaklanan gereksinimler.....	16
Çizelge 2.4 :Kullanıcının psikolojik yapısından kaynaklanan gereksinimler	17
Çizelge 2.5 :Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemlerin gereksinimleri ...	19
Çizelge 3.1 :Havanın doğal bileşimi	30
Çizelge 3.2 :İç hava kirleticilerinin potansiyel kaynakları	35
Çizelge 3.3 :Kirleticilerin sağlığa etkileri.....	36
Çizelge 3.4 :Karbon dioksitin sağlık üzerindeki etkileri	37
Çizelge 3.5 :Karbon monoksitin sağlık üzerindeki etkileri	39
Çizelge 3.6 :Azot dioksitin sağlık üzerindeki etkileri	40
Çizelge 3.7 :EPA (1979), ozondan etkilenme araştırmalarına yönelik sonuçlar	41
Çizelge 3.8 :Kükürt dioksitin insan sağlığına kısa süreli etkileri.....	43
Çizelge 3.9 :Zamanının %80'ini yapı içinde geçirenler için radon düzeyi ile ölüm riski	44
Çizelge 3.10 :Yapı ürünlerinin radon oluşum katsayıları.....	45
Çizelge 3.11 :Yapı içindeki radonun sınır değerleri.....	45
Çizelge 3.12 :Bina içinde genellikle karşılaşılan uçucu organik bileşikler ve kaynakları	50
Çizelge 3.13 :Yapay ahşap türlerinde ölçülen formaldehit değerleri.....	51
Çizelge 3.14 :Formaldehit yoğunluğuna bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkileri	51
Çizelge 3.15 :Toz boyutları ve solunum sistemi üzerinde tutuldukları yer	61
Çizelge 3.16 :İç hava kirlilik değerleri	63
Çizelge 3.17 :Bazı mekanlar ve yapı malzemelerindeki desipol değerleri.....	64
Çizelge 3.18 :İnsanların havayı algılama ve değerlendirmeleri.....	67
Çizelge 3.19 :Mekan içi hava hızlarının bireyler üzerindeki etkileri	71
Çizelge 3.20 :Minimum aydınlık düzeyleri	74
Çizelge 3.21 :Gerekli aydınlık düzeyleri ve görsel konfor seviyesi	75
Çizelge 3.22 :Çeşitli renklerin ve çeşitli renklerdeki maddelerin yüzde olarak yansıtma çarpanları	75
Çizelge 3.23 :İç mekanlarda önerilen renkler ve etkileri.....	76
Çizelge 3.24 :Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri	77
Çizelge 3.25 :Çeşitli malzemelerin ses yutuculuk katsayıları	79
Çizelge 3.26 :Yapıda kullanılan bazı malzemelerdeki radyasyon miktarları	84
Çizelge 4.1 :Bazı yapı malzemelerinin üretimindeki enerji gereksinmesi	100
Çizelge 4.2 :Isıtmada kullanılan bazı yakıtların atıkları.....	100
Çizelge 4.3 :Yapı malzeme/ bileşenlerinin geri kazanım işlemleri ve kullanım alanları.....	102
Çizelge 4.4 :Doğal taş malzeme ve türlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri	106
Çizelge 4.5 :Beton bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	106

Çizelge 4.6 :Ahşap malzeme ve türlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri	112
Çizelge 4.7 :Metal malzemenin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	116
Çizelge 4.8 :1 m ² K/W ısı yalıtımı sağlayan taş yününün yaşam döngüsü (hammadde temini ve ürün üretim envanteri)	126
Çizelge 4.9 :1 m ² K/W cam yünü için yaşam döngüsü envanteri	127
Çizelge 4.10 :1 m ² K/W ısı yalıtımı sağlayan EPS'nin yaşam döngüsü envanteri..	127
Çizelge 4.11 :1 kg Poliüretan için yaşam döngüsü envanteri.....	128
Çizelge 4.12 :Çeşitli boyaların mevcut VOC değerleri	131
Çizelge 4.13 :Yapı malzemeleri, kirleticileri ve insan sağlığına etkileri	133
Çizelge 5.1 :Seçilen malzemeler için belirlenen çevresel etmenler	139
Çizelge 5.2 :Seçilen malzemeler için belirlenen işlevsel gereksinimler	141
Çizelge 5.3 :Amaçlar ve zorunluluklar listesi	142
Çizelge 5.4 :Seçilen doğal taş malzemelerin özellikleri	144
Çizelge 5.5 :Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları	148
Çizelge 5.6 :Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemelerin karşılaştırılması	148
Çizelge 5.7 :Seçilen ahşap esaslı malzemelerin özellikleri.....	149
Çizelge 5.8 :Ahşap esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.	153
Çizelge 5.9 :Ahşap esaslı malzemelerin karşılaştırılması	153
Çizelge 5.10 :Seçilen metal esaslı malzemelerin özellikleri	154
Çizelge 5.11 :Metal esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları	158
Çizelge 5.12 :Metal esaslı malzemelerin karşılaştırılması	158
Çizelge 5.13 :Seçilen polimer esaslı malzemelerin özellikleri.....	159
Çizelge 5.14 :Polimer malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları	163
Çizelge 5.15 :Polimer esaslı malzemelerin karşılaştırılması.....	163
Çizelge 5.16 :Seçilen pişmiş toprak esaslı malzemelerin özellikleri	164
Çizelge 5.17 :Pişmiş toprak esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.....	168
Çizelge 5.18 :Pişmiş toprak esaslı malzemelerin karşılaştırılması	168
Çizelge 5.19 :Seçilen yalıtım malzemelerinin özellikleri	169
Çizelge 5.20 :Yalıtım malzemelerinin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları ...	173
Çizelge 5.21 :DYalıtım malzemelerinin karşılaştırılması	173
Çizelge 5.22 :Seçilen boyaların özellikleri.....	174
Çizelge 5.23 :Boyaların önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.....	178
Çizelge 5.24 :Boyaların karşılaştırılması	178
Çizelge 5.25 :İnsan sağlığına en uygun/en uygunsuz malzemeler	179

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 :Çevre ve alt grupları	6
Şekil 2.2 :Çevresistemdeki ilişkiler içinde yapı ve insan.	10
Şekil 2.3 :Yapı ve insan arasındaki sağlık etkileşimi	12
Şekil 2.4 :Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi	14
Şekil 2.5 :Yapı ve sağlık arasındaki ilişki	20
Şekil 2.6 :Sağlıklı yapılarda iç çevre özellikleri	23
Şekil 2.7 :Antropometrik ölçüler.....	24
Şekil 2.8 :Sesin davranışları.....	26
Şekil 3.1 : İç ortam hava kirliliğinin nedenleri	31
Şekil 3.2 :Radonun bozunması.....	43
Şekil 3.3 :Biyolojik kirleticilerin çoğalmasına sebep olan ortamlar	47
Şekil 3.4 :Hedef türlerine göre pestisitler	54
Şekil 3.5 :Kurşunun kullandığı yerler	57
Şekil 3.6 :Asbestin yerine kullanılabilecek malzemeler.....	59
Şekil 3.7 :Tozların kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması.....	60
Şekil 3.8 :Tozların biyolojik etkilerine göre sınıflandırılması.....	61
Şekil 3.9 :Yapı kullanıcısının konfor alanı	65
Şekil 3.10 :Mekan içerisindeki nem oranını belirleyen etkenler	66
Şekil 3.11 :Bağıl nem yüzdesindeki değişimin insan sağlığına ve çevreye etkileri...68	
Şekil 3.12 :Yapının ısı kazancının nedenleri	69
Şekil 3.13 :Isı alış-verişinin bağlı olduğu kriterler.....	70
Şekil 3.14 :Yapı tasarımının hava hareketlerine etkisi	71
Şekil 3.15 :Mekan aydınlatmasında dikkat edilmesi gereken kriterler	72
Şekil 3.16 :Gürültüden etkilenmede etken kriterler	78
Şekil 3.17 :Elektroiklimsel kirliliğin sebepleri	82
Şekil 3.18 :Radyasyon çeşitleri	82
Şekil 3.19 :Radyasyonun etkisini değiştiren etkenler	83
Şekil 3.20 :Çeşitli radyasyonların geçiş yapamayacağı engeller	83
Şekil 3.21 :Biyoklimatik yapı analizi döngüsü	85
Şekil 4.1 :YDA'nın aşamaları.....	98
Şekil 4.2 :Yapı biyolojisi açısından malzemenin değerlendirilmesi	99
Şekil 4.3 :Yapı malzemelerinin özellikleri	103
Şekil 4.4 :Doğal taşın yaşam döngüsü aşamaları	108
Şekil 4.5 :Betonun yaşam döngüsü aşamaları.....	109
Şekil 4.6 :Formaldehit emisyonunun sebepleri.....	111
Şekil 4.7 :Ahşabın yaşam döngüsü aşamaları.....	113
Şekil 4.8 :Metalin yaşam döngüsü aşamaları.....	118
Şekil 4.9 :Plastikler: Çevresel tercih spektrumu	120
Şekil 4.10 :Polimerlerin yaşam döngüsü süreci	121
Şekil 4.11 :Seramiklerin yaşam döngüsü aşamaları.....	124
Şekil 5.1 :Arioğlu yöntemi akış şeması	135
Şekil 5.2 :Yapı malzemeleri için sistem açılım düzeyi kararı	137
Şekil 5.3 :Çevresel etmenler kontrol listesi	138
Şekil 5.4 :İşlevsel gereksinme kontrol listesi.....	140
Şekil 5.5 :Amaçlar kontrol listesi.....	142

Şekil 5.6 :Zorunluluklar kontrol listesi	142
Şekil 5.7 :Radyoaktivite yarar/ ölçüt tablosu	145
Şekil 5.8 :Kütlece su emme yarar/ ölçüt tablosu	145
Şekil 5.9 : Koku desipol değerleri yarar/ ölçüt tablosu.....	145
Şekil 5.10 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	145
Şekil 5.11 :Eğilme dayanımı taşıma-kaplama yarar/ ölçüt tablosu	146
Şekil 5.12 :Aşınma dayanımı iç yarar/ ölçüt tablosu	146
Şekil 5.13 : Ses yutuculuk yarar/ölçüt tablosu	146
Şekil 5.14 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu	146
Şekil 5.15 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu	147
Şekil 5.16 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu.....	147
Şekil 5.17 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	147
Şekil 5.18 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu	147
Şekil 5.19 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu	150
Şekil 5.20 :Eğilme dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	150
Şekil 5.21 :Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.....	150
Şekil 5.22 :Benzen, toluen, ksilen yoğunluğu yarar/ölçüt tablosu.....	150
Şekil 5.23 :Su buharı direnç faktörü yarar/ ölçüt tablosu.....	151
Şekil 5.24 :Yangın dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	151
Şekil 5.25 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	151
Şekil 5.26 : Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu	151
Şekil 5.27 :Formaldehit emisyonu yarar/ ölçüt tablosu	152
Şekil 5.28 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu.....	152
Şekil 5.29 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	152
Şekil 5.30 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu	152
Şekil 5.31 :Partikül madde tutuculuk yarar/ ölçüt tablosu	155
Şekil 5.32 :Koku desipol değerleri yarar/ ölçüt tablosu	155
Şekil 5.33 :Akma dayanımı yarar/ ölçüt tablosu	155
Şekil 5.34 :Elektroiklimsel kirlilik yarar/ ölçüt tablosu	155
Şekil 5.35 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ ölçüt tablosu	156
Şekil 5.36 :Yangın dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	156
Şekil 5.37 :Erime sıcaklığı yarar/ ölçüt tablosu.....	156
Şekil 5.38 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	156
Şekil 5.39 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu	157
Şekil 5.40 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu.....	157
Şekil 5.41 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	157
Şekil 5.42 :Yeninden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu	157
Şekil 5.43 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu	160
Şekil 5.44 :Erime sıcaklığı yarar/ ölçüt tablosu.....	160
Şekil 5.45 :Isıl iletkenlik yarar/ ölçüt tablosu.....	160
Şekil 5.46 :Radyoaktivite yarar/ ölçüt tablosu.....	160
Şekil 5.47 :Su absorpsiyonu yarar/ ölçüt tablosu.....	161
Şekil 5.48 :Eğilme dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	161
Şekil 5.49 :Asbest oranı yarar/ ölçüt tablosu.....	161
Şekil 5.50 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	161
Şekil 5.51 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu	162
Şekil 5.52 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu.....	162
Şekil 5.53 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	162
Şekil 5.54 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu	162
Şekil 5.55 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ ölçüt tablosu	165

Şekil 5.56 :Erime sıcaklığı yarar/ ölçüt tablosu	165
Şekil 5.57 :Isıl iletkenlik yarar/ ölçüt tablosu	165
Şekil 5.58 :Nem tutuculuk yarar/ ölçüt tablosu.....	165
Şekil 5.59 :Kırılma yarar/ ölçüt tablosu.....	166
Şekil 5.60 :Porozite yarar/ ölçüt tablosu.....	166
Şekil 5.61 :Koku desipol değerleri yarar/ ölçüt tablosu	166
Şekil 5.62 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	166
Şekil 5.63 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu.....	167
Şekil 5.64 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu	167
Şekil 5.65 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	167
Şekil 5.66 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu.....	167
Şekil 5.67 :Asbest oranı yarar/ ölçüt tablosu	170
Şekil 5.68 :Isıl iletkenlik yarar/ ölçüt tablosu	170
Şekil 5.69 :Basınç dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	170
Şekil 5.70 :Yangına dayanım yarar/ ölçüt tablosu	170
Şekil 5.71 :Su absorpsiyonu yarar/ ölçüt tablosu	171
Şekil 5.72 :Su buharı direnç faktörü yarar/ ölçüt tablosu	171
Şekil 5.73 :İşlenebilirlik yarar/ ölçüt tablosu	171
Şekil 5.74 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	171
Şekil 5.75 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu.....	172
Şekil 5.76 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu	172
Şekil 5.77 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	172
Şekil 5.78 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu.....	172
Şekil 5.79 :Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ ölçüt tablosu	175
Şekil 5.80 :Korozyon dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	175
Şekil 5.81 :Darbe dayanımı yarar/ ölçüt tablosu.....	175
Şekil 5.82 :Koku desipol değerleri yarar/ ölçüt tablosu	175
Şekil 5.83 :Benzen oranı yarar/ ölçüt tablosu	176
Şekil 5.84 :Parlaklık aralığı yarar/ ölçüt tablosu.....	176
Şekil 5.85 :Kimyasal dayanım yarar/ ölçüt tablosu.....	176
Şekil 5.86 :Ekonomiklik yarar/ ölçüt tablosu	176
Şekil 5.87 :Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ ölçüt tablosu.....	177
Şekil 5.88 :İnsan sağlığına etkisi yarar/ ölçüt tablosu	177
Şekil 5.89 :Çevresel etki yarar/ ölçüt tablosu	177
Şekil 5.90 :Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ ölçüt tablosu.....	177
Şekil A.1 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Elektromanyetik alan dedektörü. (b)Elektromanyetik alan metresi. (c)LF analiz edici (d)Vücut voltaj metresi. (e)Voltmetre. (f)Multimetre.	200
Şekil A.2 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)El elektrotu.(b)Parmak elektrotu.(c) LF spektrum analiz edici.(d)Salınımızler.(e) Frekans sayıcı. (f)RF metre	201
Şekil A.3 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)RF probe. (b)RF analiz edici. (c)Elektrostatik alan metresi. (d)Elektrostatik probe. (e)Statik sensör. (f)Mıknatıs ölçer.	202
Şekil A.4 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Manyetik alan göstergesi. (b)Manyetostatik sensör. (c)Mekanik sıvı dolgulu pusula. (d)Elektronik akı pusulası. (e)Geiger-müller tüpü. (f)Yüksek hacim dedektörü.	203
Şekil A.5 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Orantılı sayaç. (b)Radon monitörleri. (c)Pasif dozimetreler. (d)Ses seviyesi ölçer. (e)Titreşim ölçer. (f)Lazer vibrometre.	204

Şekil A.6 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Titremeli ışıkölçer. (b)Pozometre. (c)Bio check F (d)Direk okuma dedektör tüpleri. (e)Formaldehit metre. (f)Hava örnekleme pompası.....	205
Şekil A.7 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Fotoiyonizasyon dedektörü. (b)Parçacık örnekleme aletleri. (c)Bant. (d)Mikroskop. (e)Lazer parçacık sayacı. (f)Kondensasyon parçacık sayacı.....	206
Şekil A.8 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Termometre. (b)Higrometre. (c)Bina nem ölçer. (d)İç mekan hava kalitesi veri toplayıcısı. (e)Karbondioksit monitörleri. (f)Barometre.	207
Şekil A.9 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Hava akımı indikatör tüpleri. (b)Ondoskop. (c)Büyüteç. (d)Kalem mikroskop. (e)Petri kutusu. (f)Yüzey ve sıvı testleri için kullanılan tüpler.	208
Şekil B.1 : MSDS form örneği	209

SAĞLIKLI YAPI TASARIMINDA MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Her canlı, yapısı gereği bulunduğu ortama uyum sağlar ve bulunduğu ortam koşullarından iyi ya da kötü yönde etkilenir. Birçok farklı özelliği ile insan, yaşamına ana rahminde başlar ve ilk çevresiyle bu şekilde tanışmış olur. Çevre barındırdığı olumlu ortam özellikleriyle canlının psikolojik, biyolojik ve sosyolojik gereksinimlerini karşılarırken olumsuz özellikleriyle de canlıya zarar verebilir. Tüm ihtiyacını ana rahmi aracılığıyla elde eden insan, annenin her türlü davranışından iyi ya da kötü yönde etkilenir. Dolayısıyla insanın yaşamının başlangıcından itibaren bulunduğu her çevre, yaşam kalitesini ve sağlığını etkilemektedir.

İnsan, doğası gereği çevresindeki malzemeleri kullanarak, barınacak bir yer oluşturmaya meyillidir. Şehirlerde bulunan toplum ile endüstrinin ve teknolojinin gelişmesi, iş olanaklarının çeşitliliği ve ekonomik yetersizliğin baş göstermesi ile köylerden kentlere göçen toplum, belirli kriterleri göz önüne almadan tasarladığı mekânlar ile kendi sağlığını ve çevreyi tehdit etmektedir. Hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçiren insanlar, bu süreçte çeşitli hava kirleticileri, iç mekânın yaşamsal kalitesinin yeterli olmaması ve mekânın insanın sosyolojik, biyolojik ve psikolojik gereksinimlerini karşılayamaması sebepleriyle çeşitli hastalıklara maruz kalmaktadır. İnsanların zamanlarının %90'ını geçirdiği iç mekânlardaki hava kirliliğinin, dış mekândan daha yüksek olduğu, yapılan araştırmalar ile kanıtlanmış bir gerçektir. İç mekân hava kirleticileri, alerji, astım, kanser ve hatta ölüme sebebiyet vermektedir.

Yapıda kullanılan malzemeler, barındırdıkları özellikler ile iç mekân hava kalitesini büyük oranda etkilemektedir. Günümüzde yapı malzemeleri, çeşitli kimyasallar ve katkı maddeleriyle yapaylaştırılmış ve insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Ancak yapı sektöründe hala bilinçli ya da bilinçsiz olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Yapı malzemelerinin iç hava kalitesindeki olumsuz etkileri, Hasta Bina Sendromu (HBS) olarak adlandırılan rahatsızlığa sebep olmaktadır. Bu sendromu engellemek, iç mekân hava kalitesini olumsuz etkileyen kaynağın tespiti ile mümkün olmaktadır.

Yapı içerisindeki olumsuzlukları gidermek için, yapının tasarımından itibaren bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Yapı kullanıcısının tasarımın her aşamasında yer alması, tasarımın yapı biyolojisi kavramı ile hazırlanmasına ve sağlıklı yapıların oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bu kavram ile insan, yapı ve çevresi arasındaki ilişki kurularak, çevresel etkisi en az olan tasarımlar yapmak mümkün olmaktadır. Yapı Biyolojisi kavramı, insan sağlığı için uygun yaşam koşullarını sağlamak adına ideal iç mekân hava kalitesini, nem oranını, aydınlatmayı, gürültüyü, elektroiklimsel konforu, radyasyonu ve ısıyı araştırmaktadır. Yapı Biyolojisi kavramının doğru şekilde uygulanması, kullanıcı için ideal yaşam koşullarının hepsinin aynı anda uygulanabilmesi ile mümkün olmaktadır.

Bu tezin amacı, insanın daha kaliteli bir yaşam sürmesi için yapı biyolojisi kapsamında nelere dikkat edilmesi gerektiğini anlatmak, yapıda kullanılan malzeme seçiminde üzerinde durulması gereken noktaları belirtmek, yapı içi kirliliğini gidermek üzere başvurulacak biyoklimatik yapı analizi kavramını açıklamak ve sağlıklı yapı tasarımında malzeme seçim kriterlerinin değerlendirilmesini sağlamaktır. Bu anlatılanlar ışığında;

İkinci bölümde, yapı biyolojisi tanımlanmış, yapı kullanıcısının sağlıklı yapılar tasarlamak adına sosyolojik, psikolojik ve biyolojik gereksinimleri anlatılmış, yapıda bulunması gereken temel özellikler belirtilmiş ve sağlıklı yapı-sağlıklı insan kavramının temel ilkelerine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde sağlıklı yapılarda mekânsal nitelik ölçütlerine değinilmiştir. Bu bölümde sırasıyla iç mekân hava kalitesi, nem, hava akımı, aydınlatma, sıcaklık, ses ve gürültü, elektroiklimsel kirlilik ve radyasyonun insan sağlığına olan etkileri anlatılmıştır. Ayrıca biyoklimatik yapı analizinde başlıca ölçüm alanları anlatılmış, iç mekân ikliminde insan sağlığını tehdit eden zararlıların kaynaklarından ve bu zararlıları tespit etmek için kullanılması gereken ölçüm aletlerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde malzeme seçim kriterlerine değinilmiş, malzemenin iç mekân iklimine ve insan sağlığına etkileri aktarılmış, malzemenin yaşam döngüsünün ve kaynak etkinliğinin sağlıklı yapı tasarımındaki önemi anlatılmıştır.

Beşinci bölümde malzeme seçim kriterleri Arıoğlu Yöntemi'nden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, yapı biyolojisinin temel ilkelerinin uygulanması ve yapı malzemelerinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini olumlu yönde geliştirilmesi adına yapılması gerekenler öneri şeklinde sunulmuştur.

EVALUATION OF THE MATERIAL SELECTION CRITERIAS ON HEALTHY BUILDING DESIGN

SUMMARY

People, by nature, tend to create a shelter by using materials readily available to them. With the help of technology and the expansion of the available resources, societies developing and gaining more information day by day, have been constructing more practical structures but sometimes they are more threatening also to human health. Because of the improved industry, rise of the economic inadequacy and the awareness of the work variety, villagers who have fewer materials and opportunity moving to the bigger cities, have enabled the rapid growth of the urban areas. Population growth and industrial development have caused a decline in the quality of the urban environment. Due to industrial development, natural materials have simulated using artificial materials. Biological structures that are made of artificial materials have begun to adversely affect human health.

The basic need of a human being is to lead a healthy life. Since people spend 90% of their life indoors, the main function of a building should be providing a healthy environment for its occupants. A building should meet its occupants' biological, psychological, social needs through its quality indicators related to the outdoor-indoor environmental characteristics. Buildings, which are designed, constructed and presented in a health-supporting condition, may lose their healthiness during the using period.

Building Biology can be defined as the study of the relationships between people and their constructed environment. It is a science that leads to natural healthy ecological buildings that exist in harmony with the planetary environment. The main aspects of building biology are interior climate, heat and moisture comfort, air quality, radioactivity, electro-climatic pollution, acoustic violence and natural lighting conditions and its effects.

Indoor air quality has a significant influence on the main purpose of a building which otherwise is providing a comfortable environment that meets the need of human beings. Human and environmentally friendly buildings should be able to take part in the ecological cycle of the local topography and should not stand as a foreign object, instead, it should reflect its locale. In this respect, the building has to be constructed with the natural materials that were provided from where the building will stand. In order to design a healthy building, the users have to take part in every stage of the construction.

In today's world, people still tend to buy psychologically, sociologically and biologically unhealthy materials which adversely affect their health. Building materials play a very important role to create ecologically and sustainably healthy environment. In order to construct a sustainable building which is friendly with the human and the environment, the building materials have to be chosen accordingly. This creates an environment that would least threaten human health.

It is advised that the building materials have to be selected as looking through their specifications such as durability, biologically demountability, lower energy consumption, least environment impact, recyclability, low levels of radiation, produced and used in local topography, natural, materials that have lower water consumption, least water pollution impact, minimum processed and doesn't contain harmful chemicals as pigments, thickeners, fire retardants so on.

Every material has a life cycle. When planning a construction, every phase of the materials should be considered i.e. raw material acquisition, production, application to the building, usage, disassembly, recycling, reuse, and disposal.

According to the studies, 65% of our buildings are polluted, sometimes as much as five to ten times higher than outdoor city pollution. The harmful gasses, volatile organic compounds, particulate matter, lead, asbestos, and dust have a magnificent role in indoor air quality. They can cause diseases such as cancer, asthma, allergic reactions, pulmonary fibrosis and much more. It is possible to avoid the pollution by reviewing material sources. Some of the hazardous effects of these substances on health are known; however, many have likely not yet been documented. The concept of Building Biology arises at this point. With the help of this concept, the principle of human guides himself to nature, not the vice-versa has become important.

Researchers proved that indoor air quality is polluted by the harmful materials used in construction. This causes Sick Building Syndrome as a result of toxic gasses, VOCs, bioaerosols, pesticides which become an increasingly common problem. SBS symptoms can not be realized as the other illnesses and the symptoms come out even the user leaves the building. SBS is a very common problem and causes diseases such as cancer, asthma, allergies, spasm, skin problems, headaches and much more. Researchers have shown that, healthy circumstances cannot be maintained in buildings that are newly developed or improved; furthermore, it is reported that 30% of the buildings caused "Sick Building Syndrome". In order to understand the symptoms of SBS, both the building and the users have to be controlled. According to the researches, women and children are more sensitive than men when it comes to the topic of SBS symptoms.

Building biologists are the people who help to design a healthy building and the environment. In the process of the construction, building biologists, users, engineers, architects, third parties should be in coordination. Additionally, the building biologists should work in coordination with the medical doctors.

Bioclimatic Building Analyses which is created by the Institute of Building Biology and Sustainability arises at this point. In order to create a healthy environment, the measurements held periodically. Dealing with this subject, fields, waves and radiation, indoor toxins, fungi, bacteria and allergens, indoor pollutants and indoor climate can be measured with the specific measurements.

It is essential to provide basic principles so that humans can continue their vital activities and maintain optimal health. These basic principles which occur with the help of Building Biology (biological, psychological and by meeting social needs) accelerate the process of creating a positive environment for people. To create livable environments on behalf of future generations, using material that not only looks beautiful but also is environmentally friendly, durable, recyclable, energy-efficient, and economical, thoughtful selection is necessary. Studies have proved that unnatural environmental conditions created by unhealthy building materials spread various pollutants threatening human health.

In this study;

At the second part, the definition of building biology, the basic needs of a human being, the basic principles in order to design a healthy building (indoor and outdoor) will be discussed in detail.

At the third part, quality criterias of a healthy building will be defined, the indoor air pollutants such as harmful gasses, VOCs, bioaerosols, PM and odors will be described. In addition, in the light of Building Biology, moisture control, lighting, heat control, acoustic control, radiation and electro climatic quality of indoor environment will be discussed in detail. Also Bioclimatic Building Analysis will be discussed in detail.

At the fourth part: the basic criterias of material selection, the importance of LCA methodology, the effects of material selection to indoor air quality will be discussed. In addition, building material's lifecycle, source efficiency and their effects on human health will be discussed in detail.

At the fifth part, building materials are evaluated based on Arıoğlu method.

1. GİRİŞ

İnsanlar için sağlıklı olmak, en önemli olgulardan bir tanesidir. Günümüzde insanların zamanını fazlasıyla geçirdiği mekânlar, yapma çevreler olduğu için, iç mekânlar insan sağlığını belirlemede büyük bir önem taşımaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre "Sağlıklı yapı (healthy building), kullanıcısının biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinimlerine, sahip olduğu olumlu nitelikler aracılığıyla yanıt verebilen yapıdır" (WHO, 1999). Günümüzde yapılar doğayla uyum içerisinde olması gerekirken, eskiye oranla artan nüfus ve yapılaşma sebebiyle insan sağlığını tehdit altına almaktadır. Bu sebeple doğaya ve dolayısıyla insana saygılı yapılar tasarlanması konusu önem kazanmaktadır. Sağlıklı bir yapı tasarlanabilmesi için, kullanıcının yapının tasarımından itibaren her evresinde yer alması gerekmektedir. "Yapının oluşum ve kullanımını, insan sağlığı açısından yönlendiren kararları üreten ve denetleyen yapı biyolojisi bilim dalından da en üst düzeyde yararlanılmalıdır" (Balanlı ve Öztürk, 1993–1994).

Yapı biyolojisi, doğanın dengesini bozan ve onu kirleten bir dış çevrede yer alan binayı doğa ile insanın arasına girmiş bir olumsuz etken olmaktan çıkarmayı amaçlar. Bunu yapabilmek için de yapının tasarım ve kullanımında insan sağlığını etkileyen kararlar üretir ve denetler. "Odak noktası insan sağlığı olan yapı biyolojisinin kullanım temelleri, iç mekândaki iklimlendirme, ısı, nem konforu, hava kalitesi, radyasyon, elektroiklimsel kirlilik, gürültü ve aydınlıktır" (Güler, 2005). Tasarımcının temel görevi, bu kullanım temellerini en ideal şekilde yönetmek ve insan sağlığını korumaktır.

"Yapı, insan tarafından üretilen yapma bir çevredir. Yapı kabuğunun dışında kalan ortam yapının dış çevresini, yapı kabuğu ile sarılan ve sınırlandırılan ortam ise iç çevresini oluşturmaktadır" (Güleryüz, 2014). Bir yapının insan sağlığını olumsuz yönde etkilememesi için insanın sosyolojik, psikolojik ve biyolojik gereksinimlerini karşılamasının yanında, iç mekân hava kalitesi adına ideal yaşam koşullarını da sağlaması gerekmektedir. "Yapının temel işlevi, insana gereksinim duyduğu konforlu ortamı sağlamak olup iç mekân hava kalitesinin bu ortamın oluşturulmasında önemli

bir etken olduğu bilinmektedir" (Vural, 2004). "Doğal ve yapay kirleticiler, iç mekân hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır" (Korur ve diğ., 2011). Yapı içerisinde bulunan ve dışarıdan yapı içerisine nüfuz eden gürültü, hatalı aydınlatma, elektroiklimsel kirlilik yaratan malzemeler, iç mekân ikliminde zararlı gazlar oluşturan malzemeler ve bunlar gibi birçok etken, insan sağlığının bozulmasına sebep olarak kaliteli yaşamı engellemektedir.

"İnsana ve doğaya saygılı mimaride yapı, bulunduğu topografyanın ekolojik döngüleri içerisinde yer alabilmeli, çevresine yabancı bir nesne değil, yerine ait olmalıdır. Bu bağlamda yapı, topografyasının malzemesi ile oluşup, ömrünü tamamladığında aynı yerde toprağa dönebilmelidir" (Akman, t.y.). "Doğada her amaca uygun malzeme bulunmaz ve çoğu zaman doğadaki hali ile yapıda kullanılamaz. Yapay süreçler sonucunda çeşitli işlemlerden geçirilen doğal kaynaklar, amaca uygun bir yapı ürününe dönüştürölür" (Göleryüz, 2014). Yapı ürünlerinin üretiminden kullanımına kadar olan süreç, yapı, evre ve insan ile doğrudan ve dolaylı yoldan etkileşim içerisindedir ve dolayısıyla bu süreç, insan sağlığını ciddi anlamda etkilemektedir.

"Günümüzde psikolojik, sosyolojik ve biyolojik yönlerden olumsuz etkileri kanıtlanmış olup, halen piyasada bulunan ve kullanmaktan ekinmediğimiz yapı malzemeleri vardır" (Ekinci ve diğ., 2005). Bu yapı malzemeleri, baş ağrısı, gözlerde iltihap, böbrek, sinir ve sindirim sistemlerinde bozukluklar, kanser, alerji gibi ölümle sonuçlanan hastalıklara yol açabilmektedir. "Bina içerisindeki havanın, insan sağlığına zarar verebilecek şekilde çeşitli gazlarla ve partiköl ölçekli kirleticilerle kirlendiği bir çok araştırma ile kanıtlanmış bir gerçektir" (Url-1). Bu durum, Hasta Bina Sendromu olarak adlandırılan rahatsızlığa sebep olmaktadır. Bu sendromu engellemek, iç mekân hava kalitesini olumsuz etkileyen kaynağın tespiti ile mümkün olmaktadır. Tüm bu anlatılanlar ışığında, Yapı Biyolojisi kavramı ortaya çıkmaktadır. "Bu kavram ile birlikte doğa kendisini insana değil, insan kendisini doğaya yönlendirir ilkesi önem kazanmıştır" (Akman, 2013, s. 64-67).

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, yapıda kullanılan malzemelerin, yapı biyolojisi kapsamında değerlendirilmesi ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını sağlamaktır. Ayrıca biyoklimatik yapı analizinin bilinilirliğini arttırmak da hedeflenmiştir.

Yapıda kullanılan malzemeler, Arıoğlu Yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve en uygun/ en uygunsuz malzemeler belirlenmiştir.

Amaç doğrultusunda;

- Yapı biyolojisi kavramı açıklanmış,
- Sağlıklı yapı tasarımında kullanıcı gereksinimleri açıklanmış,
- Sağlıklı yapı tasarımında mekânsal gereksinimler belirlenmiş,
- İç mekân iklimindeki hava kirleticileri ve yanlış aydınlatma, gürültü, radyasyon, elektroiklimsel kirlilik, nem ve sıcaklık etkileri açıklanmış,
- Sağlıklı yapıların oluşmasında malzeme seçim kriterleri belirlenmiş,
- Yapıda kullanılan malzemelerin yaşam döngüsü, kaynak etkinliği ve insan sağlığına etkisi incelenmiş,
- Yapıda kullanılan malzemeler Arıoğlu Yöntemi'nden yararlanılarak değerlendirilmiş,
- Biyoklimatik yapı analizi açıklanmıştır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı ve Önemi

İnsan tarafından üretilen ve yapma bir çevre olan yapının iç mekânında kullanılan yapı malzemeleri, insan sağlığını ciddi boyutlarda etkilemektedir. Bu çalışmada, insanın daha kaliteli bir yaşam sürdürebilmesi ve yapının çevresel etkilerinin en aza indirgenmesi için yapının tasarımından itibaren dikkat edilmesi gereken noktalar belirtilmektedir. Ayrıca yapıda kullanılan malzemeler, Arıoğlu Yöntemi'nden yararlanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma, yapının tasarımında görev alan ve yapıyı kullanacak olan herkes için önem arz etmektedir.

Bu çalışma;

- Kullanıcının hayat kalitesini yükseltmek,
- Yapı tasarımında çevresel anlamda dikkat edilmesi gereken noktaları belirlemek,
- Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerini aktarmak ve geri dönüşüm/ yeniden kullanım oranını arttırmak,

- Yapıda kullanılacak malzemelerin yapı biyolojisi kapsamında detaylı olarak incelenmesini sağlamak, yapıyı ve dolayısıyla insan sağlığını olumlu ve olumsuz yönde etkileyen malzemelerin bilinilirliğini arttırmak,
- Sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin belirlenmesini sağlamak ve biyoklimatik yapı analizinin bilinilirliğini arttırmak açısından önemlidir.

1.3 Çalışmanın Yöntemi

Çalışma literatür taraması sonucunda oluşturulmuştur. Literatür taraması; yapı biyolojisi kavramı, yapı biyolojisi-insan sağlığı ilişkisi, yapı biyolojisi kapsamında insanın sosyolojik, biyolojik ve psikolojik gereksinimleri, yapı biyolojisi kapsamında sağlıklı yapıların dış mekan ve iç mekan özellikleri, iç mekân iklimindeki hava kirlenmeleri (zararlı gazlar, uçucu organik bileşikler, partikül maddeler, biyoaerosoller, kokular, radyasyon, elektroiklimsel kirlilik, yanlış aydınlatma sistemleri, gürültü, sıcaklık, nem dengesinin değişimi), yapıda kullanılan malzemelerin insan sağlığına etkisi ve biyoklimatik yapı analizi alanlarında gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca çalışmada Arıoğlu Yöntemi'nden faydalanılarak malzemelerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede ana ölçüt, malzemelerin insan sağlığına etkisi olarak belirlenmiştir. Malzemenin ekonomikliği, Türkiye'deki kaynak etkinliği, çevresel etkileri ve yeniden kullanım/ geri dönüşüm oranları da sağlıklı malzeme seçiminde etken kriterler olarak değerlendirmeye alınmıştır.

2. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMINDA KULLANICI VE YAPI GEREKSİNİMLERİ

İnsan, doğası gereği çevresindeki malzemeleri kullanarak, barınacak bir yer oluşturmaya meyillidir. Yıldan yıla gelişen ve bilgilenen toplum, teknolojinin ve buna bağlı olarak kullanılabilecek kaynakların artışı ile eskiye oranla daha kullanışlı ancak insan sağlığı açısından daha zararlı mekânlar üretmeye başlamıştır. Sanayileşmenin artması, ekonomik yetersizliğin baş göstermesi ve iş olanaklarının bilinirliği sebebi ile daha az malzemeye ve olanağa sahip olan köylülerin kentlere göç etmesi, kentlerde hızlı büyümelere olanak sağlamış, nüfus artışı ve endüstriyel ilerleme, kentsel çevre kalitesinde düşüşe sebep olmuştur. Endüstriyel ilerleme sayesinde, doğadan doğal haliyle alınan malzemeler, çeşitli yollarla yeniden üretilerek yapaylaştırılmıştır. Yapay malzemelerden oluşan biyolojik yapılar, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Biyolojik yapılaşma sebebiyle sağlıklı yaşayabilmek için tedbir almak ve pek çok hastalığın iyileşebilmesi için gerekli biyoklimatik ortamı oluşturmak, tüm insanları ilgilendiren, etkileyen ancak hala gerekli önemin verilmediği bir konudur. "Yapılan araştırma ve istatistikler bize, özellikle sanayileşmiş bölgelerde yaşayan insanların %96'sının yaşantılarından memnun olmadığını ve bu oranın %90'ının da fiziksel, biyolojik ya da psikolojik rahatsızlıklar sebebiyle ilaç bağımlısı olduğunu gösteriyor" (Akman, t.y.).

Yapı biyolojisi, doğanın dengesini bozan ve onu kirleten bir dış çevrede yer alan binayı doğa ile insanın arasına girmiş bir olumsuz etken olmaktan çıkarmayı amaçlar. Bunu yapabilmek için de yapının tasarım ve kullanımını insan sağlığı açısından yönlendiren kararlar üretir ve denetler. Yapı biyolojisi, insan ile yapı ve çevresi arasında olumlu ilişkiler kurmaya çalışarak insanın hayat kalitesini arttırmayı amaçlar.

Ekolojik dengelerin korunması, sağlıklı çevre koşullarının sağlanması, çevre tahribinin önüne geçilmesi gibi biyolojik olaylar ve doğa, yapı biyolojisi biliminin eksenini oluşturur. Bu yönüyle yapı biyolojisi, insan sağlığının korunması, ekolojik değişimin bazı önlemler almak suretiyle kontrol altında ve kabul edilebilir sınırlarda tutulması, son yıllarda oldukça zedelenmiş olan insan-doğa arasındaki ilişkilerin yeniden iyileştirilmesi ve korunması amaçlarına yönelik bir özellik göstermektedir (Eriç ve Ersoy, 1995, s. 83-87).

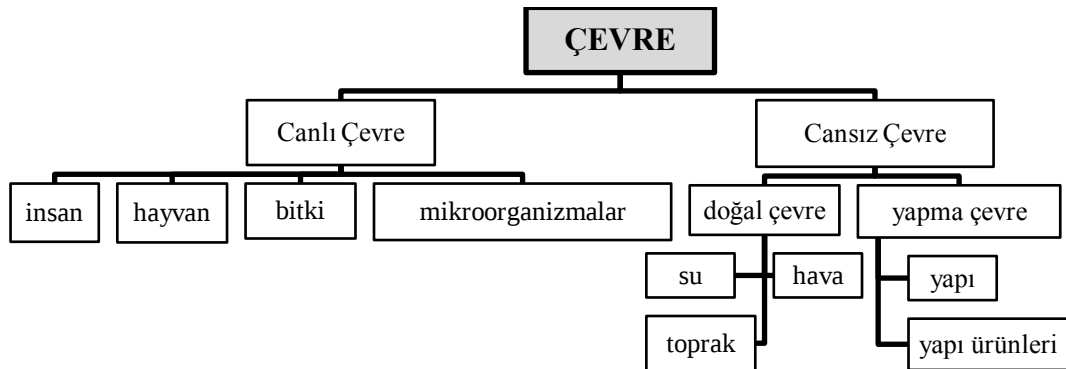
İçerisinde bulunduğumuz çevre, bedensel, ruhsal ve fiziksel gelişmemizin, sosyal ilişkilerimizin ve sağlık durumumuzun bir yansımasıdır. İnsanlığın doğayı ve yapılaştırdığı çevreyi olumsuz yönde etkilemesi, yapılaştırdığı çevrenin doğanın düzenine ayak uyduramaması ve gelişen teknoloji ile ekolojik ve kültürel benliğini yitirmesi “Yapı Biyolojisi” kavramının oluşmasına neden olmuştur.

2.1 Yapı Biyolojisinin Tanımı

Her canlı, yapısı gereği bulunduğu ortama uyum sağlar ve bulunduğu ortam koşullarından iyi ya da kötü yönde etkilenir. Birçok farklı özelliği ile insan, yaşamına ana rahminde başlar ve ilk çevresiyle bu şekilde tanışmış olur. Çevre barındırdığı olumlu ortam özellikleriyle canlının psikolojik, biyolojik ve sosyolojik gereksinimlerini karşılarken olumsuz özellikleriyle de canlıya zarar verebilir. Tüm ihtiyacını ana rahmi aracılığıyla elde eden insan, annenin her türlü davranışından iyi ya da kötü yönde etkilenir.

İnsanın yaşadığı çevredeki her türlü olumlu veya olumsuz etmenler, insanın büyümesi, gelişmesi, sağlığı ve performansı başta olmak üzere anatomik, fizyolojik, psikolojik, bilişsel ve sosyal yapısına etkili olacaktır. Diğer bir anlamda çevresel koşullar insanın her yönden sağlıklı ve dinç olarak, mutlu bir şekilde uzun bir ömür yaşayıp yaşamamasında birinci derecede etkili olacaktır (Akın, 2014, s. 105-116).

Taygun, (2005)’e göre "Çevre, yaşam içinde yer alan ilişkiler ve yaşamın olduğu ortamlar bütünüdür". "Yaşayan tüm organizmaların yaşamları içindeki bütün ilişkilerini kapsayan ortam; canlı çevre (insan, hayvan, bitki, mikroorganizmalar), yaşamlarının olduğu ortamlar ise cansız çevre olarak tanımlanmaktadır. Cansız çevre; doğal (su, hava, toprak) ve yapma çevreden (yapı, yapı ürünleri vb.) oluşmaktadır" (Şekil 2.1) (Balanlı ve Taygun, 2005).



Şekil 2.1 : Çevre ve alt grupları (Balanlı ve Taygun, 2005).

Çevresistem ise canlı ve cansız çevrenin bir bütün olarak oluşturduğu (eko)sistemdir. Çevresistem içerisinde üç ana ilişkiden söz edilebilir;

- Canlı çevresistem içindeki ilişkiler: Canlı-canlı ilişkileri,
- Cansız çevresistem içindeki ilişkiler: Cansız-cansız ilişkileri,
- Canlı ve cansız çevresistem içindeki ilişkiler: Canlı-cansız ilişkileri (Balanlı ve Öztürk, 2006) (Çizelge 2.1)

olarak bilinmektedir.

Çizelge 2.1: Çevresistem bileşenleri ve aralarındaki ilişkiler (Balanlı ve Öztürk, 2006).

Çevre Sistem Bileşenleri									
İlişkiler	Canlı çevresistem					Cansız çevresistem			
		İnsan	Hayvan	Bitki	Mikro orga-nizma	Katı	Sıvı	Gaz	
	İnsan	İnsan/İnsan						Gaz/Gaz	Gaz
	Hayvan	İnsan/Hayvan	Hayvan/Hayvan				Sıvı/Sıvı	Gaz/Sıvı	Sıvı
	Bitki	İnsan/Bitki	Hayvan/Bitki	Bitki/Bitki		Katı/Katı	Sıvı/katı	Gaz/Katı	Katı
	Mikro organizma	İnsan/Mikro organizma	Hayvan/Mikro organizma	Bitki/Mikro organizma	Mikro orga-nizma/Mikro orga-nizma				

Canlı çevresistem içerisinde olan insan ile cansız çevresistem içerisinde bulunan yapı, her daim etkileşim içerisinde. "İnsan, yaşamını sosyolojik, psikolojik ve biyolojik yapısı ile sürdürürken, bir nesne olan 'yapı' çevresel özelliği ile de var olur" (Balanlı ve Öztürk, 1995a). Ancak insan ve yapının ortak özelliği, ikisinin de bir ömre sahip olmasıdır. İnsan için doğma, büyüme ve ölüm şeklinde olan ömür, yapı için tasarım, kullanım ve yıkım şeklindedir. İnsan, yapı ve çevresi arasındaki ilişkileri kuran ve bu ekosistemin parçası olan bir varlıktır. Yapı ise bu ekosistemde insan ve çevresi ile uyumlu bir ilişki içerisinde. "Bu nedenle yapı hem çevreye uyumlu hem de insan sağlığını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır" (Akman, 2013).

İnsanların yaşantısının büyük bir kısmını kapalı mekanlarda geçirdiği düşünüldüğünde, konfor koşulları ve insan sağlığı ile ilgili niteliklerin yalnızca ısı yalıtımı, su yalıtımı, akustik koşullar vb. niteliklere dayandırmak yeterli olmamaktadır. Yapı ve iç mekânı oluşturan öğelerin insan sağlığı ve doğal çevreye uyumu açısından da gerekli niteliklere sahip olmaları gerekmektedir. "Günümüzde bu konuya daha çok önem verilmesi "Yapı Biyolojisi" olarak adlandırılan yeni bir bilim dalının gelişmesine yol açmıştır" (Ersoy, 1994). Bu kavram ile insan-yapı ve çevresi arasındaki ilişkiler düzenlenmeye çalışılmakta, insanın sosyolojik, biyolojik ve psikolojik gereksinimlerinin karşılanması amaçlanmakta ve bunun doğrultusunda yapı alternatifleri üretilerek bu alternatiflerin denetlenmesi amaçlanmaktadır.

Yapı Biyolojisi kavramı, 1960 yılında Hubert Palm ve arkadaşlarından oluşan bir grubun çalışmalarıyla başlamıştır. Yapı Biyolojisi kavramının geliştirilmesiyle, 1970 yılında, güney Almanya'da mimari çalışmalar yapılmaya başlanmış ve bu alandaki ilk kuruluşlar olan BAU (Mimarlık ve Çevre Birliği) ve BAB (Yapı Biyolojisi ve Mimarlık Birliği) oluşturulmuştur. Bu kuruluşlar, daha sonra İBN'nin (Institute of Building Biology and Sustainability-Yapı Biyolojisi ve Sürdürülebilirlik Enstitüsü) kurulması için bir araya gelmişlerdir. Günümüzde Türkiye'de yapı biyolojisi alanında faaliyet gösteren YBE (Türkiye Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü), İBN'nin önderliğinde çalışmalar yapmaktadır.

Yapı Biyolojisi alanında ilk çalışmaları yapanlardan biri olan Akman (1990)'a göre, "Yapı biyolojisi, yapılaşmada (Yapı) teknolojik değerlerin ekosisteme ve insanın doğal yapısına uygunluğunu (Biyo), kültürel açıdan da manevi değerleri (Logi) korumayı ilke edinmiştir" (Çizelge 2.2). Yapı Biyolojisinin temel değerleri de bu üç kelime ile şekillenmektedir.

Çizelge 2.2 : Yapı biyolojisinin anlamsal olarak açılımı (Akman, 2013).

Yapı	Bio (biyos)	Logi (logos)
Deri, ev, yuva, yurt, yerleşim, alışkanlık, emniyet, esenlik, barınak, kabuk, korunma	Canlılık, yaşam, doğasal, yönlendirme, habitat	Yargı, yaratıcılık, enerji, vücut bulma, birimsellik, dünya düzeni, evren, holizm, bütünlük

Akman (1990)' a göre yapı biyolojisi:

"Yapılaşmış çevrenin kullanıcının bedensel, ruhsal ve manevi sağlığına etkilerini ve bu yönde oluşturulacak yapı alternatiflerini araştıran bilim dalı" şeklinde açıklamıştır.

Güler (2005) ise yapı biyolojisini:

"Kalitesiz malzeme ve niteliksiz uygulamalardan kaynaklanan, özellikle yapıların, mekânların, yapı malzemeleri ve tesisatların insanlar üzerindeki etkilerini ve sebeplerini inceleyen bilim dalı" olarak tanımlamıştır.

Tüm bu tanımların ışığında yapı biyolojisi şu şekilde tanımlanabilir: "Yapı biyolojisi, insan ile yapı ve çevresi arasındaki ilişkileri kurarak yaşamı etkileyecek olumsuzlukları gidermeye çalışan, yapının oluşum ve kullanımını insan sağlığı açısından yönlendiren kararları üreten ve denetleyen bir bilim dalıdır" (Öztürk ve Balanlı, 1995).

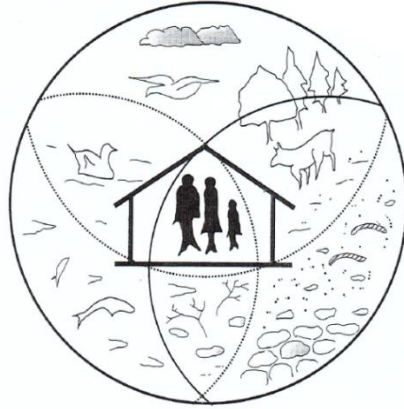
2.2 Yapı Biyolojisi Kapsamında İnsan

"İnsan doğada yaşam bulan, yaşamını doğa içindeki koşulların etkisiyle şekillendiren ve zorunlu olarak da bir şekilde doğayla ilişki içinde var olabilen bir varlıktır" (Gül, 2013, s. 17-21). Yaşamını devam ettirebilmek adına kendi ihtiyaçları ve öngörülerini etrafında doğaya yön vermiş ve parçası olduğu doğanın etkisini tek taraflı bir tutumla görmezden gelerek kendi konumunu merkezileştirme yolunu seçmiştir. Bu durumda, ekosistemin bir parçası olmakla kalmamış, aynı zamanda bu ekosisteme doğrudan müdahale edebilen ve ekosistemi şekillendiren bir varlık haline gelmiştir. Bulunduğu ortamı istediği gibi şekillendiren insan merkezci anlayış, doğa merkezci anlayışın önüne geçmiştir.

"İnsanın ölçü olduğu anlayışın çevre sorunlarının yaratıcısı olduğu, başka bir deyişle modern insanın doğayla ilgili kabullerinin ve bakış açısının çevre sorunlarının temelini oluşturduğu söylenebilir" (Gül, 2013, s. 17-21). Teknolojinin gelişmesi ve kaynakların bolluğu sebebiyle gelişen ve eskiye oranla daha fazla bilgilenen toplum, insan merkezci anlayışın kendi sağlığına ve çevreye olan etkisini göz ardı etmiştir. "Dünya Sağlık Örgütü (WHO)' nun raporuna göre, her yıl dünyada yaklaşık olarak 13 milyon insan çevre kirliliğinin neden olduğu etkenlerden dolayı hayatını kaybetmektedir. Bu raporlara göre, yeryüzünde vuku bulan hastalıklarının %23'ünün başlıca sebebini çevre kirliliğinin neden olduğu hastalıklar oluşturmaktadır" (Romondou

ve Koundouri, 2009). "Özellikle dünya nüfusunun yaklaşık olarak %54'ünün yaşadığı kentler insanın çevreye verdiği zararların en fazla olduğu yaşam merkezleridir" (Brenner ve Schmid, 2014, s. 731-755).

Çevresistem içerisinde bulunan insan, çevreye olan negatif tutumuyla çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Çevre kirliliğinin artması ve toplum sağlığının giderek bozulması, asıl odağı insanın kendi dışındaki bir varlığa karşı davranış biçimi olan çevre bilincinin gelişmesine sebep olmuştur. Çevre merkezci bu anlayış ile insan gereksinimlerini doğayı bozmadan ve kendi sağlığını tehdit etmeden gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla bu bağlamda tasarlanacak, insanın barınma ihtiyacını karşılayacak yapının da çevreye duyarlı ve insan sağlığını etkilemeyecek yönde olması önem kazanmaktadır. Balanlı ve Öztürk (1995a), çevresistemdeki ilişkiler içinde yapı ve insan ilişkisini Şekil 2.2'de anlatmaktadır.



Şekil 2.2 : Çevresistemdeki ilişkiler içinde yapı ve insan (Balanlı ve Öztürk 1995a).

İnsan, fiziksel varlığı ile biyolojik, kendine-türüne özgü davranışları ile psikolojik bir yapıya sahiptir. Biyolojik ve psikolojik yapısının gereği olarak, kendi çevresinde bulunan diğer insanlarla ilişki içerisinde. Bu ilişkiler ise sosyolojik yapısını oluşturur. İnsanın sosyolojik, psikolojik ve biyolojik yapısı birbirinden tümüyle bağımsız olamaz ve varlığı/ doğumdan ölümüne dek olan yaşamı içinde/ bu üç yapısı ile tanımlanabilir (Balanlı ve Öztürk, 2006).

İnsanın genetik yapısı ve çevresi, bu yapıların sağlıklı bir şekilde oluşması açısından önem taşır. Genetik yapı, insanın her türlü özelliğini barındıran ve yaşayabileceği ortam koşullarını şekillendiren en önemli konulardan biridir. Çevre ise bu genetik yapının özellikleriyle şekillenmektedir. Çevre, genetik yapıdan farklı olarak, ideal yaşam koşullarını sağlamak amacıyla değiştirilebilir. Sağlıklı, konforlu bir yaşantı ile iç, dış çevre uyumunun sağlanması, insancıl bir yapma çevre oluşturmak için gereklidir.

Sağlıklı yapılarda kullanıcı gereksinimleri

"Gereksinimler, insanın yaşantısını biyolojik, psikolojik, sosyolojik açıdan zarara uğramadan, konfor içinde ve yaptığı eylemler sırasındaki verimini artıracak biçimde sürdürebilmesi için gerekli koşullardır" (İnceoğlu, 1978). İnsanın en temel gereksinimleri, yeme içme ve barınma ihtiyacıdır. "Kullanıcılar için sağlanması gereken en alt seviyedeki koşullar kullanıcı gereksinimleri olarak tanımlanmakta ve bunlar kullanıcı memnuniyeti için ön şartlar zincirinin halkalarından birini oluşturmaktadır" (Dinç ve Onat, 1998). Bu temel gereksinimlerin tamamlanması, bir üst basamaktaki gereksinimleri karşılama ihtiyacı doğurur.

Yapı, iç çevresiyle kullanıcının gereksinimlerine olumlu/ olumsuz cevap vermektedir. Yapı, kullanıcıyı yapı kabuğu ile dış çevreden ayırarak, kullanıcının gereksinimlerini dış çevrenin sosyal ve fiziksel özelliklerinden de etkilenen iç çevrenin fiziksel ve sosyal özellikleriyle yerine getirmektedir.

Yapının 'fiziksel iç çevresi';

- Boyutsal ve biçimsel,
- Görsel,
- Ses ile ilgili,
- Dokunma (değme) ile ilgili,
- Atmosferik özellikleri,

Yapının 'sosyal iç çevresi' ise;

- Grup oluşturma,
- Normlara uyma,
- Sosyalleşme süreci özellikleri ile tanımlanır.

Fiziksel dış çevrede;

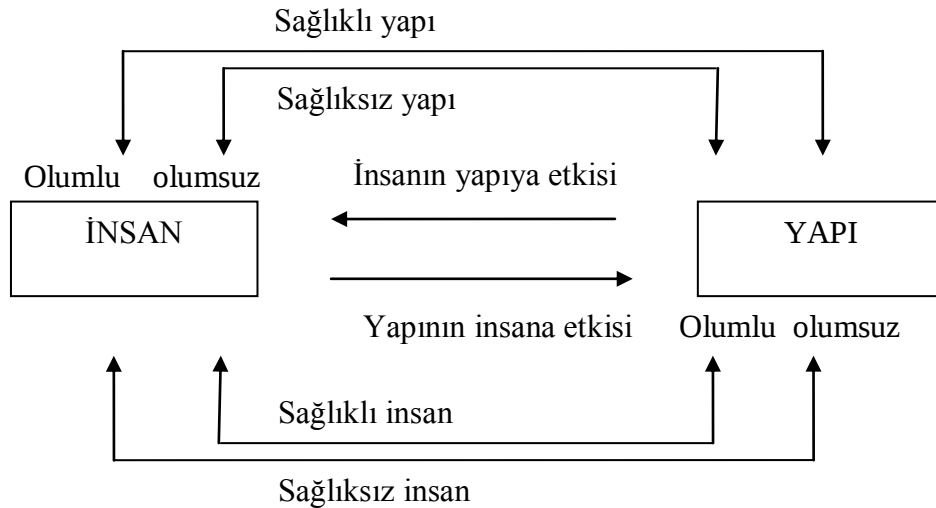
- Doğal çevre,
- Yapma çevre,

Sosyal dış çevrenin;

- Yapı dışındaki sosyal gruplar,
- Dış çevredeki sosyal normlar,
- Sosyalleşme süreci geçirme özellikleri iç çevreyi olumlu ya da olumsuz etkiler (Balanlı ve Küçükcan, 1999).

Yapının tasarım, üretim ve kullanım aşamalarında tasarımcılar, kullanıcılar, üreticiler, denetleyiciler gibi değişik insan grupları etkinlik gösterir. Bu durum, yapıyı ve insanı olumlu veya olumsuz etkiler (Şekil 2.3). Her bina tipinde geçerli olan bina standartları vardır. Binanın tasarımı sırasında bu standartlara uyulmaması durumunda yapı hatalı üretilir. Bu durum binanın kullanım evresinde kullanıcılarında sağlık sorunları yaratabilir. Bazen de bina standartlara uygun şekilde tasarlanır. Ancak üretimi sırasında mali kaynakların yetersizliği, işveren ya da mimarın bir şekilde değişimi ve yeni gelen kişinin yaklaşımının farklılığı sebebiyle bina tasarıma uyulmadan üretilebilir. Bu durumda da yine binanın kullanımı sırasında kullanıcıların sağlığı olumsuz etkilenebilir. "Araştırmalarda, yeni üretilen ya da iyileştirilen yapılarda sağlıklı olma durumunun sürdürülemediği ve yapıların %30'unun "Hasta Bina Sendromu"na (HBS/ Sick Building Syndrome) yol açtığı bildirilmektedir" (Roodman ve Lenssen, 1995). "Ayrıca, ABD'de, var olan tüm yapıların yaklaşık yarısında önemli iç çevre olumsuzlukları olduğu sanılmaktadır" (CIB, 1999).

Yapıların, insan sağlığını olumsuz yönde etkilememesi için, insanın sosyolojik, psikolojik ve biyolojik gereksinmelerini yerine getirmesi gerekmektedir. Bu gereksinimler karşılanmadığı takdirde, yapıdan kaynaklı insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen sağlık sorunları oluşmaktadır.



Şekil 2.3 : Yapı ile insan arasındaki sağlık etkileşimi (Balanlı ve Öztürk, 2006).

İnsanların biyolojik, psikolojik ve sosyolojik yapılarının birbirinden farklı oluşu (hamilelik, alerjik yapıda olma, madde bağımlılığı gibi risk faktörü taşıma, yaş, cinsiyet, kültürel farklılıklar gibi), bina içi olumsuzluklardan etkilenme düzeyini de-ğiş-

ken yapar. Örneğin binadaki bir olumsuz etken bir kullanıcıda sağlık sorunu oluşturabilirken, bir başka kişiyi etkilemeyebilir. Ayrıca bu olumsuz etkene maruz kalma süresi de önemlidir. "Birçok etken geçici kullanıcılarda herhangi bir sorun oluşturmazken, sürekli kullanıcılarda oluşturabilir" (Küçükcan, 2005).

Abraham H. Maslow, insan davranışlarına yön veren temel ihtiyaçların ne olduğunu, çalışmalarıyla ortaya koymuştur. Belirli bir sıralama ile giden bu ihtiyaçlar, zamanla insan davranışlarına yansır. İnsan en alttaki ihtiyacını giderdikçe, bir üstteki ihtiyacına doğru ilerler. Bu ihtiyaçlar şu şekilde tanımlanmıştır:

- Fizyolojik ihtiyaçlar: Yeme içme, uyuma, dinlenme, su içme, nefes alma, dışkılama, cinsellik gibi en temel ihtiyaçlardır.
- Güvenlik ihtiyacı: Güvenli bir yaşam sürme, barınma, canlı kalma, korku, tehdit ve endişeden uzak yaşama, sevdiklerini koruma ihtiyacı, "bedensel güvenliğin yanında, sosyal ve ekonomik güvenliğin sağlanmasını gerektirir" (Url-2).
- Ait olma-sevgi ihtiyacı: Biriyle ilişki kurma, sevgiyi hissetme, toplum içerisinde dayanışma, birlik ve beraberlik gibi ihtiyaçlardır. Kişi, yalnızlığını gidermek istemektedir. "Arkadaşlık ilişkileri, grup üyelikleri, bir meslek grubuna ait olma, bir aileye, bir millete, ülkeye ait olma bu grupta doyurulması gereken ihtiyaçlardır. Bu ihtiyaçların karşılanmaması, bireylerde, yabancılaşma, ilgisizlik, yalnızlık, umutsuzluk ve bunalım gibi duyguların ortaya çıkmasına yol açmaktadır" (Url-2).
- Saygı ihtiyacı: "Güç, başarı, bağımsızlık, saygınlık, statü, ün, takdir edilme ve saygı görmek bu düzeyde yer alan ihtiyaçlardır" (Url-2). Kişinin kendisine saygı duyabilmesi ve çevresinden saygı görebilmesini içeren ihtiyaçlardır. Bu ihtiyacın karşılanmadığı durumlarda, kişi kendisini değersiz, zayıf, faydasız hissetmektedir.
- Kendini gerçekleştirme ihtiyacı: İnsanın bulundurduğu potansiyel ile hedeflerine ulaşabilme ihtiyacıdır. Bu aşama, insanın hayattan ne istediğini, hedeflerinin ne olduğunu ve ne yapmak istediğini sorguladığı aşamadır. Yapılan araştırmalara göre birçok insan bu aşamada çevresinden yardım istemektedir. Kendini gerçekleştirme ihtiyacının üst aşamalarının karşılanmadığı durumda, bu ihtiyacın gerçekleşmesi mümkün olmamaktadır. (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi (Url-2).

"Yukarıda açıklanan gereksinimler doğrultusunda Maslow, biyolojik ihtiyaçların en altta, sosyal ihtiyaçların ise üstte yer aldığı basamaklar hiyerarşisi oluşturmuştur" (Güleryüz, 2014). "Maslow'un hipotezine göre bireyin en alt basamaktaki gereksinimleri karşılandığı takdirde bir üst basamağı karşılamaya hazır hale gelir ve bu sayede gereksinimi karşılayabilir" (Plotnik, 2009).

2.2.1.1 İnsanın sosyolojik gereksinimleri

Toplum yaşamının oluşumunu, koşullarını, işleyişini ve değişimini objektif bir şekilde sosyal bütünlük içerisinde inceleyen bilim dalı olarak bilinen sosyoloji; en genel anlamda, toplum içinde yer alan sosyal grupları, sosyal sınıfları, ekonomik, politik, sosyal, dinsel ve hukuksal kurumları; nüfusu, örf, adet, değer, norm ve inançları; tüm bunlar arasındaki karşılıklı ilişkileri; tüm bu unsurlardaki değişimleri inceler ve açıklamaya çalışır (Url-3).

Sosyoloji alanında önemli bilimcilerden biri olan Anthony Giddens'a göre, sosyoloji üç başlık altında incelenmektedir: bulunulan toplumun tarihine olan ilgi, insanbilimi anlayabilme ve eleştirel bakış açısı. Bulunulan toplumun tarihine ilgi duymak, toplumdaki farklılıkları anlamamızı sağlarken, insanbilimi anlayabilme bu durumu kabul etmemize yardımcı olur. Eleştirel bakış açısı ise bu iki durumun birleşmesiyle oluşmaktadır. "Giddens'a göre bunlar için gerekli olan esas şey ise 'sosyolojik hayal gücü' dür. Ancak bu yolla başkalarının zihinlerine girebilir, onların eylemlerini ve bu eylemlere yükledikleri anlamları anlayabiliriz" (Kennedy, 2012).

İnsanın sosyolojik gereksinmelerinin, tasarım ile bağdaşması, tasarımcının sosyolojik hayal gücünü iyi kurmasına bağlıdır. Bu sayede, insan sağlığı, sosyolojik gereksinmelerin karşılanması sebebiyle, tehdit altına girmemektedir.

İnsan, varlığını sürdürebilmek amacıyla, başka insanlarla etkileşim içerisinde bulunma gereksinimi hissederek. Bunun için kurulan ilk ve en küçük insan topluluğu, ailedir. İnsan, yaşama bu grup içerisinde başlar ve daha sonra okul, iş, vakıf, siyasi parti, vb. gruplarına katılır. "Bu durumda insanın temel ve öncelikle sosyal gereksinimi, başkaları ile birlikte ve etkileşim içinde olmak, diğer bir deyişle, grup yaşamıdır" (Balanlı ve Öztürk, 2006). Grup yaşamının sağlanması, insanın yaşadığı koşulların iyileşmesine, dolayısıyla insan sağlığının zarar görmemesine yardımcı olmaktadır. Sosyolojiyi başlatan isimlerden Karl Marx, bu durumu "Mademki insanı biçimlendiren yaşadığı koşullar; koşullar en insani şekilde biçimlendirilmelidir" sözleri ile anlatmıştır. Tüm bu anlatılanların ışığında, tasarımcı, insanın sosyolojik gereksinmelerini göz önünde bulundurarak:

- "Grubu bütünleştirecek,
- Uyumlu grupları bir araya getirecek,
- Gruplar arasındaki ilişkiyi düzenleyecek,
- Toplumun normlarına ve kültürüne uygun isteklerin karşılandığı,
- İnsanların tutum ve ilgilerinin göz önüne alındığı,
- Sosyalleşme sürecine katkıda bulunacak ortamlar tasarlamalıdır" (Balanlı ve Öztürk, 2006) (Çizelge 2.3).

2.2.1.2 İnsanın psikolojik gereksinimleri

"Psikoloji, insan ve hayvan davranışlarını inceleyen bir bilim dalıdır" (Morgan, 1993). Davranışlar, insanın içinden gelen, belirli bir amaca yönelik olan duygularla ve insan psikolojisi ile oluşmaktadır. Psikolojik gereksinimler, doğum ile birlikte oluşan ancak bulunan çevre ile şekillenen ihtiyaçlardır. Bu ihtiyaçlar, kadın, erkek ve çocuklarda genetik yapıya da bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bilinen üç temel psikolojik ihtiyaç, ilişkili olma, yeterlilik ve özerklik olarak bilinmektedir. "Davranış, yalnızca duyu organlarıyla algılanabilenleri değil, ölçülebilen, deneylenebilen ve gözlemlenebilen tüm devinimsel, duygusal ve zihinsel tepkileri kapsar ve psikomotor, duyuşsal ve bilişsel olmak üzere üç gruptan oluşur" (Peker, 2001).

Çizelge 2.3 : Kullanıcının sosyolojik yapısından kaynaklanan gereksinimler
(Balanlı ve Öztürk, 2006).

Sosyolojik yapı	Gereksinimler
Gruplar (g) Aile, öğrenci, öğretmen, işçi, yönetici, takım, dernek, ... Sokak, mahalle, kent, bölge, ül- kedeki insanlar	Grup içinde yaşama Grup oluşturma Gruplar arası ilişki kurma
Normlar (n) Din, ahlak, örf-adet, moda, Hukuk	Norm oluşturma ve normlara uyma
Sosyalleşme süreci (s)	Sosyalleşme süreci geçirme, sosyalleşme yoluyla inanç, tutum oluşturma, kişiliği geliştirme, eğitim, statü, meslek, gelir, entelektüel düzey ile belirli bir sosyal sı- nıfın üyesi olma, içinde bulunduğu top- lumun kültürel yapısını özümseme

Psikomotor, duyuşsal ve bilişsel olmak üzere üç çeşit davranış biçimi bulunmaktadır. Psikomotor davranışlar, kasların, beynin ve duyu organlarının birlikte çalışmasıyla oluşur. Bu davranışlar dengede durmak, yürümek, koşmak, spor yapmak, piano çalmak, bağırarak gibi becerilerdir. Duyuşsal davranışlar, duygular ile ortaya çıkan davranışlardır. "İnsanlara kazandırılmak istenen duygular, tercihler, değerler, ahlaki kurallar, istek ve arzular, güdüler, yönelimler ve benzerleri duyuşsal davranış kapsamına girebilir" (Semerci ve Özer, 2004). Bilişsel davranışlar düşünceler ile ilgilidir. Bu tür davranışlar bilme, kavrama, akıl yürütme, sentezleme, değerlendirme, algılama gibi becerileri içermektedir.

Tasarlanan her yapı, insanı olumlu/ olumsuz etkilemektedir. "Güzel, özenli çevreler insanlarda güzel düşünce ve duyguların oluşmasına, yaşama güç ve sevincinin artmasına yol açabilir. Özensiz, pis, sevimsiz, gürültülü çevrelerde, özenli, zarif, duyarlı, sakın insanların yetişmesi oldukça güçtür" (İmamoğlu, 1992). Tasarlanan yapılarda psikolojinin göz ardı edildiği durumlarda, insan sağlığının bozulması ve bazı hastalıkların görülmesi kaçınılmazdır. Bu hastalıklardan bazıları astım, migren, kusma, kabızlık, cilt hastalıkları, hormon bozuklukları olarak bilinmektedir. Kullanıcının yapı tarafından karşılanması beklenen psikolojik gereksinimleri davranışlara bağlı olarak biçimlenir. Çizelge 2.4' te kullanıcının psikolojik yapısına bağlı davranışlar ve bunlardan kaynaklanan gereksinimler görülmektedir.

Çizelge: 2.4 : Kullanıcının psikolojik yapısından kaynaklanan gereksinimler (Sarp, 2007).

Psikolojik yapı	Gereksinimler
Psikomotor davranış (devinim) (pd) oyun oynama, dans etme, yemek yeme, yazı yazma, ameliyat etme, vb.	Davranış özelliklerine uygun yaşayabilme yapılması istenen ya da gereken devinimleri yapabilme
Duyuşsal davranış (dd) mutluluk, huzur, güven, sevgi, hoşlanım, beğeni, sevinç, korku, kaygı, nefret, iğrenme, sinirlilik, kızgınlık, sıkıntı, hayal kırıklığı, hoşnutsuzluk, huzursuzluk, dengesizlik vb. duygu kaynaklı	Olumlu duygulara sahip olma, sevme; mutlu, huzurlu, hoşnut olma, kaygı duymama, rahatsız ve huzursuz olmama, sıkılmama sinirlenmeme, endişelenmeme, gergin olmama iğrenmeme, hoşnutsuz olmama, kendini baskı ve her an denetim altında hissetmeme korkmama ve kendini güvende hissetme için; evrensel kargaşa içinde yer tanımlama, kargaşaya kendi aklının alabileceği bir düzen getirme, bu düzen içinde kendi yerini belirleme, kendini kaybolmuş hissetmeme, yabancılaşmama, kendini bu mekâna ait hissetme, buraya uyum sağlama, kendine özgü kılma, kimliklendirme, anlamlandırma, denetleme, yabancılara ve dış girişimlere karşı korunma, mekân aracılığıyla gizliliğini koruma
Bilişsel davranış (düşünce) (bd) Düşünme, duyumlama, algılama, duyuşsal uyum yapma, vb. etkinlik kaynaklı	Zihinsel eylemleri (düşünme, hatırlama, çalışma, problem çözme, vb.) sürdürebilme duyumlayabilme, algılayabilme, tepki verme (yönelme, yol bulma, yer ayrımı yapabilme, tanıma, vb.) duyuşsal uyum sağlama

2.2.1.3 İnsanın biyolojik gereksinimleri

"Biyoloji, canlıların insan, hayvan, bitki, mikroorganizma ya da fosillerin yapılarını, yaşam içindeki eylemlerini ve yaşam süreçlerini tüm yönleriyle inceleyen bir bilim dalıdır" (Starr, 2000). Her canlının bir biyolojik yapısı vardır. Biyolojik yapı, canlının hangi aileye ait olduğunu belirlemektedir. İnsanın biyolojik yapısı, birtakım sistemler içermektedir. Bu sistemler "İskelet sistemi, kas sistemi, sinir sistemi, duyu organları/ dokunma, işitme, görme, koku ve tat alma, solunum sistemi, dolaşım sistemi, sindirim sistemi, boşaltım sistemi, üreme sistemi, hormon sistemi, bağışıklık/ immün sistemi, koruyucu dış tabaka/ deri, tırnak, saç" (Fox, 1999) tır.

Biyolojik yapının gereksinme bu sistemlerin düzgün bir şekilde çalışmasıdır. Tasarlanacak yapı, kullanıcıların biyolojik gereksinmelerini yerine getirmeli, sağlık sorunları oluşturmada bireyin yaşamını sürdürmesini sağlamalıdır. Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemlerin gereksinimleri Çizelge 2.5'te anlatılmaktadır.

"Kullanıcının binadan etkilenme durumunu farklılaştırabilecek etmenler kişinin taşıdığı risk faktörleri adı altında toplanabilir. Bunlar arasında cinsiyet, kan grubu, ırk özellikleri vb. genetik özellikler, sigara içme durumu, sağlık durumu, bilinen pozitif değerleri (alerji, hamilelik, hormon yapısı vs.) sayılabilir" (Green ve Baker, 1991).

Kullanıcının biyolojik yapısı herhangi bir şekilde değiştirilemeyeceğine göre, yaşamını devam ettirebilmesi için uygun ortam koşullarının sağlanması, yapı biyolojisi açısından önem gösterilmesi gereken bir konudur.

2.3 Yapı Biyolojisi Kapsamında Yapı

"Yapı, insanın çeşitli gereksinmelerini gidermek üzere, doğal çevre içinde tasarladığı ve ürettiği yapma bir çevredir" (Balanlı ve Öztürk, 1995b). "Yapıların temel amacı, insanları dış çevredeki tehlike ve konforsuzluktan korumak, yaşam ve insan eylemleri için güvenli ve uygun bir ortam sunmaktır" (WHO, 2002).

Yapı tasarımında, dikkat edilmesi gereken bazı temel özellikler vardır. Bu temel özelliklerin dikkatle uygulanması, yapının tasarlandığı çevrenin korunmasını sağlarken yapı kullanıcılarının konforu açısından da önem taşır. Bu temel özellikler:

- Estetik ve konfor: Yapı, tasarlanacağı ortamı bozmadan, estetiğe önem vererek ve kullanıcı konforunu göz önünde bulundurarak tasarlanmalıdır. Yapı, bulunduğu toplumun kültürel özellikleri ve yapıma amacı göz önünde bulundurularak tasarlanmalı, standartlara ve yönetmeliklere uyulmalıdır.
- İç ve dış etkilere karşı koruma: Yapıyı dışarıdan etkileyebilme ihtimali olan yağmur, kar, güneş ışığına dikkat edilmeli, özellikle cephede kullanılan malzemelerin soğuktan donması önlenmeli, yapının zemini yapı yüküne göre oluşturulmalıdır.
- Ekonomiklik: Yapının maliyetini belirleyen en önemli etmenlerden biri malzemedir. Yapının ekonomik olması için bazı önlemler almak mümkündür. Bunların en başında LCC (Life Cycle Cost–Yaşam Döngüsü Maliyeti) ve

Çizelge 2.5 : Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemlerin gereksinimleri
(Balanlı ve Öztürk, 2006).

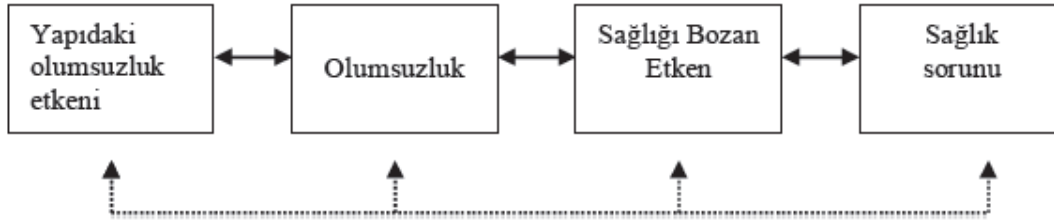
Biyolojik sistemler	Gereksinimler
İskelet sistemi	Devinim için gerekli ergonomik koşullar, Devinim güvenliğinin sağlanması, Sistemi olumsuz koşullardan koruma (çarpma, kırılma vb.), Gerekli oksijenin sağlanması
Kas sistemi	Devinim için gerekli ergonomik koşullar, Devinim güvenliğinin sağlanması, Sistemi olumsuz koşullardan koruma (yorgunluk, gerginlik vb.), Gerekli oksijenin sağlanması
Sinir sistemi	Gerginlik yaratacak koşulların oluşmaması, Dinlenmenin, gerekli uykunun sağlanması
Duyu organları/ dokunma, işitme, görme, koku ve tat alma	Yüzeylerin ve havanın koruyucu dış tabakayı olumsuz etkilememesi, Yeterli duyma ve görmenin sağlanması, Rahatsız edici görünüşten, gürültüden, kirlilikten, kokudan korunma
Solunum sistemi	Yeterli oksijenin sağlanması, Yapı içi hava kirleticilerin bulunmaması
Dolaşım sistemi	Yeterli oksijenin sağlanması, Karbondioksitin uzaklaştırılması, Yapı içindeki boyutların kan dolaşımını engellememesi
Sindirim sistemi	Beslenme için uygun koşulları oluşturma, Sindirim için gerekli oksijenin sağlanması
Boşaltım sistemi	Boşaltım eylemini uygun koşullarda yerine getirebilme, Hijyenin sağlanması
Üreme sistemi	Hormonları etkileyebilecek koşulların oluşmaması, Üreme eylemini yerine getirebilme koşullarının sağlanması
Hormon sistemi	Hormon üretimini engelleyecek koşulları oluşturmama
Bağışıklık/ immün sistemi	Antijen ve alerjen oluşumunu engelleme, Alerjiyi tetikleyen koşulların oluşmaması
Koruyucu dış tabaka/ deri, tırnak, saç	Deri, tırnak ve saçların olumsuz etkileneceği yüzeylerin oluşmaması, Uyarıların doğru algılanmasını sağlama

LCA (Life Cycle Assessment-Yaşam Döngüsü Analizi) göz önünde bulundurulmalıdır. "Malzemenin sağlam olmasına dikkat edilmeli, gereksiz ve kalitesiz malzeme kullanılmamalı, fazla araç-gereç çalıştırılmamalıdır" (Ekinci, 2003).

- Çevresel etki: Yapının bulunduğu çevrenin koşullarına uyum sağlaması ve çevresel etkisinin en az olması gerekmektedir. Enerji, zehirlilik ve geri dönüşürülebilirlik, yapı malzemelerinin çevresel etkisini değerlendirirken en çok değerlendirilen parametrelerdir.

2.3.1 Sağlıklı yapılarda bulunan temel özellikler

Balanlı ve Öztürk (2006)'ya göre "Yapı ve sağlık arasındaki ilişki, yapı biyolojisi açısından incelenmesi gerektiğinde, öncelikle yapının iç-dış çevresinde olumsuzluk etkeninin varlığı, bu etkenin oluşturduğu olumsuzluk, olumsuzluğa bağlı olarak sağlığı bozan etkenin ortaya çıkabileceği ve bunun sonunda sağlık sorununun oluşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır". Bu durumda tüm olumsuzluklar belirlenerek, iç ve dış çevrede buna uygun önlemler alınması gerekmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Yapı ve sağlık arasındaki ilişki (Balanlı ve Öztürk, 2006).

Günümüzde yapılar, yapısal gereksinimler ve kullanıcı gereksinimleri göz önünde bulundurulmadan, kirlenmiş ve yapı yoğunluğunun bir hayli fazla olduğu çevrelerde inşa edilmektedir. Yapıların içerisinde kullanılan malzemeler, doğal (işlenmemiş) malzemeler değildir. Yapının tasarımında görev alan kişiler ise birçok kez değişmektedir.

Sağlıklı yapı tasarımı, yapı tasarımcısı tarafından bazı temel ilkelerin uygulanması ile mümkündür. "Yapı biyolojisinin temel ilkelerinden beklentilerimiz; yapıların ve yerleşim alanlarının hastalıklara ve çevre kirliliklerine nasıl neden olduklarını belirlemek, bunun doğrultusunda çevre sağlığı ve insana yönelik alternatif yapı, kent tasarımı, yapı detaylarını geliştirmek ve yapı malzemelerine biyolojik bir eleştiri getir-

mektir" (Ekinci ve diğ., 2005). Ancak bu şekilde sağlıklı yapı tasarımı mümkün olabilmektedir. Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü, yapının tasarımında görev alan her bireyin yapının inşasından ve çevresel etkilerinden sorumlu olduğunu belirtmektedir. Bu enstitüye göre, sağlıklı yapıların oluşması için bazı temel ilkelere dikkat etmek gerekmektedir. Bu temel ilkeler, yapının ideal koşullarda tasarlanmasına yardımcı olmaktadır.

Sağlıklı yapıların tasarımında dikkat edilmesi gereken temel ilkeler;

- İnsancıl, aileye ve cemiyet hayatına yönelik bireysel konut ve yerleşim alanlarının yaratılması,
- Doğal yapı malzemelerinin kullanılması,
- Yapıların nefes alabilen cepheler ile tasarlanması,
- İç mekân havasındaki nem oranının doğal kontrolünün sağlanması (higroskopik yapı malz. ile),
- Havadaki zararlı maddelerin filtrasyonu ve nötrlenmesinin sağlanması,
- Isı yalıtımı ve ısı depolanması arasındaki ölçünün uyumlu olması,
- İç mekânda ideal yüzey ve hava sıcaklıklarının sağlanması,
- Kokusal nötr ortam sağlanması (dolayısıyla hoş kokan), toksik gazlar açığa çıkarmayan mekanların tasarlanması,
- Yeni yapılarda hem düşük hem de çabuk azalabilen nem oranının sağlanması,
- Doğal ışık, aydınlatma ve renk ortamının sağlanması,
- Ses ve titreşimlerin kontrol altında tutulması,
- Yapı malzemelerinin radyoaktivitelerinin doğal ortamdan düşük olması,
- Havadaki doğal elektriksel alanın korunması,
- Yer kabuğundaki doğal manyetik alanın korunması,
- Teknik elektromanyetik alanların yayılmaması,
- Yaşamsal önemi olan kozmik-arzi radyasyonun değişime uğramaması,
- Mekân örgütlemelerinde fizyolojik bilgilerin uygulamaya aktarılması,
- Ölçü, oran ve formların uyumlu olması,
- Yapının, oluşumu ve yıkımında çevre sorunlarına ve yüksek enerji tüketimine neden olmaması,
- Azalan ve sakıncalı hammadde tüketiminin körüklenmemesi,

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının öncelikli olarak kullanılması,
- Yapılaşmadan kaynaklanan zararlı yan etkilerin, sosyal problemlere dönüşmemesi (Collette, 2010)

olarak bilinmektedir.

Akman'a göre bu temel ilkelerden beklentilerimiz ise;

- "Yapıların ve yerleşim alanlarının hastalıklara ve çevre kirliliğine katkılarını araştırıp, bu katkıların neler olduğunu belirlemek,
- Elde edilen tespitler doğrultusunda çevre ve insan sağlığına yönelik alternatif yapı ve kent tasarımları ile yapı detayları geliştirmek,
- Yapı malzemelerine biyolojik eleştiri getirmek"

olarak tanımlanmaktadır.

2.3.1.1 Sağlıklı yapılarda dış çevre özellikleri

"Yapının dış çevresi kendiliğinden oluşan ve sürekli değişim halinde olan doğal çevreden, amaçlanan işlevi karşılamak için düzenlenen yapma çevreden ve sosyal çevreden oluşmaktadır" (Balanlı ve Öztürk, 2006). Dolayısıyla, devamlı bir değişim içerisinde bulunan dış çevre yapıyı ve insanı olumsuz etkileyebilmektedir. "Doğal çevre evrendeki tüm canlı-cansız varlıkları, hava, su ve toprağı kapsar. Yapay çevre ise cansızdır, yapılar, yollar, parklar vb. canlıların yaşam alanlarıdır" (Sarp, 2007).

Yapılar, barındırdıkları iç çevre özelliklerinin birçoğunu, dış çevre aracılığıyla elde etmektedir. "Yapıların, yatay ve dikey yüzeylere sahip olma ve kullanıcı için donatı ve donatım elemanlarına sahip olmasının dışında, kullanıcı konforunu sağlayabilmek adına aşağıda belirtilen niteliklere sahip olması beklenmektedir" (Arcan ve Evci, 1992). Bunlar:

- "Yapının temiz su ve atık alt yapısının yeterli olması,
- Kullanıcının olumsuz hava şartlarından (kar, yağmur, rüzgâr) yapı kabuğu sayesinde korunabilmesi,
- Yapının deprem, sel, heyelan gibi doğal afetlere karşı dayanıklı olması,
- Yapı içerisine dış kaynaklardan gelen (genellikle su ve havalandırma ile) virüs, bakteri, asbest, radon, uçucu organik bileşiklerin önlenmesi,
- Polen, toz, böcek, hayvan tüyü gibi kirleticilerin filtreler ile yapıya girişini engellemek,

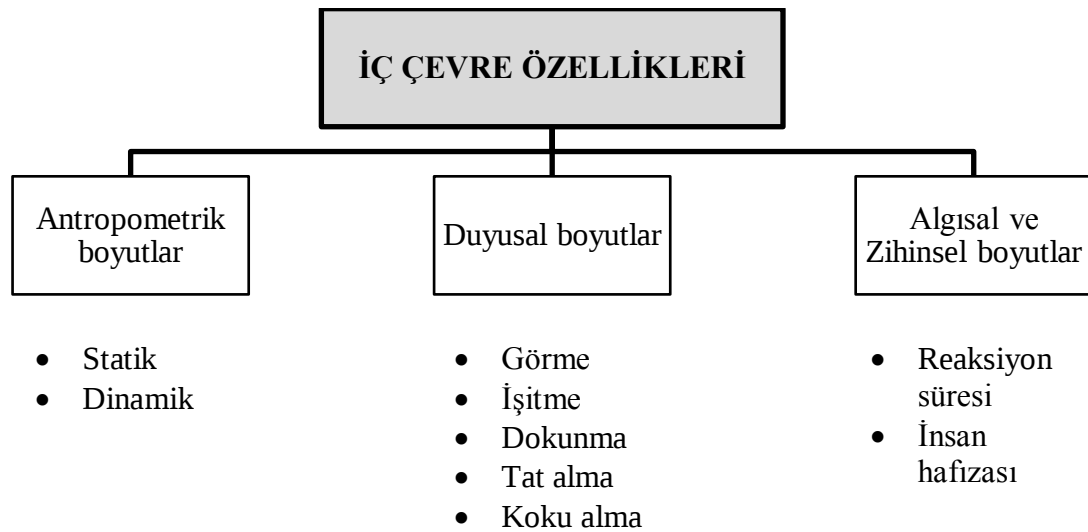
- Dışarıdan gelen kirleticilerin üremesini engellemek amacıyla yapının sürekli temiz tutulması,
- Yapıda dışarıdan gelecek seslere karşı akustik konforun sağlanması,
- Yapının yeterli gün ışığı, rüzgâr gibi etkenlerden yararlanacak şekilde yerleştirilmesi,
- Yapının tasarımının insan psikolojisini olumlu etkileyecek yönde yani parkların, bahçe ve deniz manzarası sağlayan yerlerde tasarlanması, çocuklar için çocuk oyun parkı olan yerlerin tercih edilmesi gerekmektedir.

Yapının dış mekân özellikleri, yapının iç çevresini doğrudan etkilemektedir. Sağlıklı yapıların üretilmesi, yapının dış çevre özelliklerinin bilinmesi ve bu özelliklere göre tasarlanması ile mümkündür" (Arcan ve Evci, 1992).

2.3.1.2 Sağlıklı yapılarda iç çevre özellikleri

"Yapının fiziki iç çevresi kullanıcının gereksinimlerinin karşılandığı ve eylemlerini gerçekleştirdiği doğal ya da yapma ortam olarak tanımlanır" (Sarp, 2007). Yapı kabuğu, kullanıcıları dış çevrede oluşabilecek etkenlerden korumaktadır. Aynı zamanda mekân içerisindeki zararlıları uzaklaştırarak iyi bir ortam sağlamaktadır.

Kullanıcının yaşamsal etkinliklerini gerçekleştirebilmesi ve sağlıklı bir şekilde yaşayabilmesi için iç çevresinin antropometrik, duysal ve algısal boyutlarına uygun olması gerekir. İç çevrenin sahip olması gereken mekânsal, kokusal, işitsel, görsel ve dokunsal nitelikler tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken özelliklerdendir. "Koşulların herhangi birindeki olumsuzluk, rahatsız edici etkilerin oluşmasına ve mekân kullanımının aksamasına neden olacaktır" (Kıran ve Polatoğlu, 2011). Şekil 2.6'da sağlıklı yapılarda mekansal kalite ölçütleri gösterilmektedir.

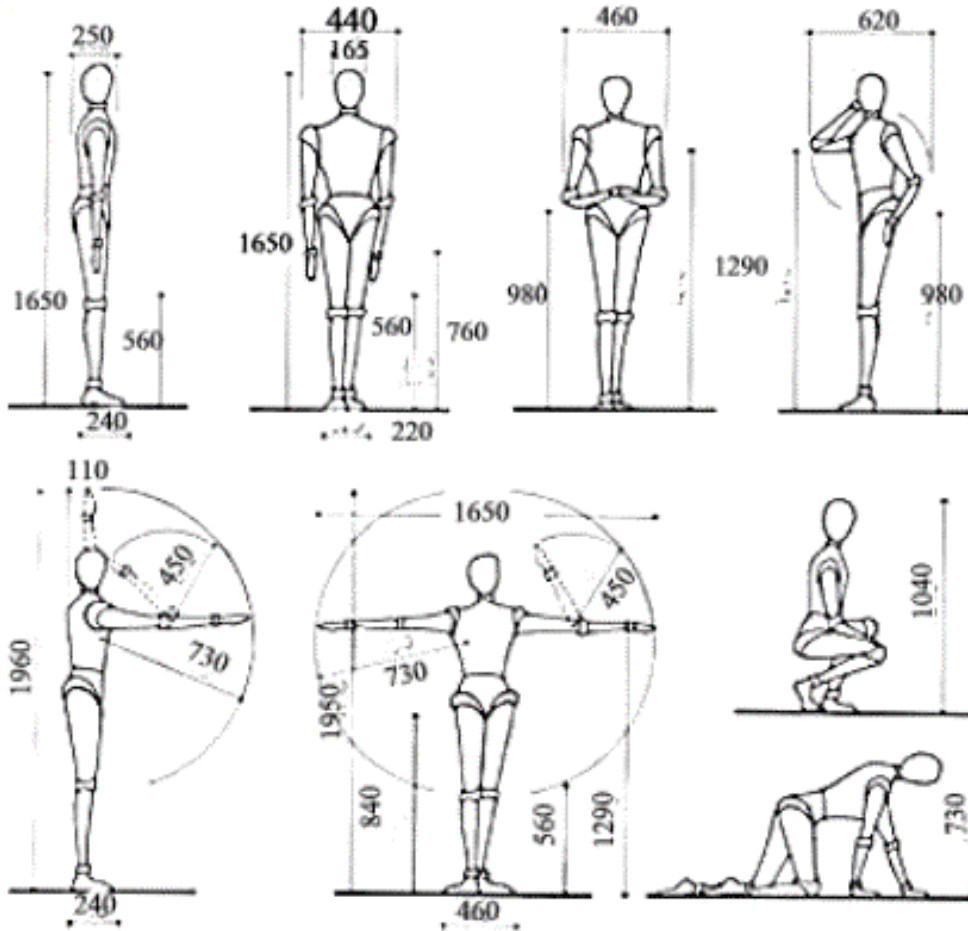


Şekil 2.6 : Sağlıklı yapılarda iç çevre özellikleri.

Ching (1943), mekân algısının önemini "Mekân sürekli olarak varlığımızı sarıp sarmalar, mekânsal hacim boyunca hareket eder, biçim ve nesneleri görür, sesleri duyar, esintiyi hisseder ve bahçede açan çiçeklerin kokusunu alırız. Mekân ahşap ve taş gibi maddesel bir özür. Ancak doğası itibarı ile biçimsizdir. Onun görsel biçimi, ı ışık kalitesi, boyutları ve ölçeği tamamen toplam biçimin elemanları tarafından tanımlanan sınırlarına bağlıdır. Mekân kavranıp çevrelendikçe ve bir kalıba sokulup biçimsel elemanlar tarafından düzenlendikçe mimarlık anlam kazanır" şeklinde belirtmiştir.

Antropometrik boyutlar: İnsan vücudunun boyutları ile ilgilenen bilim dalı, antropometri olarak adlandırılmaktadır. Bu boyutlar, diz yüksekliği, omuz genişliği, ağırlık, uzunluk gibi ölçüleri kapsamaktadır. Antropometrik boyutlar statik (hareketsiz haldeki insanın oturan ve ayakta duran ölçüleri) ve dinamik (hareket halindeki insanın ölçüleri) olmak üzere ikiye ayrılır.

Sağlıklı yapı tasarımı için kullanıcının antropometrik boyutlarının göz önünde bulundurulması şarttır. Şekil 2.7’de kullanıcının sahip olduğu bazı antropometrik ölçüler gösterilmektedir.



Şekil 2.7 : Antropometrik ölçüler (Url-4).

Antropometrik boyutlar, kişiden kişiye göre değişebilir ancak aynı zamanda;

- "Uluslar ve ırklar arası farklılıklar,
- Bölgeler arası farklılıklar,
- Beslenme düzeni,
- Meslek ve kültür grupları,
- Yaş farklıları,
- Cinsiyet farklıları" (Arcan ve Evci, 1992; Ünügür ve Ağat 1993)

göre değişmektedir.

Mekânlar, kullanıcının genetik yapısı da göz önünde bulundurularak antropometrik boyutları ile tasarlanmalı, kullanıcının eylem kararları ile şekillenmelidir.

Duyusal boyutlar: Bu boyutlar, beş duyu organıyla ilgili boyutlardır.

Mekânın görsel boyutları, mekân içerisindeki her türlü renk, ışık vb. boyutları ve bunlarla ilgili estetik bozuklukları gidermeye çalışan niteliklerdir.

Gz, açısal olarak 94 derece görmekte, 62 derece algılayabilmekte, 30 ila 60 derece arasında renk ayırımı yapabilmektedir. Gzn minimum algılama kapasitesi 1 saniye, minimum ayırt edilebilen aı 64 saniye olarak saptanmıştır. Aydınlık seviyesi olarak da 10000 Lux st seviye olarak belirlenmiştir. Ayrıca insan gözünün ayırt etmekte zorlandığı renkler mavi, sarı ve portakal rengi olarak belirlenirken en kolay kırmızı ve yeşil olduğu saptanmıştır (İnalhan, 1999).

Mekânın işitsel boyutları, yapının, uygun ses yalıtımı vb. nlemlerle mekân içerisindeki sesin uygun şiddette tutulmasını sağlayan niteliklere sahip olması ve buna bağlı olarak mekân içerisinde kabul edilebilir gürültü düzey denetiminin oluşturulması, sağlanması gereken işitsel özellikleri kapsar. "İnsan kulağı 20-2000 Hertz arasındaki sesleri duyar" (Güler ve obanoğlu, 2001). 85 dB'in üzerindeki sesler, duyma yetisinin kaybolmasına sebep olmaktadır. Maksimum duyulabilen ses ise 4000 Hz olarak bilinmektedir.

İşitsel çevreyi etkileyen ve çevrenin başarılı olup olmadığının yani beklenen işitsel performans düzeyinin sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesindeki etkenler mekânın türü, kullanım şekli-işlevi, kullanıcıları ve kullanım yoğunluğu, geometrik özellikler, zorunlu yüzey ve malzemelere ait bilgiler ile evre mahallerden kaynaklanacak olası gürültü kaynakları ve bunların karakterleridir (Ruck, 1998).

Binada kapalı mekânların tasarımı yapılırken sesin davranışı ile ilgili olarak dikkat edilmesi gereken bazı özellikler vardır Şekil 2.8’de gösterilen bu özelliklere tasarım sırasında dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.8 : Sesin davranışları.

Mekânın dokunsal boyutları, mekân içerisinde kullanılan donatı ve araçların, kullanıcı için güvenli bir hale gelebilmesiyle şekillenmektedir. Yapı içerisinde kullanılan mobilyalar, aksesuar gibi donatıların yüzeylerinin pürüzlülüğü, sertliği, yumuşaklığı, keskinliği, kayganlığı gibi özelliklere dikkat edilmesi, ortam içerisinde kullanıcının güvenliğini sağlamaya ilişkin yapılması gerekenlerdendir. "Ayrıca yüzeylerin toz, kir, pas, leke tutmama ve mikroorganizma barındırmama özellikleri mekânın temizliği ve kullanıcı sağlığı açısından önemlidir" (Sarp, 2007).

Dokunma duyusuna ilişkin olarak genel bir skala geliştirilmemiş olmasına karşın insan vücudunun 10 MA elektrik akımına, 10 CPS ve 0.12 cm dalga boyundaki vibrasyona, 160 cm civa basıncına eşdeğer ilave basınca, %10 ile %90 arasındaki bağıl nem miktarına dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (İnalhan, 1999).

Koku duyusu, yaşamımızda bazı yer ve zamanları belirlemede büyük önem taşımaktadır. Mekân içerisinde kullanılan kokular, kullanıcının mekânı farklı algılamasına ve deneyimlemesine yol açmaktadır. Kullanıcı, daha önce deneyimlediği kokular ile yeni kokulara iyi/ kötü yönde tepki vermektedir. Ancak kokuların bazı insanlarda alerjik reaksiyonlar, astım gibi hastalıklara sebep olduğu da unutulmamalıdır.

Algısal ve Zihinsel Boyutlar: İnsan, çevresinde olan her şeye tepki gösterme eğilimindedir. Tepkinin oluşabilmesi için geçen süre, reaksiyon süresi olarak adlandırılmaktadır. "‘Reaksiyon süresi’ denilen bu ölçüt, ‘uyarıcı etkenin insan duyu organlarına ulaşması ile insanın uygun davranışı seçerek göstermesi arasında geçen süredir" (İnalhan, 1999). Bu süreler, farklı duylar için "ses: 0.12 sn, dokunma: 0.17 sn, ışık: 0.19 sn, ısı: 0.2 sn, koku: 0.3 sn, acı: 0.7 sn" dir. (Arcan ve Evci, 1992).

Algısal ve zihinsel boyutlar, kişinin farklı karakterler barındırması sebebi ile her insanda değişiklik gösterebilir. Örneğin genetik yapının etkinliği, deneyim ve beklentilerin farklılığı ve yaşanan çevrenin aynı olmaması, bu boyutların farklılaşmasına sebep olmaktadır. İnsan bulunduğu mekânı;

- Biçimi oluşturan yüzeylerin oluşturduğu kenarlar ile mekânda bulunan nesnelerin ve yüzeylerin biçimsel özelliklerinden kaynaklanan haptic algılama,
- Mekânı oluşturan sınırlayıcı elemanların ve yüzeylerin pürüzlülük-doku gibi dokunsal yüzey özelliklerine bağlı dokunsal ve kinestetik algılama,
- Mekânı oluşturan yüzeylerin elastisite (esnek sert) özelliklerine ve yüzeylerin pürüzlülüğüne bağlı kinestetik algılamalar,
- Mekânın ısısal etkisi ile mekânda bulunan nesnelerin ısı iletkenlikleri sonucunda oluşan ısısal algılama,
- Bir mekânda dolaşım esnasında görsel algılamadaki değişimle birlikte ortaya çıkan harekete bağlı kinestetik algılamamanın toplamı ile algılamaktadır (Göler, 2009).

Sağlıklı yapıların tasarlanması için, yapının iç ve dış çevre özelliklerinin bilinmesi ve kullanıcıların psikolojik, sosyolojik ve biyolojik gereksinmelerinin karşılanması gerekmektedir. Yapı biyolojisi kapsamında malzemelerin insan sağlığına etkisini öğrenmeden önce, yapı ve insan ile ilgili temel gereksinimleri bilmek, malzeme seçiminde göz önünde bulundurulması gereken noktaları netleştirmektedir.

3. SAĞLIKLI YAPILARDA MEKÂNSAL KALİTE VE ÖLÇÜTLERİ

Sağlıklı yapıların mekansal kalite ölçütleri, ilk kez Romalı yazar, mimar ve mühendis olan Vitruvius tarafından ‘De Architecture’ isimli kitapta anlatılmaktadır. Vitruvius’a göre, sağlıklı yapı tasarımı Utilitas (kullanışlılık), Firmitas (sağlamlık) ve Venustas (güzellik) ile şekillenmektedir."Dolayısıyla işlevsel açıdan etkin, yapısal açıdan sağlam ve görsel açıdan çekici bir yapı “kaliteli” olarak nitelendirilmektedir" (Blocker ve Jeffers, 1970).

"Mekânsal kalite ölçülebilir ve öznel özelliklerini içerecek şekilde dört ana başlıkta incelenmektedir. Bunlar; “işlevsel kalite, estetik kalite, ekonomik kalite, teknik kalite”dir" (Van der Voort ve Van Wegen, 2005). Ekonomik kalite, yapının tasarımından itibaren, maddi kaynakların etkin kullanılmasıdır. İşlevsel kalite, mekânın işlevine uygun olarak tasarlanıp tasarlanmadığı, bu işleve ne kadar uygun olarak kullanıldığıdır. Estetik kalite, mekânın ne kadar dikkat çekici ve güzel olduğu, donatıların, yüzeylerin, renklerin birbirleriyle olan uyumu ve yapının bulunduğu yerin tarihi ve kültürüyle olan bağlantısıdır. Teknik kalite ise mekânın ne kadar çevre uyumlu, enerji etkin olarak uygulandığı, güvenlik, nem, akustik doğal havalandırma gibi fiziksel kalitesidir. Mekânsal kalitenin sağlanması, bu ölçütlerden her birinin uygulanması ile mümkün olmaktadır. Bu ölçütlerin sağlanmaması, kullanıcının ilgisini çekmeyen, kullanıcıyı kendine davet etmeyen mekânların oluşmasına sebep olacaktır. Yapının tasarımında görev alan her kişinin önceliği, mekânsal kalite ölçütlerinin kullanıcı bazında oluşturulmasını sağlamak olmalıdır. Aksi halde, kullanıcının mekânın herhangi biryerini değiştirmesi ya da mekânı terk etmesi kaçınılmazdır.

3.1 İç Mekân İkliminde Hava Kalitesi

Hava, devamlı olarak temizlenmekte ve yenilenmektedir. Temiz hava herhangi bir koku barındırmaz ve içerisinde bulundurduğu bileşenler, insan sağlığını tehdit etmez. Ayrıca insanı canlandırma, insan psikolojisini düzeltme, vücudun daha sağlıklı çalışması gibi olumlu özellikleri bulunmaktadır. Çizelge 3.1’de havanın doğal bileşimi gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 : Havanın doğal bileşimi (Tünay ve Alp, 1996).

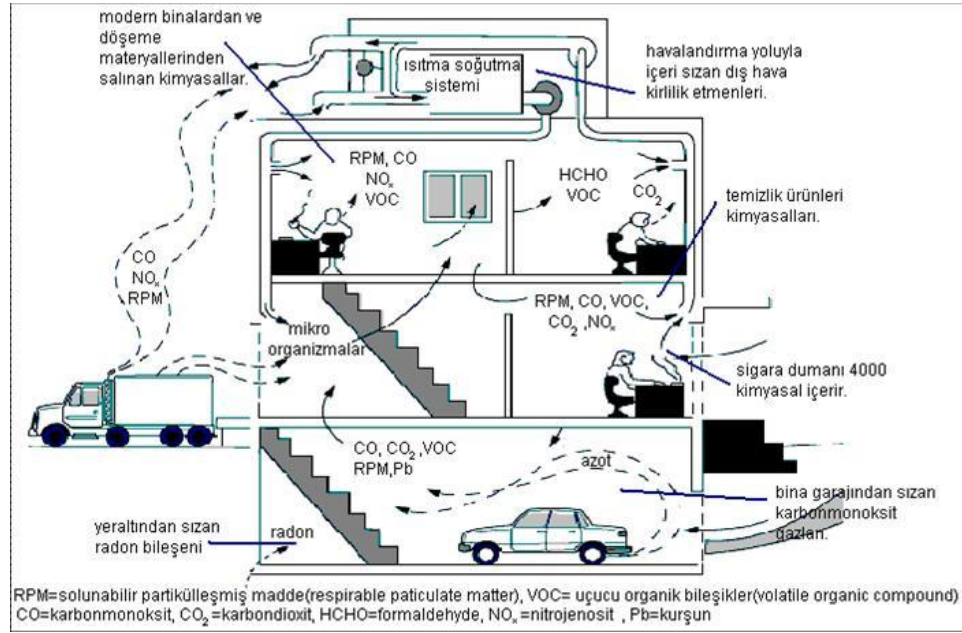
Bileşen	Hacim (%)	Yoğunluk (ppm)
Azot	78,084 ± 0,004	780.900
Oksijen	20,946 ± 0,00	209.400
Argon	0,934 ± 0,001	9.300
Karbondioksit	0,033 ± 0,001	315
Neon	0,0015	18
Helyum	0,000524	5,2
Metan	0,0002	1,5
Kripton	0,000114	0,5
Hidrojen	0,00005	0,5
Ksenon	0,000087	0,08
Azotdioksit	0,00005	0,02
Ozon		0,01-0,04

Yapı içi hava kirliliği sorunu, ısınmak ve yemek pişirme gereksinimini karşılamak amacıyla yakılan ateş sonucu ortaya çıkmış ve taş devrinden beri süregelen bir sorundur. "O dönemde yanma sonucu oluşan zehirli gazlar ve kimyasal maddelerle kirlenen yapı içi havası, ateşin mağara girişinde yakılmasıyla azaltılmaya çalışılmıştır" (Yalçınkaya, 1995). 1970 sonlarında yaşanan petrol krizi sonrası, enerji tasarrufuna gidilmiş, yapılarda havalandırma azaltılmış ve geçirgenliği çok az ya da hiç olmayan bir kabuk ile kaplanmış ve pencereler sürekli kapalı tutularak tasarrufa gidilmiştir. "Yine bu dönemde yapay tahta, sentetik lifler ve plastikler, vb. yapı ürünlerinin kullanımının artması yapı içi hava kirliliğine neden olarak gösterilmiştir" (Chen ve Vine, 1999, s. 457-464).

Amerikan Alerji Uzmanları Birliğinden yapılan açıklamaya göre, hastalıkların oluşması ve yayılması %50 oranında bozuk iç ortam hava kalitesinden kaynaklanmakta, alerjiden şikayet edenlerin 1/6 sı bu nedenle doktora başvurmaktadır. Yine bu kaynağa göre gene aynı nedenden ötürü işgücü verimindeki kayıp %4'leri bulmakta, sadece bu şekilde her yıl 60 milyar dolar, medikal giderlerde ise 1 milyar dolar milli gelir kaybı söz konusu olmaktadır (Gürdallar, 2004, s. 20-32).

Yapılan araştırmalara göre, şehirlerde bulunan havanın içerisindeki oksijen oranının daha seyrek yapılaşma olan yerlere göre daha düşük olduğu bilinmektedir. Kullanıcı sağlığı düşünülmeden tasarlanan yapılar, çevreye toksik gazlar yaymakta, yapının fiziksel dış çevresi, mekândaki kullanıcılar, yaptıkları eylemler ve kullanılan yapı malzeme ve ürünleri insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. "Etkenlerden kaynaklı oluşan zararlı maddeler, mekân içerisindeki hava dengesinin bozulmasına neden olarak kirliliğe sebebiyet verirler" (Vural ve Balanlı, 2005). Şekil 3.1'de iç ortam hava kirliliğinin nedenleri anlatılmaktadır.

Yapı içerisinde bulunan donatı ve araçlarda, temizlik malzemelerinde, pestisitlerde, boyalarda ve cilalarda, mobilyalarda çeşitli hava kirleticiler gözlenmiştir. Özellikle yapay malzemelerin zararlı gaz salınımları, mekânın havasının kirlenmesine sebep olmaktadır. "İnsanın kendisini konfor içerisinde hissedebilmesi için, gerekli taze hava gereksinimi 30-60 m³/saat olarak düşünülmektedir. Doğal yapı malzemelerinin kullanımıyla bu değer 30 m³/saat olarak yeterliyken, plastik esaslı yapı malzemelerinin kullanıldığı hallerde bu gereksinim 60 m³/saat olarak değişmektedir" (Ersoy, 1994).



Şekil 3.1 : İç ortam hava kirliliğinin nedenleri (Url-5).

Yapı malzemeleri, iç mekân hava kalitesini çeşitli sebeplerle kirlitebilmektedir. Bu sebepler, malzemenin yapısı/ içeriğinden, uygulamasından ve kullanımından kaynaklanabilir. Masters (1998)'e göre "İnsan, yapı malzemelerinin sebep olduğu iç ortam hava kirleticilerinden üç yolla etkilenmektedir; solunum yoluyla: kirli havayı isteyerek/ istemeyerek soluma yolu ile, sindirim yoluyla: kirlenmiş su/ besin yeme/ içme, deri tarafından emilmesiyle: Kirlenmiş toprak, su, yüzey, madde ile temas yoluyla".

"İç ortam hava kirleticileri iç ortamın fiziksel koşullarına, binaların dizaynına, yapıların bulunduğu dış çevrelerin özelliklerine ve yapı içinde zaman geçiren kişinin davranışlarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir" (Yurtseven, 2012). "İç mekân hava kalitesinin kötü olması, yorgunluğa, solunum güçlüklerine, performans düşüklüğüne, enfeksiyonlara karşı zayıf düşmeye, akut ve kronik hastalıklara ve psikolojik sorunlara yol açabilir" (Akman, t.y.).

"Yapıya bağılı olarak kullanıcıda oluşan rahatsızlıklar, hasta bina sendromu (Sick Building Syndrome-SBS) ve yapıyla ilgili rahatsızlıklar (Building Related Illness-BRI) olmak üzere iki gruba ayrılır" (Esin, 2004). "Belli bir binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan ancak bu ortamdan uzaklaşınca kaybolan semptomlar, hasta bina sendromu ile ilgili semptomlar olarak adlandırılır" (Çobanoğlu ve Kiper, 2006). "Hasta bina sendromu tipik olarak çeşitli ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerinin bulunduğu yeni ya da yenilenmiş binalarda görülmekle beraber, kirli halılara sahip ya da etkin havalandırma sistemleri olmayan eski binalarda da görülebilmektedir" (Yücel ve diğ., 2011). "Dünya Sağlık Örgütü'nce Hasta Bina Sendromu; "Kışide son üç ay içinde, her hafta en az bir genel, bir mukozal ve bir deri semptomunun bulunması" olarak tanımlanmıştır" (Eriksson ve Stenberg, 2006). EPA'nın "Sağlıklı Yapılar, Sağlıklı İnsanlar" konusunda hazırladığı raporda "vaktimizin %90'ını geçirdiğimiz iç mekânlardaki hava kirliliğinin, çoğu zaman dış mekândan daha yüksek olduğu" belirtilmiştir. HBS'nin kaynakları;

- Pencere ve duvarların izolasyonunda kullanılan materyaller, yapıştırıcılar, duvar boyaları, halılar,
- Çok az havalandırılan alanlar,
- Kitaplardan, havalandırma sistemlerinden, halılardan gelen bakteriler, küfler,
- Havada gaz halinde bulunan bina materyalleri,
- Fotokopi makinelerinden veya diğer ofis makinelerinden havaya yayılan ozon,
- Halı veya mobilyalardan gelen formaldehit, toz, kurşun,
- Bakteriler ve mantarlar gibi mikroorganizmalar,
- Radon gibi kokusuz, gözle görülemeyen ve iç ortamlarda doğal olarak oluşan zararlı gazlar

olarak bilinmektedir.

HBS sonucunda insan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu sendrom sonucunda ortaya çıkan bazı rahatsızlıklar, göğüste sıkışma hissi, kuru öksürük, yorgunluk, görmede zayıflama, nefes darlığı, ciltte kuruluk, kızarıklık, kaşıntı, gözde yanma-batma, sulanma, kızarıklık, ateş basması, uyuklama, boğaz kuruluğu olarak bilinmektedir.

HBS, farklı sebeplerle kişilerde değişkenlik gösterebilmektedir. "Yapılan araştırmalarda kadınlarda erkeklere göre HBS semptomlarının daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir" (Gupta ve diğ., 2007; Bholah ve diğ., 2000, s. 44-51; Stenberg ve Wall, 1995). "Bunun nedeni kadın cinsiyetin HBS semptomlarına erkeklerden daha fazla hassas olmaları şeklinde açıklanmıştır" (Gupta ve diğ., 2007). "Çocuklar ve adölesanlar metabolik yolların ve vital organların gelişmesi ve merkezi sinir sisteminde koruyucu bariyerler henüz tamamlanmadığından iç hava kirliliğinin olumsuz etkilerine erişkinlere göre daha açıktırlar" (Dietert ve diğ., 2000, 483-490; Rice ve Barone, 2000).

İklimlendirmenin düzgün yapılması ve yapı içi kirleticilerinin emisyonlarının azaltılması HBS ile ortaya çıkan hastalıkları azaltmaktadır. İç ortam hava kirliliğinin dış ortamdan daha yüksek olduğu düşünülerek;

- İç ortamdaki halı, mobilya ve ofis araçlarından kaynaklanan emisyonların azaltılması için düşük emisyonlu ürünler satın alınıp kullanılmalıdır,
- Temizlik malzemeleri, oda spreyleri, kozmetik ürünler (deodorant, parfüm vs.), boya, vernik ve çözücüler mümkün olduğunca az kullanılmalı ve saklanırken kapakları sıkıca kapatılmalıdır,
- Kapalı ortamlarda tütün mamullerinin kullanımı yasaklanmalıdır,
- Gebelikte tütün mamulleri kullanılmamalı ve tütün dumanına maruz kalınmamalıdır,
- Yanma sonucunda ortama salınan gazların kontrolü için yemek ısıtma ve pişirme işlemlerinde aspiratör veya havalandırma fanları kullanılmalıdır,
- Soba ile ısıtılan ortamlarda, sobaların bağlı olduğu bacalar yılda bir kez temizlenmelidir,
- Biyoaerosollerin kontrolü için ev ve ofis gibi iç ortamlar iyi temizlenmeli ve tozlardan arındırılmalıdır,
- Mutfak ve banyo gibi nemli ortamlar sık havalandırılmalı, su sızıntıları önlenmeli ve aşırı nem oluşması engellenmelidir,
- Özellikle mutfak, banyo gibi ıslak zeminler ile çocuk ve oturma odaları mümkün olduğunca halı ve benzeri malzeme ile kaplanmamalıdır,
- İç ortam kirleticilerinin neden olduğu riskleri önlemede emisyonların kontrolü tek başına yeterli olmayıp iklimlendirme koşullarının da uygun şekilde ayarlanması gerekir,
- Dijital baskı atölyeleri ve kuru temizleyiciler gibi iç ortam kirleticilerine maruziyetin çok olduğu işyerleri iyi havalandırılmalıdır (Zeydan ve diğ., t.y.)

önerilerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Yapıyla ilgili ortaya çıkan rahatsızlıklar ise hastalarda uzun süreli belirtilere sebep olur. Bu rahatsızlıklar alerji, astım, kanser, spasm, alzheimer olarak bilinmektedir. Yapı içerisinde hava kirliliği oluşturan kirleticiler;

1. Zararlı Gazlar

- a) Karbon dioksit (CO_2)
- b) Karbon monoksit (CO)
- c) Azot oksitler (NO_x)
- d) Ozon (O_3)
- e) Kükürt oksitler (SO_x)
- f) Radon (Rn)

2. Biyoaerosoller (Biyolojik Kirleticiler)

3. Uçucu organik bileşikler (VOCs)

- a) Formaldehit (CH_2O)
- b) Benzen (C_6H_6)
- c) Kloroform (CHCl_3)
- d) Toluen (C_7H_8)
- e) Ksilen (C_8H_{10})
- f) Pestisitler

4. Partikül maddeler (PM)

- a) Kurşun (Pb)
- b) Asbest
- c) Tozlar

5. Kokulardır.

Çizelge 3.2’de iç mekan havasında bulunan kirleticiler ve bunların potansiyel kaynakları gösterilmektedir. Dış ortamda buluna kirleticiler de havalandırma, infiltrasyon veya havalandırma cihazlarıyla iç ortama girebilmektedirler. Bu kirleticiler, alerjiler, kas ağrıları, yorgunluk gibi rahatsızlıklara yol açmaktadır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2 : İç hava kirleticilerinin potansiyel kaynakları (ASHRAE, 2005).

Kirleticiler	Potansiyel Kaynakları
Uçucu Organik Bileşikler	Parfümler, saç spreyleri, mobilya cilaları, temizlik solventleri, hobi ve sanat malzemeleri, pestisitler, halı ve iplik boyaları, tutkal, yapıştırıcı ve sızdırmazlık malzemeleri, boyalar, vernikler, yapıştırıcı bantlar, ahşap koruyucular, kuru temizlenmiş elbiseler, güve ilaçları, hava temizleyici kokular, depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, kirlenmiş sular
Formaldehit	Parçacık tutucular, kontrplaklar, dolaplar, mobilyalar, formaldehit köpük yalıtım katkıları, halı ve kumaşlar
Kurşun	Kurşun esaslı boyalar, dış tozlar ve toprak
Karbon dioksit	Uygunsuz çalıştırılan gaz veya yağ kazanları
Karbon monoksit	Sıcak su ısıtıcıları, ocaklar, odun sobaları
Azot dioksit	Havalandırmasız gaz sobaları, kerosen ısıtıcılar, tütün ürünleri, gaz pişirme sobaları, araç egzozları
Kükürt dioksit	Kükürt içeren yakıtların yanması
Solunabilir Parçacıklar	Ocaklar, odun sobaları, havalandırmasız gaz ısıtıcıları, tütün ürünleri
Çevresel Tütün Dumanı	Tütün ürünleri
Biyolojik Kirleticiler	Bitkiler, hayvanlar, kuşlar, insanlar, yastıklar, yataklar, ev tozları, ıslak veya nemli malzemeler
Asbest	Boru ve kazan yalıtımı, tavan ve döşeme levhaları, dekoratif spreyler, kaplama ve lambriler
Radon	Toprak ve kaya bazlı bina malzemeleri, yeraltı suları

Çizelge 3.3 : Kirleticilerin sağlığa etkileri (Bulgurcu, t.y.).

Kirletici	T	B	U	Z	P/A	K	Açıklamalar
Uçucu Organik Bileşikler	X	X	X	X		X	Bu kirleticilerin çoğu sinirsel/ davranışsal zehirleyici, karaciğer zehirleyici ve kalbi etkileyicidir.
Formaldehit	X					X	Alerjik tepkiler meydana getirebilir.
Pestisitler	X			X		X	Bu kirleticilerin birçoğu beyni ve karaciğeri zehirleyici, üretkenliği zehirleyici ve hassas hale getiricidir.
Kurşun	X			X		X	Beyni zehirleyici ve geriye dönülmez davranışsal etkiler.
Karbon monoksit		X					Hastalarda boğulma (anjin) etkisini güçlendirir, frekansını artırır; sağlıklı yetişkin erkeklerde iş gücünü azaltır, baş ağrıları, göz küçülmesi, sağlıklı yetişkinlerde değişken belirtiler gösterebilir; hastalarda kalp-akciğer uyumsuzluğunu şiddetlendirir.
Karbon dioksit		X					Solunum uyarıcı etki yapar; arttırılmış solunum ve insanlarda yorucu görevleri yapma kabiliyetini azaltır; kandaki pH ve pCO ₂ oranları değişir; böbreklerde kireçlenme ve akciğer alveollerinde yapısal değişiklikler.
Azot dioksit	X						Astımlılarda ciğer fonksiyonlarında azalma; çocuklarda ve yetişkinlerde akciğer fonksiyonlarını etkiler; hayvanlarda ve çocuklarda diğer zehirleyicilerle birlikte etkileşimli hale gelir; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar bağışıklık kabiliyetini azalttığını göstermiştir.
Kükürt dioksit	X						Normal erkeklerde ve astımlılarda ciğer fonksiyonlarını azaltır; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ciğer fonksiyonlarını azalttığı görülmüştür.
Biyolojik Kirleticiler	X					X	Enfeksiyon hastalıkları; alerjik reaksiyonlar; zehirleyici etkiler.
Çevresel tütün dumanı	X					X	Mukoza zarlarını tahriş eder, kalp dolaşım sisteminde stres oluşturur, çocuklarda şiddetli ve ölümcül solunum etkileri
Polisilik aromatik hidrokarbonlar	X					X	Bazıları tahriş edicidir ve kalp dolaşım sistemini etkileyebilir
Asbest	X					X	Uzun süre teneffüs edenlerde asbest hastalığı olan mezotelioma oluşturur.
Radon						X	Akciğer kanserlerine neden olur.

AÇIKLAMA: T:Tahriş edici B:Boğucu U:Uyuşturucu Z:Zehirli P/A:Patolojik-alerjik K:Kanserojen

Zararlı gazlar

İç mekânda bulunan başlıca zararlı gazlar karbon dioksit (CO₂), karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), ozon (O₃), kükürt oksitler (SO_x) ve radondur (Rn). Bu gazlar, yeryüzünün tümünü etkileyen sera etkisi ve ozon tabakasının incilmesi gibi küresel boyutta değişimlere de sebep olmaktadır.

3.1.1.1 Karbon dioksit

Yanma sonrasında açığa çıkarak solunum yoluyla insan sağlığını etkiler. Renksiz ve kokusuz bir gazdır. "Dış ortamda bulunan karbon dioksit miktarı 300-400 ppm arasındadır" (Vaizoğlu ve diğ., 2003). "Kapalı ortamda ise 700-2000 ppm arasında değişmektedir" (Jones, 1999). "Ancak günümüzde genellikle kapalı ortamlarda 1000 ppm düzeyine geldiğinde o ortamda yaşayanlarda yakınmaların başladığı bildirilmektedir" (Yurtseven, 2007). Karbon dioksit:

- Bacalar,
- Garaj egzozu,
- Sigara dumanı,
- Fosil yakıtlar

ile açığa çıkmaktadır.

"Yüzde 5 CO₂ konsantrasyonunun 15 dakika solunması ile veya yüzde 35 CO₂ konsantrasyonlu havanın tüm vital kapasite ile bir kez solunması panik bozukluğu olan hastalarda panik atağı tetiklemektedir" (Caldirola ve diğ., 1997). Ortamda karbon dioksit miktarının fazla bulunması akciğer hasarı, astım, göz rahatsızlıkları, uykusuzluk, koordinasyon bozukluğu ve bitkinlik sorunlarına sebebiyet vermektedir. Karbon dioksitin sağlık üzerindeki etkileri Çizelge 3.4'te verilmektedir.

Çizelge 3.4 : Karbon dioksitin sağlık üzerindeki etkileri (Url-6).

Karbon dioksit(ppm)	Sağlık Etkisi
%8 – 80 000 ppm	Kasılma, çarpınma, felç ve ölüm
%3 – 30 000 ppm	Kas ağrıları, bayılma, kasılma ve ölüm riski
%1.5 – 15 000 ppm	Nefes daralması ve artan kalp frekansı
%0.5 – 5 000 ppm	Hijyenik limit değer
%0.1 – 1000 ppm	İç mekân tavsiye edilen limit
%0.4 – 400 ppm	Normal dış ortam baz değer

Yapı içerisindeki karbon dioksit oranının azaltılması;

- Konut içi yakma olayının azaltılması,
- Sigara içilmesinin engellenmesi,
- Havalandırma,

yoluyla mümkündür.

3.1.1.2 Karbon monoksit

Yanma sonrasında açığa çıkarak solunum yoluyla insan sağlığını etkiler. Renksiz, tatsız ve kokusuz bir gazdır. "Kapalı ortam havasına CO karışması o ortamda bulunanların ölümüne neden olur" (Jones, 1999). Karbon monoksit:

- Bacalar,
- Gazlı (gazyağı-kerosen) ısıtıcılar, odun sobaları, şömineler,
- Sigara dumanı

ile açığa çıkmaktadır.

Karboksihemoglobin (COHb); karbondioksitin (CO) kanda hemoglobinle birleşmesiyle oluşur ve bu durum oksijen taşınmasını engeller. "Normal bir insanın kanında %0,4 oranında COHb bulunur" (Sandalcı, t.y.). "Kanda %20–40 arasındaki karboksihemoglobin şiddetli baş ağrısı, %40 ve üstü uyku hali ve komaya neden olur" (Çobanoğlu ve Güler, 1994). "EPA (Çevre Koruma Örgütü) ve WHO tarafından önerilen değer: 8 saatlik 9 ppm, 1 saatte en fazla alınabilecek doz ise 25 ppm olarak belirlenmiştir" (Vaizoğlu ve diğ., 2003). Karbon monoksitin sağlık üzerindeki etkileri Çizelge 3.5'te gösterilmektedir.

"Karbon monoksitin oluşumunda yanma etkinliğinin artırılması en etkin yoldur.... Havalandırma etkin yöntemlerden birisidir" (Çobanoğlu ve Güler, 1994). Yapı içerisindeki karbon dioksit oranının azaltılması;

- Konut içi yakma olayının azaltılması,
- Sigara içilmesinin engellenmesi,
- Havalandırma

ile mümkündür.

Çizelge 3.5 : Karbon monoksitin sağlık üzerindeki etkileri (Çevre Bakanlığı, 1998).

Karbon monosit (ppm)	Süre (saat)	COHb(%)	Sağlık etkisi
40	2	2	
200	2-3	5	Orta şiddetli baş ağrısı, yorgunluk, bulantı ve baş dönmesi
400	1-2		Ciddi baş ağrısı
10-15	≥8	≈2,5	Sinir sisteminde aksaklık
30	≥8	5	Psikomotor sisteminde aksamalar
100	8	≈10	Baş ağrısı, baş dönmesi, akciğerle ilgili fonksiyonlarda aksaklıklar
		20	Kardiyovasküler sistemde arızalar, elektrokardiyografik anormallikler
		40	Hareket halindeyken düşmeler
		60	Baygınlık, geri dönüşümün meydana gelmesi halinde ölüm
		80	Ölüm
3200	5-10 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma bir saat devam ederse ölüm
6400	1-2 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma 20-30 dakika devam ederse ölüm
12800	1-3 dakika		Ölüm

3.1.1.3 Azot oksitler

Yanma sonrasında açığa çıkarak solunum yoluyla insan sağlığını etkiler. "Azot monoksit, azot dioksit gibi gazları kapsamaktadır" (Çobanoğlu ve Güler, 1994). Azotmonoksit, renksiz ve kokusuzdur. Azotdioksit ise kahverengi - kırmızı renklidir. Keskin bir kokuya sahiptir. Azot oksitler:

- Bacalar,
- Gazlı (gazyağı-kerosen) ısıtıcılar, odun sobaları, şömineler,
- Sigara dumanı

ile açığa çıkmaktadır.

"Atmosfere karışan NO gazının yaklaşık % 80'i doğal kaynaklardan, % 20'si antropojenik (doğada insanoğlunun neden olduğu etkiler) kaynaklardan gelir" (Peavy, 1985). "Doğal ve antropojenik kaynaklardan yılda atmosfere karışan toplam NO gazının 650 milyon ton olduğu hesaplanmıştır" (Mavruk, 2005).

"Azot dioksitin ise malzemeler üzerinde korozyon etkileri vardır. 50 ppm azot dioksit kronik akciğer hastalığına neden olurken, 150 ppm ölüm nedenidir" (Çobanoğlu ve Güler, 1994). Azot dioksitin sağlık üzerindeki etkileri, Çizelge 3.6'da anlatılmıştır

Çizelge 3.6 : Azot dioksitin sağlık üzerindeki etkileri (Öztürk, 2005).

NO₂ (ppm)	Süre	Sağlık etkileri
0.12	-	Koku algılama sınırı
0.3	3.75 saat	FVC ve FEV de küçük artışlar (%5-9)
1.5-2	2-3 saat	Sağlıklı yetişkinlerde havayla artan solunum yolu şikâyetleri
1	15 dakika	Bronşitli kişilerin solunum yollarında direncin artması
2.5	2 saat	Sağlıklı kişilerde solunum yollarında direncin artması
5	15 dakika	Akciğerde gaz alış-verişinin engellenmesi
10	-	Koku algılanmasının engellenmesi
50	-	Geri dönüşümlü bronşiyolitisi
150	-	2-3 hafta içinde bronşiyolitisi fibrosa obliterans sonunda ölüm
≥2	1-3 saat	Akciğer fonksiyonlarında değişme

Yapı içerisindeki azot oksitlerin oranının azaltılması;

- Konut içi yakma olayının azaltılması,
- Sigara içilmesinin engellenmesi
- Havalandırma

ile mümkündür.

3.1.1.4 Ozon

Ozon, açık mavi renkli ve keskin kokulu bir gazdır. "Ozon çok reaktif bir ajan olması nedeniyle iç mekân yüzeyleri ile çok çabuk reaksiyona girmekte ve yeni kimyasal ürünler oluşturarak iç hava kirlenmesine neden olmaktadır. Bunun yanında ozon iç mekânda bulunan gazlar ve tozlar ile de reaksiyona girerek yine yeni kimyasal ürünler ve radikaller oluşturmaktadır" (Hoda, 2015). Yanıcı değil ancak yanma olayını kuvvetle destekleyicidir. İç mekânda bulunan ozonun esas kaynağı, dış mekândaki havadır. Ancak iç mekâna da:

- Ofis aygıtları,
- Fotokopi makineleri,
- Elektro hava temizleyicileri

ile yayılmaktadır.

Ayrıca uçucu organik bileşiklerin buharlaşması ve daha hızlı hareket ederek azot oksitlerle güneş ışığı altında reaksiyona girmesi ozon oluşumuna yol açmaktadır. "Hava içerisinde nem bulunursa ozon üretimi azalır fakat korozyona neden olabilecek nitrik asit üretimi artar. Bu nedenden dolayı hava uygun olarak kurutulmalıdır" (Oğuz ve Çelik, 2001, s. 367-372).

EPA, havadaki ozon miktarının 0,125 ppm'in üzerine çıkması durumunda koşulların "sağlıksız" olacağını" bildirmiştir. Ortamda ozonun yoğun olması sonucunda baş ağrısı, göğüs rahatsızlıkları, öksürük, astımı tetikleme, bulanık görme, solunum yolları hastalıkları ve nefes darlığı sorunları ortaya çıkmaktadır. Ozonun kokusunun ayırt edilme eşiği yaklaşık 0,02 ppm seviyesindedir (Öztürk ve Eren, 2010).

Çizelge 3.7'de ozon ppm değerinin süre değişimine göre insan sağlığına olan etkisi anlatılmıştır.

Çizelge 3.7 : EPA (1979), ozondan etkilenme araştırmalarına yönelik sonuçlar (Vural, 2004).

O3 (ppm)	Süre	Sağlık etkileri
0.01-0.30	Saatlik Ortalama	Japon okul çocuklarının % 25'inin akciğer fonksiyon parametrelerinin ozon yoğunluğu ile ilişkisi belirlenmiştir (Kagava ve Toyama, 1975).
0.10	2 saat	Atardamar kanındaki O ₂ basıncında azalış, standart olmayan ölçüm teknikleri kullanımında hava yolu direnci yükselmiştir (Von Niedind, 1976).
0.20	3 saat	Gece görüşünde düşüş gözlemlenmiştir (Lagerwerff, 1963).
0.20-0.25	2 saat	Astım hastalarında aralıklı hafif egzersiz yaparken solunum işlevlerinde belirgin değişim görülmüştür (Linn vd, 1973).
0.25	2-4 saat	Aralıklı hafif egzersiz yapan kişilerde alerjik ya da solunum rahatsızlığı olanlarda akciğer fonksiyonlarında değişme gözlemlenmiştir (Hackney vd, 1978a,b,c).
0.30	1 saat	Kuvvetli egzersiz yapan kişilerde solunum fonksiyonlarında değişiklikler ve rahatsızlık belirtileri görülmüştür (De Lucia ve Adama, 1977)
...	...	...

"Ozon lastik ve boya gibi organik bileşikleri parçalar. Oksidasyon gücü çok yüksektir. Hatta gümüş gibi direnci yüksek metalleri bile yüksek oksitlere dönüştürmeyi başarır. Ayrıca, plastik gibi çok dayanıklı bir malzemeden yapılmış materyalde bile çatlak oluşumuna, sararmaya neden olur" (Çetin, 2008).

Yapı içerisindeki ozonun oranının azaltılması:

- İç mekânda bulunan uçucu organik bileşiklerinin oranının azaltılması,
- Yapı içerisinde bulunan ofis aygıtları, fotokopi makinesi gibi aygıtların iç mekâna en az zararı verecek şekilde seçilmesi,
- Mekânın havalandırılması

ile mümkündür.

3.1.1.5 Kükürt oksitler

Zehirli bir gaz olan kükürtdioksit, nefes almada zorlanmaya yol açar. Renksiz ancak boğucu bir gazdır. "0.75 ppm veya altındaki değerlerde bile hafif astımlı kişilerde hava yolu direncinin iki katına çıktığı belirlenmiştir" (Soysal ve Demiral, 2007; Çobanoğlu ve Güler, 1994; Jones, 1999). Kükürt oksitler:

- Gazlı (gazyağı-kerosen) ısıtıcılar, odun sobaları, şömineler,

sonucunda oluşmaktadır.

Kükürt dioksitin mermer ve yapılar üzerindeki etkisi, kireçtaşı (CaCO_3) ile reaksiyona girerek suda çözünebilen ve dolayısıyla yapıların zamanla yıpranmasına yol açan, kalsiyum sülfat (CaSO_4) ve alçıtaşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) meydana getirmesidir. Kükürt oksitler, metallerin paslanmasına sebep olmaktadır.

Genelde hava kirleticilerinin tekstil, kumaş ve dokumalar üzerinde yapısal bağları zayıflatıcı ve germe kuvvetini düşürücü etkileri vardır. SO_2 'nin selüloz elyaflar, naylon ve pamuk üzerinde zarar verici etkileri bulunmaktadır. SO_2 'nin deri ve kâğıt malzemeler üzerinde de yıpratıcı etkileri vardır. SO_2 , deri tarafından absorbe edilerek sülfürik aside dönüşür ve bu da derinin yapısını bozar. Bu, özellikle kütüphanelerdeki kitap ciltlerinin çatlamasına yol açmaktadır (Url-7).

Kükürt dioksitin kısa süreli etkileri, Çizelge 3.8'de gösterilmektedir. "Kükürt dioksitin azaltılması için kükürdü düşük yakıt kullanılması en önemli önlemlerden birisidir" (Çobanoğlu ve Güler, 1994).

Yapı içerisindeki kükürt dioksitin oranının azaltılması;

- Kükürdü düşük yakıt kullanılması,
- Havalandırma

yoluyla mümkündür.

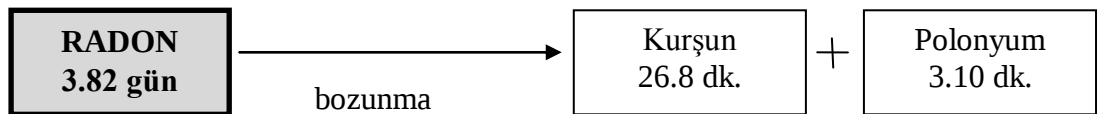
Çizelge 3.8 : Kükürt dioksitin insan sağlığına kısa süreli etkileri.

Kükürt dioksit		
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	Sağlık etkisi
250	(0.095)	Kronik bronşitli hastalarda solunum belirtilerinde artış
722	(0.276)	Kronik akciğer hastalarında akciğer fonksiyonlarında değişiklik yok
200-300	(0.076 - 0.114)	1 sn. içinde solunum azalması
200	(0.076)	Astım krizlerinin frekanslarının artması

3.1.1.6 Radon

Radyumun radyoaktif bozunma reaksiyonları ile oluşan radon (Rn) topraktan havaya geçer. "Taş, kum, çimento, beton, tuğla, alçı gibi hammaddesi topraktan elde edilen yapı ürünleri değişik oranlarda radyum (Ra) içerebilir ve bozunarak radon kaynağı oluşturabilir" (Makofske ve Edelstein, 1988). "Doğal taşlar içinde granit, alçı türlerinden fosfoalçı, radyum içeren agregalardan yapılmış betonlarda radon yoğunluğu fazla olabilir ve etkisi yıllarca sürebilir" (Balanlı ve diğ., 2004). "Radonun ölçüm birimi pikoküri/litre (pci/L) dir. EPA'nın tavsiyelerine göre 4 pci/L'yi aştığında azaltılması gerekir" (Bulgurcu, t.y.).

"Renksiz, kokusuz, toksik etkisi bulunmayan ve yarılanma ömrü oldukça kısa olan (3.8 gün) radonun bozunması sonucunda oluşan polonyum (^{218}Po) ve Kurşun (^{214}Pb) elektrikle yüklüdürler ve havada bulunan aerosollere yapışarak radyoaktif aerosoller oluştururlar. Bu radyoaktif aerosoller solunduklarında akciğer kanserine neden olmaktadır" (Zeydan ve diğ. t.y.) (Şekil 3.2). "Amerikan Genel Cerrahi Birliği, radonun akciğer kanserine yakalanmada sigaradan sonra ikinci sırada yer alan etken olduğunu; EPA, (2000) ise Amerika'da yılda 7.000-10.000 kişinin radondan kaynaklanan akciğer kanserinden öldüğünü belirtmektedir" (Balanlı, ve diğ. 2004). Zamanının %80'ini yapı içlerinde geçirenler için yapı içi radon düzeyinin artışına göre akciğer kanseri ölümlerindeki değişim, Çizelge 3.9 'da gösterilmektedir.



Şekil 3.2 : Radonun bozunması.

Çizelge 3.9 : Zamanının %80'ini yapı içinde geçirenler için radon düzeyi ile ölüm riski (Brookings, 1990).

Yapı içi radon düzeyi (Bq/m³)	Etkilenim süresi (Yıl)	Akciğer kanseri ölümleri (100 kişide)
148	70	1-5
740	70	6-21
7400	70	44-77
7400	10	14-42

Radon gazı, yapı içerisine çeşitli yollardan alınabilmektedir. Apak ve Balanlı, (2013)' e göre bu yollar:

- "Döşemedeki çatlaklar,
- Yapı elemanlarının birleşim yeri,
- Toprak yüzeyine değen duvar ve duvar çatlakları,
- Döşemedeki boşluklar,
- Yapı ürünleri,
- Tesisat boşlukları,
- Yapı kabuğundaki boşluklar,
- Yapı içinde kullanılan su,
- Yapı içinde kullanılan doğalgaz olarak belirtilmektedir".

"Yapı ürünlerinden radonun çıkışı, ürünün nemi, yoğunluğu, gerecin yapısı ve karıştırıldığı ya da bileşim oluşturduğu maddelerin nitelikleri ile ilişkilidir" (Wadden ve Scheff, 1983). "Her zaman tek başına çok önemli bir sorun oluşturmayabilen yapı ürünü kaynaklı radon, diğer ürünlerden ve dışarıdan başka yollarla yapı içine giren radonun düzeyine dikkate alınması gereken bir katkıda bulunur" (Baker-Laporte ve diğ., 2001). "Yapı içinde ürünlerden kaynaklanan radon düzeyi:

- Ürünün içerdiği radon yoğunluğuna,
- Kullanılan ürün miktarına,
- Mekânın hacmine
- Havalandırma süresine bağlıdır" (Balanlı ve diğ., 2004).

"Ürünlerden çıkan radon miktarı, radon oluşum katsayısı ile belirtilir. En yüksek radon oluşum katsayısı betonundur" (Çizelge 3.10) (Brookings, 1990). Yapı malzemelerinden çıkan radon oranı, malzemenin nereden çıkarıldığına ve ülkelere göre değişebilmektedir.

Çizelge 3.10: Yapı ürünlerinin radon oluşum katsayıları (Brookings, 1990).

Yapı ürünü	Radon oluşum katsayısı
Beton	0,1-0,4
Tuğla	0.02-0,1
Alçıtaşı	0,03-0,2
Çimento	0,02-0,05
Uçucu küller	0,002-0,02

Radonun insan sağlığına zarar vermemesi için belirli değerleri geçmemesi gerekmektedir. Ancak kurumlar, bu konuda farklı sınır değerler vermektedir. (Çizelge 3.11). "EPA' nın belirlediği radon düzeyinde bile akciğer kanseri riskinin olduğu ileri sürülmekte, değerın 37-55,5 Bq/m³ sınırlarına çekilmesi tartışılmaktadır" (Balanlı ve diğ. 2004) .

Çizelge 3.11: Yapı içindeki radonun sınır değerleri (Brookings, 1990; TAEK, 2000).

Kurum	Var olan yapılarda aşılması durumunda iyileştirmeye başlama düzeyi Bq/m ³	Yeni yapılar için sınır Bq/m ³
EPA (Çevresel Koruma Örgütü)	148	148
ICRP (Uluslararası Radyasyon Korunması Örgütü)	200	200
WHO (Dünya Sağlık Örgütü)	370	111
Fennos Candian (Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç, İsveç)	400	96,4
ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Birliği)		37
TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu)	400	400

Yapı içindeki radon düzeyini azaltmak için bazı tedbirler almak mümkündür. Yücel ve Arıkan (t.y.)'a göre bu tedbirler:

- Yapı malzemelerinin radyoaktivite analizleri ve doz değerlendirmeleri yapılarak, değerlendirme sonuçları tavsiye edilen radyoaktivite düzeylerinin üzerinde olan malzemeler bina yapımında kullanılmamalıdır.
- Binaların toprak ile temas eden yüzeyleri ve birleşim yerleri sızıntıya imkân vermeyecek şekilde izole edilmelidir.
- Evlerin duvarlarında, su ve kanalizasyon borularının geçtiği yerlerde bulunan çatlaklar, açıklıklar onarılmalı ve kapatılmalıdır.
- Yerden ve duvarlardan bina içine sızan radon gazı bina dışına kaçamazsa bina içindeki konsantrasyonu artıracaktır. Bu nedenle, kapalı ortamların havalandırılmasına özen gösterilmelidir. Evlerde, kapı ve pencerelerde izolasyon yapıldıysa havalandırma süresi artırılmalıdır (Yücel ve Arıkan, t.y)

olarak bilinmektedir.

3.1.2 Biyoaerosoller (biyolojik kirleticiler)

Biyoaerosoller, mantarlar, polenler, bakteriler, bozulmuş besinler, ev tozu akarları, küfler, virüsler, hayvan atıkları, ev bitki ve çiçeklerini kapsamaktadır. Biyoaerosoller, iç hava kirliliğinde gazlar kadar etkilidir. "Biyoaerosollerin iç hava kirliliğinde payı %5-34'tür" (Bhatia, 2011, s. 120-123). "Bir ortamda bağıl nem seviyesinin kontrolü ile biyolojik kirleticilerin gelişimi en aza indirilebilir" (Bulgurcu, t.y.). İç ortamlar için tavsiye edilen bağıl nem seviyeleri %40-%60'dir.

Biyoaerosoller çeşitli boyutlarda olabilir. Genellikle boyutları 0.3-100 µm arasında değişiklik gösterir. Bitki polenleri 58 µm ile 17 µm, mantar sporları 1 µm ile 30 µm, bakteriler 0.5-2.0 µm çapındadır. Virüsler ise 0,3 µm' den küçüktür. Aerosol halindeki mikroorganizmalar atmosferde nadiren serbest olarak, genelde kümeler halinde veya hacmi ve ağırlığı değişen taşıyıcılar veya cansız parçalara tutunmuş olarak bulunurlar. Havada bakteriler polenlerin, toprak parçalarının, hayvan veya bitki parçalarının ya da sporların üzerinde bulunabilirler (Alçay ve Yalçın, 2015, s. 17-30).

Mikroorganizmalar, biyoaerosoller grubunda bulunan önemli kirleticilerdendir. Mantar ve bakteriler, kapalı ortamı çok seven zararlılardır. Özellikle yaz ve bahar aylarında açık pencere ve kapılardan iç mekâna girip etkinlik göstermektedirler. Bu şekilde iç mekân iklimindeki seviyeleri artmaktadır. Bu tip kirleticiler, nem seviyesi yüksek ortamı sevmektedir. "Nemli ortamı seven mantarlar durgun su borularına, duş borularına, havalandırma sistemi tahliye kanallarına yerleşirler" (Jones, 1999).

"Ayrıca kanallar, drenaj tavaasında biriken durgun sularda veya çatı, döşeme ve izolasyonda toplanan sularda çoğalıp büyürler" (Kısa, 2009). Bu şekilde insan sağığına etki etmektedirler.

Lejyonella bakterisi suda büyüyerek iç mekan havasını kirleten, lejyoner hastalığının oluşmasına sebep olan ölümcül bir bakteridir. Su püskürten düzenekler, duşlar, musluktan suyun hızlı ve çevreye sıçrayarak akması sonucunda aerosol oluşabilir.

Ev tozu akarları, insanların deri döküntüleriyle beslenen, protein yapıllı dışkılarıyla insanda astım, alerji gibi hastalıkların görülmesine sebep olan, gözle görülemeyecek kadar küçük canlılardır. Nemli ortamı severler. "Halı, halının zemin ile temas eden alt yüzeyi, kumaş kaplı koltuklar, yatak ve perdeler akarların barınması için uygun ortamlardır" (Özbek, 2002).

Alçay ve Yalçın (2015)'e göre küfler için en uygun ortamlar, "Bodrum katları duvar ve tabanları, pencere pervazları, banyo perdeleri, halı, döşeme malzemeleri çamaşır makinası arkaları, kiremit, mutfak, duvar kâğıtları, havalandırma cihazları" dır. "Küflerin kendileri kadar, oluşturdıkları toksinler insan sağığı için tehlikelidir" (Tuncer ve Soyer, 2005). Şekil 3.3'te bioaerosollerin çoğalması için uygun ortamlar gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Biyolojik kirleticilerin çoğalmasına sebep olan ortamlar.

İç ortamda bulunan bioaerosollerin etkinliğini azaltmak;

- Bağıl nem seviyesinin kontrolü ve iç mekânın bolca havalandırılması,
- Bozulmuş besin, bitki ve çiçeklerin derhal atılması,
- Yatak çarşaflarının haftada en az bir kez değiştirilmesi,
- Özellikle yatak odasında hayvan bulundurulmaması,
- Yaşanılan yerin az eşya ile döşenmesi

ile mümkündür.

3.1.3 Uçucu organik bileşikler

"Yapısında en az bir karbon ve hidrojen atomu içeren kimyasal bileşikler organik bileşikler adını alırlar. Organik bileşikler, uçucu organik bileşikler, yarı uçucu organik bileşikler ve uçucu olmayan organik bileşikler olmak üzere üç ana grupta incelenirler" (Alyüz ve Veli, 2006, s. 109-116). "Yüksek uçucular 0-100 °C arasında, uçucu organik bileşikler 50-150 °C arasında, yarı uçucular 240-400 °C arasında ve uçucu olmayan organikler ise 400 °C'nin üzerinde buharlaşabilen maddelerdir" (Hess-Kosa, 2001). "Uçucu organik bileşiklerin kaynama noktaları 50-260 °C arasında değişmektedir. Düşük kaynama noktaları nedeniyle iç ortam havasında buhar halinde bulunurlar" (Çakır, 2010).

"Uçucu organik bileşikler, derişim düzeyleri sıklıkla artan iç ortam hava kirleticilerinin önemli bir grubunu temsil eder" (Walgrave ve diğ., 2011). Havalandırma ve sıcaklık ile sayıları artar veya azalır. İç mekân iklimindeki uçucu organikler, tek başlarına ya da başka uçucular ile birleşerek etkinlik göstermektedir. Yapıda bulunan her malzemenin uçucu organik bileşik bulundurma potansiyeli vardır ve bu uçucular havaya karışarak insanların sağlığını olumsuz yönde etkilerler. "Tipik bir konutta veya ticari binalarda kaynak oluşturabilecek çok çeşitli bina materyalleri mevcuttur. Bunlar hiç emisyonu olmayan maddelerden, büyük yüzey alanlı ve yüksek emisyon hızına sahip maddelere kadar oldukça çeşitlidir" (Demirel, 2010).

"Yapı malzemelerinden kaynaklanan uçucu organik bileşik maruziyetini en aza indirmek için iç ortam sıcaklığının 17-28°C aralığında tutulması önerilmektedir. Ayrıca havalandırma oranı arttıkça iç ortamdaki uçucu organik bileşik konsantrasyonları düşmektedir" (Wiglusuz ve diğ., 2002).

Uçucu Organik Bileşikler insan sağlığını büyük ölçüde etkilemektedir. Solunum yollarında etkinlik göstererek gözlerde ve koku duyusunda tahribata yol açarlar. Sadece iç mekânı etkilemekle kalmayıp dış mekânda da etkinlik gösterirler. Rüzgârlarla taşınarak asit yağmurları meydana getirirler. Bu durum, bitkilerin ve hayvanların zarar görmesine sebep olur.

"EPA tarafından Amerika'nın farklı bölgelerindeki evlerde yapılmış olan bir araştırmada bina içinde 300'den fazla uçucu organik bileşiğe rastlanmıştır" (Brown, 1999, s. 259-267). Lim ve diğ. (2011) yapı içi hava kirleticileri hakkında çalışmış, iki yıl içerisinde azalan uçucu organik bileşiklerin boya, döşeme malzemesi ve yapıştırıcı

ile ilgisi olduğunu tespit etmişlerdir. İç mekânda kullanılan kaplamaların insan sağlığına etkisi, Kwok, (2003) tarafından "Amerika ve Avrupa ülkelerinde yapılan çok sayıda araştırma sonuçları, bu tip kaynakların iç ortam hava kirliliğine olan katkısını gözler önüne sermektedir" olarak belirtilmiştir. (Kwok, 2003). Seo ve diğ. (2009) göre, "İç ortamlarda kullanılan yapı malzemeleri ve mobilyaların türü önemli olup onlardan yayılan formaldehit ve toluen gibi uçucu organik bileşiklerin azaltılmasında oldukça etkilidir".

"Uçucu organik bileşiklerin bina içi kaynakları; kuru temizleme ile temizlenmiş giysiler (tetrakloroetilen), oda kokuları, mobilya koruyucuları ve güve öldürücü ilaçlar (para-diklorobenzen), bina yapım malzemeleri (formaldehit, stiren), tutkal ve daksil gibi büro malzemeleri (1,1,1-trikloroetilen), boya, vernik ve çözücülerdir (toluen, ksilen)" (Çobanoğlu ve Kiper, 2006, s. 71-75) (Çizelge 3.12).

3.1.3.1 Formaldehit

Aldehitlerin en basit türü olan formaldehit, uçucu organik bileşikler sınıfına girmektedir. Formaldehitin bir diğer adı, metanaldır (HCHO). Renksizdir ancak çok güçlü bir kokuya sahiptir ve kolay alevlenebilen bir gazdır. Tipik kullanım yerleri;

- Yonga levha: Mutfak dolapları ve rafları, dolap kapakları, sehpa, vitrin dolabı, yemek masası, yatak iskeletleri, elbise dolabı, çalışma masası, gardırop, döşeme altları, vb.,
- Lif levha: Mutfak dolap ve tezgahları, yer döşemeleri, dolap kapakları, dekoratif duvar kaplamaları, panel kapılar, vb.,
- Kontrplak: Masa ve sandalyeler, duvar kaplamaları, panel kapılar, vb. (Şahin ve diğ., t.y.)

olarak bilinmektedir.

Formaldehit endüstride, üre formaldehit (UF), fenol formaldehit (PF) ve melamin reçine üretiminde kullanılır. Tek başına veya çeşitli kimyasallarla birleştirilerek yapıştırıcı, sertleştirici ve koruma amaçlı da kullanılmaktadır. Sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak zaman içerisinde ciddi sağlık riski oluşturduğuna inanılan üre-formaldehit iç mekân donatım elemanları ve aksesuarlarda kesinlikle kullanılmamalıdır. "Özellikle preslenmiş ahşap plakaların yeni üretildikleri zaman ortamın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak açığa çıkardıkları reçine tutkalındaki formaldehit gazlarına çok dikkat etmek gerekir" (Yıldırım, t.y.). Yapay ahşap türlerinde ölçülen formaldehit değerleri Çizelge 3.13'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.12 : Bina içinde genellikle karşılaşılan uçucu organik bileşikler ve kaynakları (Hess-Kosa, 2001).

UOB	Bina içi kaynağı
Formaldehit	Yonga levha, lif levha, kontrplak, sigara dumanı
Benzen	Sigara dumanı, çözücüler, boyalar, cilalar, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar, parça birleştirici maddeler, lateks içeren macunlar, su kökenli yapıştırıcılar, ahşap paneller, halılar, marleyler, kumaş temizleyiciler, plastik köpük ve sentetik
Karbon Tetraklorür	Çözücüler, soğutucular, aerosollar, yangın söndürücüler ve gres çözücüler.
Trikloroetilen	Çözücüler, kuru temizlemeden çıkmış kumaş elbiseler, kumaşla kaplanmış sandalye ve koltuklar, mürekkepler, boyalar, yüzey kaplama materyalleri, cilalar, yapıştırıcılar, faks makineleri, bilgisayar terminaller ve yazıcılar, tipekler, boya gidericiler ve leke sökücüler.
Kloroform	Çözücüler, kumaş boyaları, pestisitler, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar, koltuk iç dolgu malzemesi ve klorlanmış su.
1,2-Diklorobenzen	Kuru temizleme ajanları, gres ve yağ çözücüler, insektisitler ve halıfleks yapıştırıcılar
1,3 Diklorobenzen	İnsektisitler
1,4-Diklorobenzen	Deodorantlar, küf ve mantar kontrol maddeleri, oda spreyleri, tuvalet ve çöp kutusu deodorantları ve naftalin
Etilbenzen	Sitiren içeren maddeler, sentetik polimerler, çözücüler, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar, poliüretanlar, mobilya parlaticılar, tutkallar, lateksli ve lateksiz parke yer döşemeleri.
Toluen	Çözücüler, parfümler, deterjanlar, elbise boyaları, su kökenli yapıştırıcılar, silikonlar, küf tutucu yapıştırıcılar, duvar kâğıdı, tutkallar, kalsiyum silikattan yapılmış laminatlar, vinil kaplı duvar kâğıtları, macunlu maddeler, boyalar, halıfleksler, suntadan yapılmış mobilyalar, marleyler, lateksli ve çözücülü boyalar, halı yapıştırıcılar ve gres çözücüler
Ksilen	Çözücüler, elbise boyaları, insektisitler, polyester fiberler, yapıştırıcılar, tutkallar, duvar kâğıdı, macunlu maddeler, cilalar, reçine ve kalın cilalı kaplama, halıfleksler, fotokopiler, sunta mobilyalar, CaSO ₄ paneller, su kökenli yapıştırıcılar, gres çözücüler, boyalar, halı yapıştırıcılar, marleyler ve poliüretan kaplamalar.
Tetrakloroetilen	Kuru temizlemeden çıkmış kumaşlar, kumaşla kaplanmış sandalye ve koltuklar, tekstilden leke sökücüler, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar.

Çizelge 3.13 : Yapay ahşap türlerinde ölçülen formaldehit değerleri
(Balanlı ve diğ., 2006).

Yapay Ahşap Türü	Formaldehit Türü	Formaldehit Miktarı µg/m/saat
MDF	UF	210 - 2300
Kontrplak -mobilya	UF	7 - 1700
Kontrplak -mobilya – vinil kaplamalı	UF	3 - 300
Kontrplak	PF	2 - 83
Yonga ya da talaş levha	UF	100 - 2000

"Formaldehit emisyonu, en genel olarak üretim sürecinden sonra hava ile temas eden malzemenin (örneğin ahşap esaslı) ortamdaki bağıl nem ile formaldehitin çözülerek havaya karışması olarak ifade edilebilir" (Özalp, 1996). Formaldehit emisyonunun fazla olması, deriyi, gözleri, burnu ve boğazı tahriş etmekte, nefes alma zorluklarına, alerjiye, burun kanamasına, baş ağrısına, mide bulantısına, yorgunluğa neden olmaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalarda kanserojen etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Formaldehit yoğunluğuna bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkileri Çizelge 3.14'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.14 : Formaldehit yoğunluğuna bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkileri
(Balanlı ve diğ., 2006).

Formaldehit Yoğunluğu ppm	Sağlık etkileri
0.1 ve daha çok	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, kokudan etkilenme
2.0-3.0	Göz yaşarması, boğazda tahriş, burun akıntısı, astım atakları
4.0-5.0	Uyuklama, uyuşukluk, bellek yitimi, hapşırma, cilt kızarıklığı, astım
10.0-20.0	Solunum güçlüğü, göz, burun ve boğazda yanma, öksürük, göğüste sıkışma, başta basınç, kalp çarpıntısı
50.0-100.0	Akciğerde ödem ve enfeksiyon, ölüm

İç mekandaki formaldehit yoğunluğunun 5.0 ppm 'i geçmesi durumunda insanlarda yakınmaların başladığı ve formaldehitin tahrip edici kokusunun hissedildiği bilinmektedir. "Formaldehit konsantrasyonunun 10.0-20.0 ppm seviyesinde olması durumunda ise solunum yollarında önemli tahribatlar oluştuğu belirlenmiştir" (Şahin, 2005; Emri ve diğ., 2004, s. 305-315). "Ayrıca, sıcaklık ve nem oranına bağlı olarak kapalı ortamlarda yaz aylarında daha yüksek formaldehit konsantrasyonu oluştuğu açıklanmıştır" (Vaizoglu ve diğ., 2003).

Formaldehit esaslı sentetik tutkal kullanılarak üretilen değişik ahşap malzemelerden örneğin kompozit panellerden formaldehit emisyonunun azaltılması veya insan sağlığına olan etkinin en aza indirilmesi, bazı pratik tedbirlerin uygulanması ile mümkündür. Bu tedbirler;

- Formaldehit içeren ürünün içerisindeki üre miktarını azaltmak,
- Kullanılması gereken yerlerde mümkün olduğunca fenol formaldehitli ürünleri tercih etmek,
- Mekân içerisindeki sıcaklığı ve nem oranını düzenlemek,
- Mekânların yeterli şekilde havalanmasını sağlamak,
- "Formaldehit içeren yüzeyleri kaplamak" (Balanlı ve diğ., 2006)

gerekmektedir.

3.1.3.2 Benzen

Benzen, benzol olarak da bilinen C_6H_6 formüllü hidrokarbonların en küçük organik kimyasal bileşiğidir. Renksizdir, yanabilir ve koku içermez. Lösemiye sebebiyet vermektedir ve benzinde katkı maddesi olarak kullanılır. İlaç, boya, sentetik kauçuk ve plastik sanayinde çözücü ve ürün öncesi ön madde olarak kullanılır. Ham petrolün yapı taşı olan benzen, diğer petrol ürünlerinden sentezlenir. Benzen;

- Boya, vernik, cila çözücülerde,
- İşlenmiş ahşap ürünlerde ve plastiklerde,
- Yapıştırıcılarda,
- Sentetik kumaşlı mobilyalarda

bulunmaktadır.

İnsan vücuduna solunum yoluyla alınan benzenin %50 si absorbe olurken geri kalanı yine solunum yoluyla dışarı atılır. Benzen deri yoluyla da alınabilmektedir ancak vücutta etkinlik gösterebilmesi için daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyacı vardır. Ancak yine de bu konuda derinin benzene maruziyet süresinin kısaltılması ve maruz kalan deri yüzeyi alanının küçültülmesi sağlanarak etkileri azaltılabilir. Benzen aynı zamanda boya inceltici tinerlerde ve pestisitlerde (böcek öldürücü ilaçlar) bulunmaktadır.

"Benzenin insanlarda akut (kısa süreli) solunması bilinç kaybı, uyuşukluk, baş dönmesi, baş ağrısı yanı sıra göz, cilt ve solunum yolu tahrişine; kronik (uzun süreli) solunması kırmızı kan hücreleri, aplastik anemi, lösemi ve çeşitli kan hastalıklarına neden olmaktadır" (EPA, 2002). "Benzenin kemik iliği hücrelerinde genotoksik ve kanserojen etkilere sahip olduğu da bilinmektedir" (Zhou ve diğ., 2011).

3.1.3.3 Kloroform

Kloroform, formülü CHCl_3 olan ve triklormetan olarak da adlandırılan, ağır kokulu, renksiz ve zararlı bir maddedir. Uyuşturucu etkisi bulunmaktadır. Kimyasal işlemlerde çok kullanılan kloroform, kolay çözünür ve yağlara etki eder. Kloroform; kaplama ve yapı malzemelerinde ve yapıştırıcılarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kloroform, solunum, sindirim ve derinin su ile temas etmesi sonucu vücuda geçmektedir. Bu sebeple her insanda bir miktar kloroform bulunmaktadır. Kloroform karaciğer hepatit ve sarılık hastalıklarına neden olabilir. Böbrek ve karaciğer tümörlerinin yaşama şansını artırmaktadır. EPA tarafından kanserojen olarak sınıflandırılmıştır.

3.1.3.4 Toluen

Berrak, renksiz, keskin ve hoş kokusu olan uçucu bir sıvı hidrokarbondur. Su içerisinde rahatça çözünebilmektedir. Toluen;

- Döşeme kaplamalarında (vinil, ahşap, halı),
- İşlem görmüş ahşap ürünlerde,
- Duvar ve tavan kaplamalarında (alçı levha, sıva, duvar kâğıdı),
- Mobilyalarda (sentetik kumaşlı),
- Ofis aygıtlarında,
- Çözücüler temizlik malzemeleri ve yapıştırıcılarda

bulunmaktadır.

Toluen iç ortam hava kalitesine; boya, yapıştırıcılar sigara ve tiner kullanımıyla girmektedir. Toluen vücuda en çok solunum yoluyla alınmaktadır. Ortamda toluenin yoğun olması sonucunda baygınlık, uyku hali, akciğer hasarı, baş ağrıları, astım, göz rahatsızlığı, koordinasyon bozukluğu, görme ve duymada bozukluklar gözlemlenmiştir. Çok fazla maruziyetlerde ölüme sebebiyet vermektedir.

3.1.3.5 Ksilen

Ksilen benzenin dimetil türevleri olan üç organik bileşiğin ortak adıdır. C_8H_{10} ile gösterilmektedir. Solunum yoluyla vücuda alınan Ksilen;

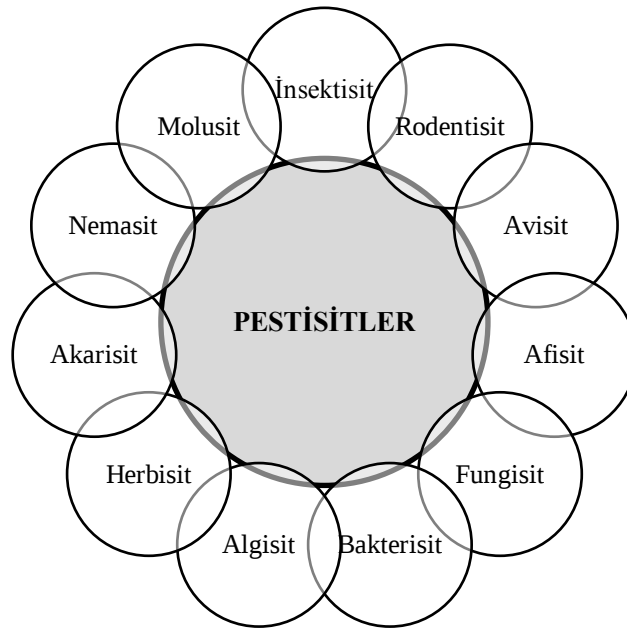
- Döşeme kaplamalarında (vinil, ahşap, halı),
- Duvar ve tavan kaplamalarında (alçı levha, sıva, duvar kâğıdı),
- Mobilyalarda (sentetik kumaşlı),
- Boya, vernik, cila (solvent içerikli) çözücüler ve yapıştırıcılarda,
- Ofis aygıtlarında

bulunmaktadır.

Ortamda ksilenin yoğun olması sonucunda bireylerde deride döküntüler, akciğer tıkanması, soluk almakta zorlanma, böbrek yetmezliği, mukoza yapı irritasyonu, dolaşım bozukluğu, baş ağrısı, bulantı, yorgunluk ve uyuşukluk gözlemlenmiştir.

3.1.3.6 Pestisitler

Uçucu organik bileşiklerden pestisitler; bakteri, mantar ve diğer organizmalara ilave olarak sinekler ve kemiriciler gibi haşaratları öldürmek veya kontrol etmek üzere kullanılan kimyasallardır. Öncüer, (1995) pestisitleri hedef türlerine göre sınıflandırmıştır. Hedef türlerine göre pestisitler, Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4 : Hedef türlerine göre pestisitler

Pestisitler yapılarda; duvar kâğıdı yapıştırıcıları, boyalar, sıvacılık gibi alanlarda kullanılmaktadır. "Yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda pestisitlerin tümör veya kanser yapıcı oldukları, kısırlık, zekâ geriliği gibi çeşitli sakıncalarının bulunduğu saptanmış ve kullanılmaları kısıtlanmış veya yasaklanmıştır" (Öztürk, 1990). Bazı pestisitlere kronik olarak maruz kalınması karaciğere, böbreklere ve sinir sistemine zarar verebilir. Pestisit gereğinden fazla solunması, ölüm riskini arttırmaktadır.

Pestisitlerin insan sağlığına olan etkilerini azaltmak için;

- Kimyasal mücadelenin daha az zehirli pestisitlerle yapılması,
- Hayvan maması ve sularının gece açıkta bırakılmaması, pestisit uygulandığı zamanlarda mama ve suların kapatılması,
- Gıda maddelerinin üretiminden kullanımına kadar takibinin yapılması,
- Tesisat sızıntılarının tamiri,
- Evde biriken çöplerin olduğu anda dışarı çıkartılması,
- Hedef alınan zararlıya göre en etkin ilaçlama zamanının seçilmesi,
- Önerilen dozda ve sayıda pestisit uygulamasının yapılması,
- Zararlı mikroorganizmaların yapı içerisine giriş yollarının ve yapı içerisindeki saklanma yerlerinin kapatılması,
- Uygulamanın uygun hava şartlarında, rüzgârsız havada ve günün serin saatlerinde yapılması, uygulama sırasında herhangi bir şey yenilmemesi, içilmemesi, gözlerin ovuşturulmaması, ağza dokunulmaması, ilaçlama sonrası elbise değiştirilip ellerin ve yüzün bol sabunlu su ile yıkanması,
- Uygulamaların çocuklara yaptırılmaması,
- Kullanılan alet ve yardımcı kapların iş bittikten sonra iyice yıkanması, boşaltılan ilaç kaplarının uygun şekilde imha edilmesi,
- Kapı ve pencerelerin böcekleri içeri almayacak şekilde kullanılması,
- Dış mekânda böceklerin ilgisini çeken sarı ışıkların kullanılması,
- Mekânın havalandırılması

gerekmektedir.

3.1.4 Partikül maddeler

Partikül maddeler, havada asılı duran, boyutları 0,1 ila 100µ arasında olan ve solunum yoluyla insan vücuduna giren küçük taneciklerdir. PM olarak 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" (Bulut, 2007, s. 415-427). Partiküller katı veya sıvı olabilirler. Katı partiküllerden bazıları; kurşun, kül, asbest, duman, toz ve karbon; sıvı partiküllerden bazıları ise; duman, asitler, sis, ve yağ olarak bilinmektedir.

"Partikül maddeler civa, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller ile kanserojenik kimyasalları bünyelerinde bulundurabilmekte ve sağlık üzerinde önemli tehdit oluşturabilmektedirler. Bu zehirli ve kanser yapıcı kimyasallar, nemle birleşerek aside dönüşmektedir" (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014). "Kurum, uçucu kül, benzin ve dizel araç egzoz partikülleri, benzo(a)piren gibi kanser yapıcı maddeler içerdiğinden bunların uzun süre solunması kansere sebep olmaktadır" (Pope ve diğ., 2002).

Havadaki partikül maddeler, insan sağlığını etkileyen en önemli kirleticilerden biridir. "Partikül maddenin insan sağlığına olan etkisinin artması, çapının küçülmesiyle artmaktadır. Solunum yollarına alınan PM' nin 10 mikrondan büyük kısmı burun ve nazofarenkste tutulmaktadır. 10 mikrondan küçük kısmı bronşlarda birikirken, 1-2 mikron çapındakiler alveollerde toplanmaktadır. 0,5 mikron çapındaki partiküllerden; özellikle 0,1 µm çapında olanlar, alveollerden intrakapiller aralığa difüze olmaktadır" (Bayram ve diğ. 2004, 105-112). "Alveolo-kapiller bariyeri geçen partiküller, başta kardiyak fonksiyonlar olmak üzere diğer sistemleri olumsuz etkileyebilmektedir" (Bayram, 2004).

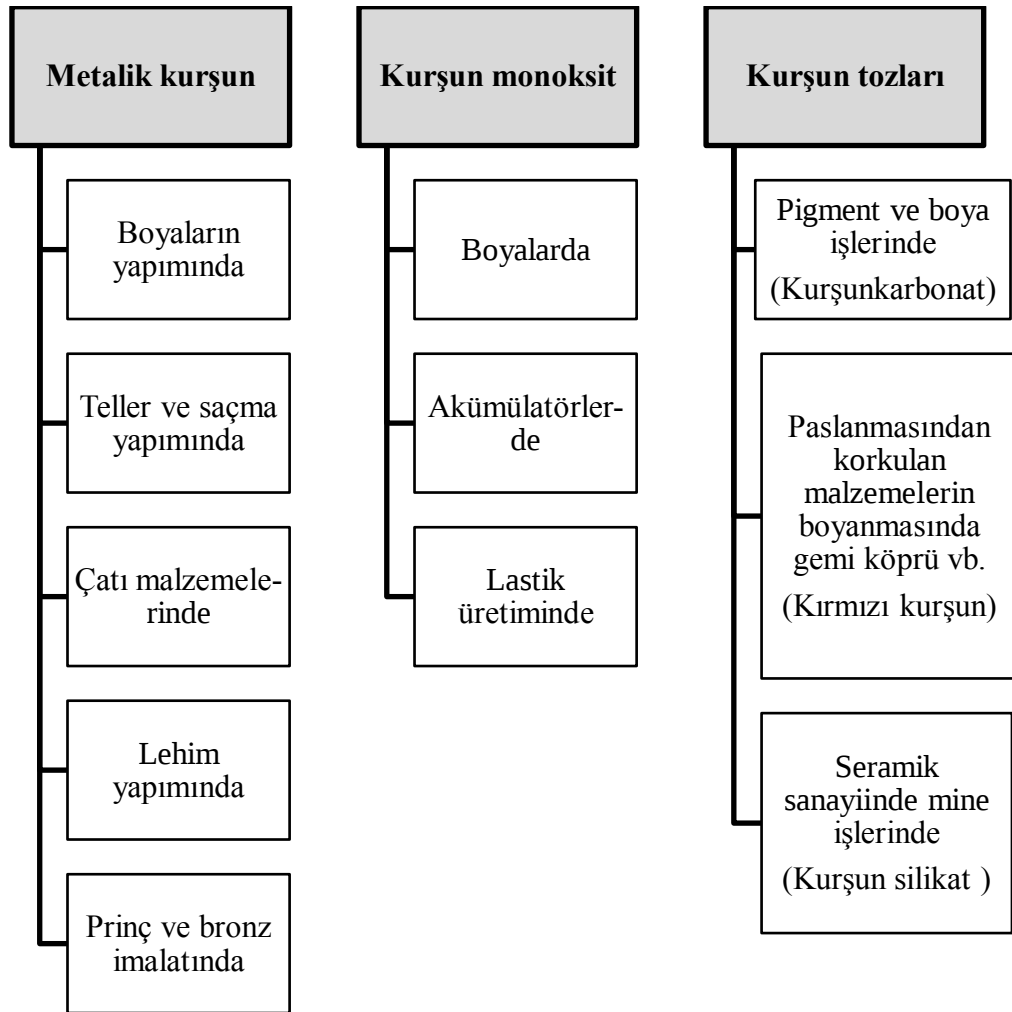
"Partikül kirliliği, solunum yolu enfeksiyonlarını, astım, kronik bronşit gibi mevcut bulunan sağlık sorunlarını tetikleyebilir, akciğer kanser riskini arttırabilir, gözde yanma ve deride tahrişe neden olabilmektedir" (Bulut ve diğ., 2008). Sağlık açısından önemli bir yer tutan partikül miktarını, iç mekanda en aza indirgeyebilmek için;

- "İç ortamdaki partikül maddeleri filtre eden cihazlar kullanılmalı,
- Kontrollü havalandırma ve iklimlendirme yapılmalı,
- Halı ve mobilya seçiminde partikül üreten ve yayan türden malzeme seçilmemelidir" (Bulut, 2007).

3.1.4.1 Kurşun

Kurşun oldukça zehirli bir metaldir. Suda az çözünür ve sürüldüğü yere iyi yapışır. Bu nedenle yağlı boya endüstrisinde çok kullanılmaktadır. Vücutta yüksek oranlara gelmesiyle başta beyin olmak üzere birçok organa zarar vermektedir.

Kurşun esaslı boyaların özellikle çocukların bulunduğu yerlerde kullanılmaması gerekmektedir. EPA'ya göre, 6 yaş ve altındaki çocukların kurşundan etkilenebilme oranı yetişkinlere göre daha yüksektir. Çocukların kurşunun kullanıldığı ortamlarda bulunması; öğrenme, davranış ve sindirim sisteminde bozukluklar, beyin ödemi, kansızlık, bulantı- kusma, bilinç kaybı, boy kısalığı, kalp ve ritim bozuklukları meydana gelmektedir. Kurşun zehirlenmelerine örnek olarak Nijerya'nın Zamfara eyaleti örnek gösterilebilir. 2010 yılında 163 kişi kurşundan zehirlenerek hayatlarını kaybetmiştir. Bunların 111'i çocuktur. Kurşun, vücuttan ancak 20 yıl içerisinde atılabilmektedir. Kurşunun kullanıldığı yerler Şekil 3.5'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : Kurşunun kullanıldığı yerler.

EPA'nın verilerine göre kurşun zehirlenmesi %100 önlenmektedir. Kurşunun insan sağlığına olan etkilerini azaltmak için;

- Boyalı yüzeylerin bozulmamasına çürümemesine dikkat edilmeli,
- Yapı devamlı olarak tozlardan arındırılarak temiz tutulmalıdır,
- Çocukların bireysel temizliğine dikkat edilmelidir,
- Kurşunlu malzemelerin denetimi arttırılmalıdır,
- Kapı ve pencerelerdeki boyalar ve tozlar temizlenmelidir,
- Kurşunlu boyaların yapı içerisinde kullanılmamasına özen gösterilmelidir.

3.1.4.2 Asbest

TS 11597 tavarından asbest "...doğal olarak ezilen ya da işlendiğinde kolaylıkla uzun, ince ve esnek liflere ayrılabilen inorganik silikat bileşiklerine verilen mineralojik ad..." olarak tanımlamaktadır. "Tipik asbest lifleri 0.1-10 mikrometre uzunluğundadır" (Çobanoğlu ve Güler, 1994). "Asbest için izin verilen en yüksek doz 1 lif/cm³ tür" (Vaizoğlu ve diğ.,2003).

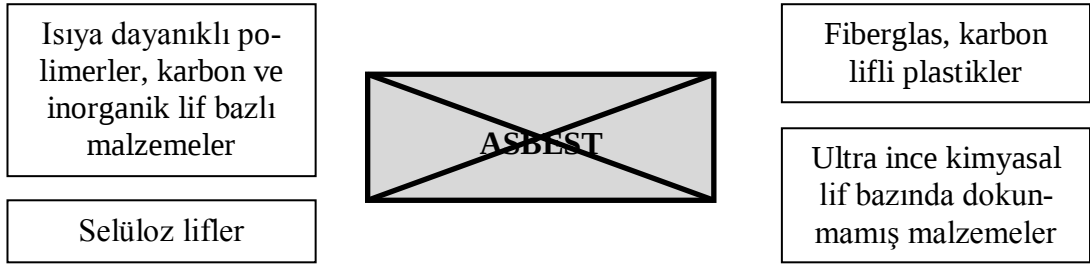
Asbest IARC ve EPA tarafından birinci sınıf kanserojen olarak tanımlanmaktadır. "Asbest akciğer, mide ve bağırsak sistem kanserlerinin yanı sıra akciğerlerde asbestos diye adlandırılan fibroz hastalığına da neden olmaktadır" (Soysal ve Demiral, 2007, Çobanoğlu ve Güler, 1994; Jones, 1999). "Hastalığa yakalananın %13' ünden azı beş yıl gibi bir süre yaşamını sürdürebilmektedir" (ASHRAE, 1998). "Dünyada çoğu ülke asbest içeren ürünlerin kullanımını yasaklamış ya da azaltmıştır" (Yaşar ve diğ., 2004).

Asbest yapı içerisinde;

- Yalıtım malzemelerinde,
- Yangın geciktiricilerde,
- Vinil veya termoplastik zemin döşemelerinde,
- Tavan kaplamalarında,
- Çatı kaplamalarında

kullanılmaktadır.

"Asbest içelikli ürünler kullanım aşamasında lif düzeyi düşük olmasına karşın üretim, bakım-onarım, yıkım esnasında bu düzey yükselmektedir" (Esin, 2004). Yapı malzemeleri, parçalanmadıkça ve kırılmadıkça barındırdıkları asbestozu çevreye yaymamaktadır. Yapı içerisinde mümkün olduğunca asbestin bulunmadığı malzemeler kullanmak, insan sağlığının bozulmasını engellemektedir. Asbestin yerine kullanılabilir malzemeler, Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6 : Asbestin yerine kullanılabilir malzemeler.

Asbestin yapı içerisindeki etkinliğini azaltmak için;

- Asbest çalışmalarında ortaya çıkan tozun lokal havalandırma ve toz biriktirme sistemleriyle ortama yayılması önlenabilir. Özellikle de testere, zımpara taşı ve matkap gibi elektrikle çalışan el aletleri, asbest içeren malzemeler üzerinde kullanıldığında havaya asbest tozları yayacakları için bu çalışmalarda lokal havalandırma kullanılması şarttır.
- Tozun havaya karışmasını önlemek için başvurulması gereken bir başka yol da ıslak çalışma koşulları sağlamaktır. Asbestle yapılacak her türlü işte asbest içeren malzeme ıslatılırsa ortama daha az asbest tozu yayılacaktır. Islak yöntemin bir yandan elektrik ve kayma tehlikesi yaratmamasına dikkat edilmelidir.
- İçerisinde asbest olma olasılığı bulunan artık toz ve moloz HEPA (High Efficiency Particulate Air - Yüksek Etkinlikte Partikül Yakalayıcı) filtreli elektrik süpürgeleriyle çekilmelidir. Kesinlikle süpürge, kürek veya benzeri aletlerle kuru olarak ortamdan uzaklaştırılmamalıdır.
- Asbest tozu ortaya çıkaran çalışmalar mümkün olduğunca izole edilmelidir.
- Çimento, harç, astar, şap, sıva, alçı ve benzeri asbest içeren malzemeleri torbasından veya kartonundan çıkarırken malzemeyi ıslatmak, havalandırmak veya etrafını sarmak ortama daha az toz yayılmasını sağlayacaktır.
- Asbest içeren yer kaplamaları zımparalanmamalıdır.
- Asbesti sökme amacıyla basınçlı hava kullanılmamalıdır. Bu işlemler için basınçlı hava ancak ortaya çıkan toz bulutunu içine çekebilecek bir havalandırma sistemiyle beraber kullanılabilir (Akboğa ve Baradan, 2011, s. 73-74).

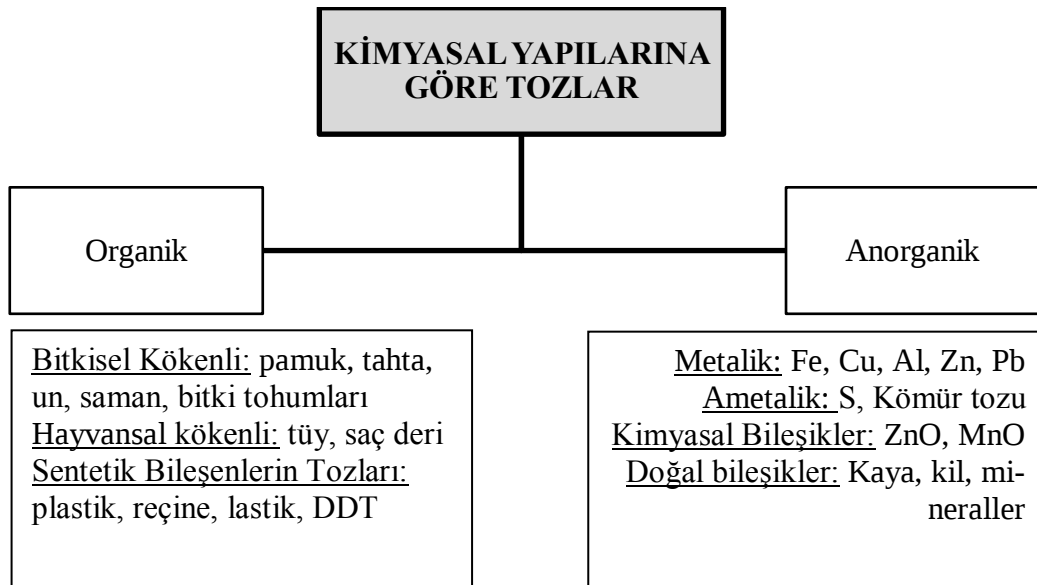
3.1.4.3 Tozlar

Çapı 1 mm'den küçük olan, kimyasal ve fiziksel özellikleri kendisini oluşturan maddenin yapısına benzeyen, uzunca süre havada asılı durup sonrasında çöken maddeler, tozlar olarak adlandırılmaktadır. "Toz tanelerinin hava içindeki hareketi veya başka bir deyişle havada kalabilme zamanı tozun iriliği, şekli, özgül ağırlığı, nemliliği, sıcaklığı ve hava akımı hızı ile ilgilidir" (Güyağüler, t.y.).

Solunum ve sindirim yoluyla (doğrudan ya da balgam ile) vücuda girebilmektedirler. Bazı küçük tozlar deri yoluyla da girebilmektedir. Çapı küçük olan tozlar, insanın en çok maruz kaldığı ve kolaylıkla bünyesine alabildiği tozlardandır. Yapılan araştırmalara göre, bütün tozlar zararlıdır. Ancak silika gibi bazı tozların daha zararlı olduğu tespit edilmiştir.

Akciğerlerde toplanan 1-9 gram arasında % 20 silika ihtiva eden toz silikosis hastalığına, 15 gram silika ise silis tozunun akciğerlerde depolanmasına bağlı olarak meydana gelen ağır silikosis sebeptir. Eğer 50 gram ile 175 gram % 1-% 2 silika ihtiva eden toz akciğerlerde toplanmış ise pnömokonyoz hastalığına sebep olur (Güyağüler, t.y.).

"Tozlar kimyasal yapılarına göre organik ve anorganik tozlar olarak iki gruba ayrılır" (Güler, 2005). Organik tozlar akciğerde birikmezler. Anorganik tozlar ise akciğerlerde birikme eğilimindedir. Dolayısıyla organik tozlara göre daha zararlı (fibrosis gibi) hastalıklara yol açabilirler. Organik ve anorganik tozların alt sınıfları, Şekil 3.7'de gösterilmektedir.



Şekil 3.7 : Tozların kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması.

Tozlar, hava içerisinde çeşitli büyüklüklerde bulunabilmektedirler. 0.5 mikron ile 5 mikron arasında olan tozlar, vücuda girip akciğerlere inemeyen tozlardır. 5-10 mikron arasında olan tozlar gırtlaktan akciğere kadar etkinlik gösterebilmektedir. 10 mikrondan büyük tozlar ise geniz bölgesinde tutulmaktadır. Çizelge 3.15'te toz boyutları ve solunum sistemi üzerinde tutuldukları yerler belirtilmiştir.

Çizelge 3.15 : Toz boyutları ve solunum sistemi üzerinde tutuldukları yer (Güler, 2005).

Toz Boyutları	Tutuldukları Bölge
> 10 mikron	Geniz bölgesi
5 - 10 mikron	Gırtlaktan akciğere kadar
0.5 - 5 mikron	Girer ve çıkarlar

"Yaşamının üçte birini uykuda geçiren insanın, uykuda bağışıklık sisteminin azalması için, kullanılan kumaşların doğal malzeme ile üretimi önem kazanmaktadır" (Kaya, 2013). İnsan vücudunda tozlar değişik biyolojik etkiler gösterebilirler. Biyolojik etkileri bakımından başlıca toz grupları Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8 : Tozların biyolojik etkilerine göre sınıflandırılması.

- İnert tozlar: Bu tozlar (örneğin baryum tozu) inert olup vücutta herhangi reaksiyona girmeden lenfatiklerle vücut dışına taşınır. Ancak bu tozlar da fazla miktarda olduğunda lenfatiklerde tıkanıklığa yol açabilir. Bu tozlara örnek olarak mermer, alçıtaşı ve tütün tozları örnek verilebilir.
- Toksik tozlar: Bazı metallerin tozları, solunum yolundan vücuda girdiğinde vücutta değişik organlara yönelir, bazı kimyasal sistemlerle etkileşime girer ve zehirlenmeye yol açar. Bu tür tozlara toksik toz denmektedir. Kurşun, krom, nikel, kadmiyum gibi metallerin tozları bu grupta yer alır. Kadmiyum böbreklerde, mangan merkezi sinir sisteminde toksik etkiye sahiptir. Kurşun tozları ise kan sistemi, sinir sistemi, sindirim sistemi ve renal sistem gibi sistemler üzerinde toksik etki göstermektedir.

- Allerjik tozlar: Bu tozlar solunum yollarında spazma yol açarak astım benzeri tabloya neden olur, deri ile temas ettiğinde de alerjik rahatsızlıklar görülmektedir. Örnek olarak pamuk tozu (keten, kenevir tozu, şeker kamışı tozu, kuşların tüylerinden gelen tozlar gibi organik tozlar ve cam yünü (cam elyafı), kireç tozu gibi inorganik tozlar) da gösterilebilir.
- Fibrojenik tozlar: Biyolojik etki ve insan sağlığı bakımından en önemli olan grup fibrojenik tozlardır. Bu tozlar akciğerlere ulaştığında orada depolanır, fibrotik reaksiyona yol açar ve sonuç olarak öksürük, nefes darlığı gibi belirtilerle seyreden kronik akciğer hastalıklarına neden olur. En belirgin örnekleri silis, asbest, talk ve alüminyum olan bu tozlar, sırasıyla silikozis, asbestoz, talkoz ve alüminoz adı verilen rahatsızlıklara yol açmaktadır.
- Kanserojen tozlar: Bazı tozlar da özellikle akciğerlerde ve solunum sisteminin diğer bölümlerinde kansere neden olurlar. Bu konuda en çok bilinen örnek asbest lifleridir. Asbest akciğer kanserinin başlıca nedenlerinden birisidir. Mezotelyoma ise yalnızca asbest etkisi ile meydana gelen bir malign hastalıktır. Asbest dışında krom, nikel, kadmiyum gibi bazı metal tozları ile arsenik tozlarının da çeşitli kanserlerin gelişmesinde etkili olduğu bilinmektedir.
- Radyoaktif tozlar: Hava içerisinde toz halinde bulunan radyoaktif maddelerin yaymış olduğu ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasara yol açar, ur oluşumlarına ve genetik bozukluklara sebep olur. En önemlileri, uranyum, toryum, seryum ve zirkonyum bileşikler, trityum ve radyum tozlarıdır (Su, 2001).

Tozların insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

- Toz birikiminin engellenmesi, yapının devamlı olarak temizlenmesi,
- Su filtresi olan veya HEPA filtresi olan elektrik süpürgelerinin kullanılması,
- Özellikle yatak odalarının, yatak ve çarşafın tozlarının giderilmesi, yatak odalarında halı-parke kullanılmaması,
- Perdelerin yıkanabilir olması,
- Astım ve alerji gibi hastalıkları olan bireylerin, temizlik sırasında ortamda bulunmaması,
- Toz oluşumunu engellemek amacıyla odaların pencerelerinin öğleden sonra açılarak odanın havalandırılması,
- Tüylü ve kadife kumaşlar kullanılmaması

gerekmektedir.

3.1.5 Kokular

Kokular vücuda solunum ya da deri (deri tarafından tamamen emilerek) yoluyla alınabilmektedir. Burun tarafından algılanan koku, hiçbir mekanizma tarafından kontrol edilmeden beyne iletilir. Beyin ise limbik sistemde kokuya cevap verir. Limbik sistem; solunumu, beyni, stresi, kalp atış hızını, kan basıncını ve hormonları kontrol etmektedir.

Lambert ve Yaglou, insan burnunun hava kalitesi sensörü olarak kullanılıp kullanılamayacağını araştırdılar. Yaptıkları deneylerde, bir kanaldan geçen belli debideki havaya belli oranda koku molekülleri enjekte ediliyor ve kanal üzerindeki deliklerden, koku alma duyguları çok kuvvetli 10 denekten, burunlarını kanala sokarak hissettikleri koku derecesini ölçmeleri isteniyor. Lambert koku indeksi bu şekilde geliştirilmiştir. Bu indeks, 0 ile 5 arasında değişir ve 2 indeksi, normal bir koku olarak kabul edilir (Anadolu Sağlığı, 2013).

Bir mekânda kötü kokunun bulunması, insanın o mekândan uzaklaşmasına sebep olurken aynı zamanda sağlığını olumsuz etkilemektedir. Hastaneler, kapalı spor salonları, konser salonları gibi mekânlarda sürekli aynı kokunun algılanması, mekâna alışmaya ve mekândan rahatsız olmamaya sebep olur. Örneğin boya yapılan bir yerde, herhangi bir maske takmadan çalışan bir kişi, bir süre sonra kokuyu algılamamaya başlar. Bu durum sonucunda sağlık problemleri meydana gelmektedir.

"Kötü kokulara sürekli maruz kalınması sonucunda akut, kronik ve mutasyon rahatsızlıklar görülebilmektedir" (Akman, t.y.). Yapı malzemelerinin seçiminde kokusu olmayan malzemelerin tercih edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.16'da bazı insan aktiviteleri ile bazı yapı malzemelerinin yaydıkları koku emisyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.16 : İç hava kirlilik değerleri (Bulgurcu, t.y.).

Kişi/ Nesne	Koku Emisyonu
Otmakta olan yetişkin	1 olf
Yoğun sigara içen kişi	25 olf
Sigara içen kişi (içmezken)	6 olf
Atlet	30 olf
Aktif Yetişkin	5-11 olf
Mermer döşeme	0,01 olf/m ²
Muşamba döşeme	0,02 olf/m ²
Sentetik halı döşeme	0,04 olf/m ²
Kauçuk kaplama	0,06 olf/m ²

Nemli hava derinlemesine solunduğunda kokusal açıdan kuru havaya göre daha etkili ve akciğerlerde enfeksiyon oluşmasına daha yatkın bir durum oluşturur. Bir mekânda algılanan hava kalitesini ölçmek için kullanılan birim desipol olarak adlandırılmaktadır. "Tanım olarak: 1 desipol: İçinde 1 olf koku üretilen bir odaya 10 L/s taze hava verildiğinde insan burnunun algıladığı kokudur" (Bulgurcu, t.y.). Bazı mekânlar ve yapı malzemelerindeki desipol değerleri Çizelge 3.17’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.17 : Bazı mekanlar ve yapı malzemelerindeki desipol değerleri.

Mekân / Yapı Malzemesi	Desipol değeri
Dağ ve açık denizlerdeki hava	0,01
Şehir havası	0,1
Sağlıklı bina havası	1,0
Kabul edilir bina havası (%80 tarafından)	1,4
Hasta bina havası	10
Sunta/ MDF	2,4
Sentetik halılar	3,4
Boyanmış duvar	2,1
Mastik vb. malzeme	3,0
Cila	3,7
Tütün dumanı	14,4

"Yalıtım malzemelerinde, geçirimsiz bir tabaka elde edebilmek için kullanılan kömür katranı içerisinde düşük dozda naftalin bulundurmaktadır. Naftalinin insan sağlığı üzerindeki etkisi kesin olarak bilinmemekle birlikte kokusunun rahatsız edici olduğu belirtilmektedir" (Esin, 2004).

İç mekân iklimindeki koku oranını azaltmak için;

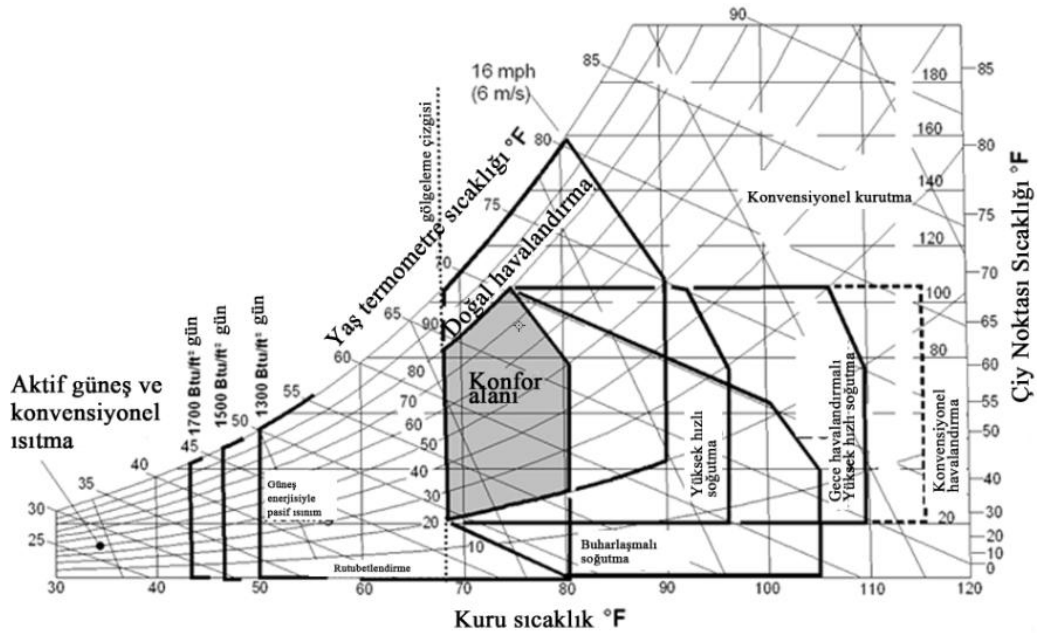
- İç mekânın bolca havalandırılması,
- Yeni boyanmış ortamdan uzaklaşılması,
- Kokusuz malzemelerin kullanılması,
- Kokulu sentetik malzemelerin kullanımının önlenmesi,
- Bazı koku önleyici bitkilerin kullanılması,
- Ev içerisinde evcil hayvanlar beslenmemesi,
- İç mekânda sigara içilmemesi

gerekmektedir.

3.2 İç Mekânda İklimsel Konfor

Hava koşullarının (rüzgâr, sıcaklık, nem, yağış, vb.) bir yerde uzun süre bulunması iklim olarak adlandırılmaktadır. Her canlının yaşamını devam ettirebilmesi için belirli bir iklime ihtiyacı vardır. Örneğin arıların bal yapması, yaşadıkları bölgenin iklim koşullarına ve kovanları için doğadan topladıkları, yine o iklim sayesinde oluşmuş malzemelere bağlıdır.

Tasarımlarda; planlama, görünüm, dayanıklılık, dış çevre ve fiziksel ortam koşulları göz önünde bulundurulmalı, bunlara gereken önem verilmelidir. Bu konular göz önüne alınmadan yönlendirme, planlama, biçim, pencere tasarımı, yapı malzemelerinin seçimi gibi konularda tasarım kararları alınırsa tasarımın bütünüyle başarılı olması sağlanamaz. "Sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi iklimsel etmenler iç ve dış mekân arasında sıcaklık farkı yaratarak, pencere, duvar ve çatı gibi yapı bileşenleri ile malzemelerde ısı geçişlerine ve birikimine neden olur" (Goldstein, 2010). "Bu durum bina yüzeylerinde ve malzemelerinde nemlenme, istenmeyen sıcaklık artışı veya ısı kaybına yol açarak iç konforu olumsuz yönde etkiler" (Yezioro, 2009). "Bu ise iç konforu sağlamak üzere dönüştürülen herhangi bir enerji kaynağının tükenmesi anlamına gelir" (Utlı, 2005). Bu yüzden yapı tasarlanmadan önce yapı iç mekân ikliminin çözümlenmesi yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Yapı kullanıcıları için konfor alanı, Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9 : Yapı kullanıcısının konfor alanı (Url-8).

3.2.1 Nem

Nem, hava içerisinde bulunan su buharı demektir. Mutlak nem, maksimum nem ve bağıl nem olmak üzere üç gruba ayrılır. Mutlak nem, 1 m³ havada bulunan su buharının gram cinsinden değeridir. Maksimum nem, belli bir sıcaklık derecesinde havanın taşıyabileceği en fazla nem miktarıdır. Bağıl nem ise mutlak nemin maksimum neme oranıdır.

"İnsan ve diğer canlılar üzerinde etkisi olan nemden bahsedildiğinde söz konusu olan nem bağıl nemdir" (Akyazı ve diğ., 2011). "Bağıl nem yüzdesi, dış hacimlerde yüzde 80-100 arasında, iç hacimde ise yüzde 55-80 aralığında değer almakla beraber kullanıcı için en iyi (konfor) bölge sıcaklığı 21 C° de % 50 bağıl nem oranına sahip bölgedir" (Tuğlu, 2005). Mekân içerisindeki nem oranını belirleyen etkenler Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10 : Mekan içerisindeki nem oranını belirleyen etkenler.

Kullanıcıların bulunduğu mekânda, belirli bir nem oranının olması gerekmektedir. Mekândaki su buharı miktarı, ortamın sıcaklığıyla belirlenmektedir. "Yüksek sıcaklıklarda havayı su buharına doyurmak için düşük sıcaklıklara göre daha çok neme ihtiyaç duyulur. Örneğin ortam sıcaklığı 20°C olduğunda ihtiyaç duyulan su buharı (nem) miktarı 14 kg iken sıcaklık 25°C'ye çıkartıldığında 20 kg su buharı gerekmektedir" (Güler, 2005).

Akman (1990) insanların havayı algılama ve değerlendirmeleri üzerine yaptığı bazı araştırma ve deney sonuçlarını Çizelge 3.18’de göstermektedir. Bu çizelgeye göre havadaki su oranının artması, insan sağlığının bozulmasında etkindir.

Çizelge 3.18 : İnsanların havayı algılama ve değerlendirmeleri (Akman, 1991).

Havadaki Su Oranı gr/kg	Solunum İçin Uygunluğu	Değerlendirme
0-5	Çok iyi	hafif, taze
5-8	İyi	normal
8-10	Orta	tahammül edilir
10-20	Kötü	ağır, bastırıcı
20-25	Tehlikeli, kötü	ıslak, sıcak
25’ten fazla	Uygun değil	dayanılmaz

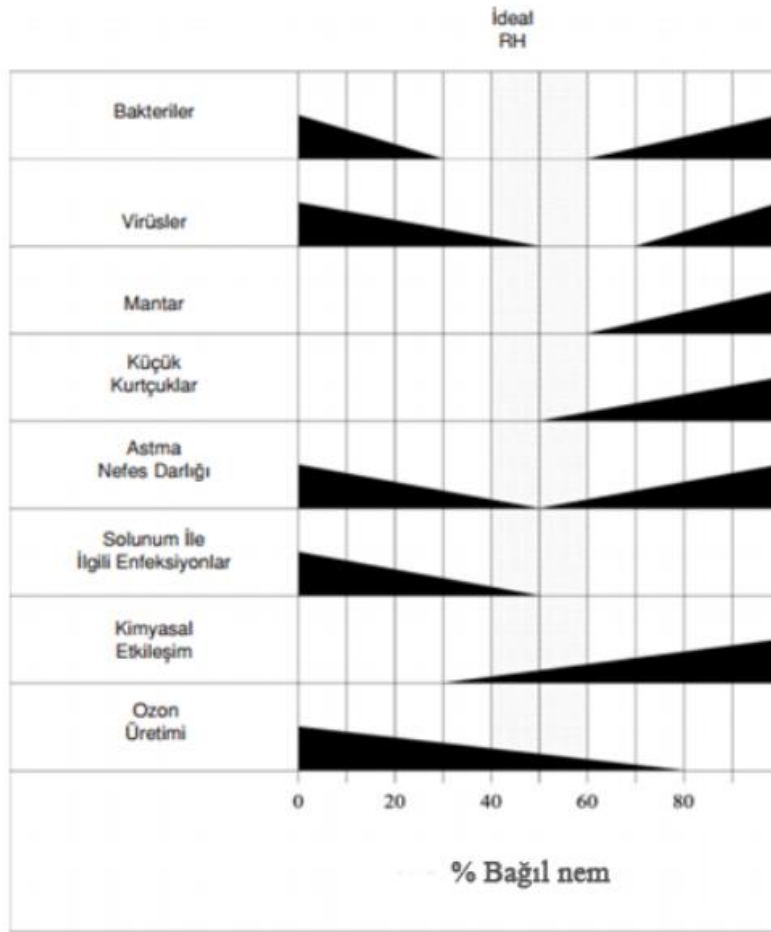
"Nem açısından kurumuş bir hava, bünyesinde daha çok toz ve mikrop barındırır; mekândaki elektrostatik yükleri artırır; havadaki negatif oksijen iyonlarını azaltır; toz ve mikropları iyonize ederek zararlı hale gelmelerine neden olur" (Akman, t.y.). Nem oranının iç mekân iklimi için gerektiğinden fazla ya da az olması, insan sağlığına; ısısal konforun sağlanamaması nedeniyle üşüme, yorgunluk, mukoza zarının kuru-ması, enfeksiyon hastalıkları, stres ve sinir, baş ağrısı, solunum yollarının zarar gör-mesi, kendini kötü hissetme, göz enfeksiyonları açısından etki etmektedir. Nem ayrı-ca birçok toksik gazın, uçucu organığın ve tozların iç mekân içerisindeki etkinliğini arttırmaktadır. Bu nedenle mekân içerisindeki nem oranı her zaman kontrol altında tutulmalıdır.

Şekil 3.11’de kullanıcının yaşayabileceği en uygun ortam %40 ile %60 arasında ol-malıdır. "Yüksek izafi nem oranı patojenik ve alerjik organizmaların üremesine ne-den olurlar. Nem oranının % 70’ den çok olması küf mantarının oluşmasına neden olmaktadır" (Çobanoğlu ve Kiper, 2006). "Bu nedenden dolayı izafi nemi %40 ile %60 arasında tutmak gerekir" (Çilingiroğlu, 2010). Nem yapıda küf, bakteri ve man-tar oluşumlarına sebep olmaktadır.

Buharın bir ortamdan diğer ortama geçmesine difüzyon denmektedir. Malzemenin difüzyon katsayısı buharın geçişini etkilemektedir. Ortamdaki bağıl nem ve iç mekân-ın ısısı malzemenin terlemesine sebep olmaktadır. Yapay ve kimyasal katkılı mal-zemeler, doğal malzemelere oranla daha çok terlemeye sebep olmaktadır.

Yapıda kullanılan malzemeler, iç mekân hava kalitesini etkilemektedir. PVC kullanılan bir yapıda, hava kalitesi çok düşüktür. Zaman içerisinde bozulmayan kasa kanat arasındaki contalar ve bina ile kasanın birleştiği yerdeki izolasyon ve sızdırmazlık tedbirleri hava sirkülasyonuna engel olur. PVC takılmış bir ev, doğal haline bırakıldığında zamanla nemlenecek ve yapı fiziki ve biyolojisi açısından olumsuz etkiler meydana getirecektir. "Ahşap, kiremit, kerpiç, alçı gibi nem emici ve difüzyon özelliği olan malzemeler kullanıldığı sürece iç ve dış hava arasında sürekli bir akım sağlanır" (Akman, 2005, s. 89-92). "Yapı malzemelerinde yoğunlaşma bileşen yüzeyinde çiglenmelere neden olur" (Kuşaslan, 2007). "Hacim içinde nem miktarının %80 dolayında olması; o mekânda çeşitli organizmaların yaşamaları ve üremeleri için en uygun ortamdır. Bu organizmalar ancak, nem oranının %50'nin altına indiği durumlarda veya güneş ışığı ile temasta ölmektedir" (Şenkal, 2001).

Sağlıklı yaşam koşulları için, iç mekân iklimindeki nem oranının kontrol altında tutulması önemlidir.



Şekil 3.11 : Bağıl nem yüzdesindeki değişimin insan sağlığına ve çevreye etkileri (Çilingiroğlu, 2010).

3.2.2 Sıcaklık

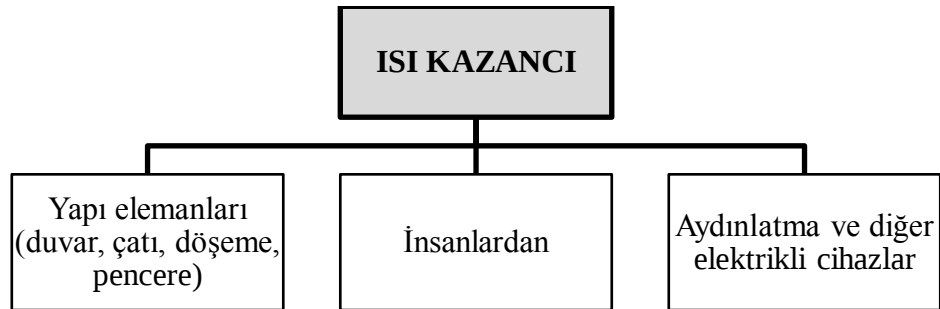
Sıcaklık; maddenin içerisinde bulunan moleküllerin hareketleridir. Sıcaklık, enerji değil, bir ölçümdür. Termometre ile ölçülür, birimi derecedir. Isı ise iki farklı sıcaklığa sahip maddenin arasındaki enerji alış-veriştir. Kalorimetre ile ölçülür, birimi kalori veya jouledür.

ASHRAE iç ortamlar için en uygun sıcaklığın 20-23 °C olması gerektiğini belirtmiştir. İç mekân sıcaklığının 22-23 °C'nin üstüne çıktığı durumlarda mukozal tahriş ve genel semptomlarda artış gözlenmiştir. Bunun nedeninin, sıcaklık yükselmesine bağlı olarak iç ortamda bulunan uçucu organik bileşik konsantrasyonlarındaki artış olarak belirlenmiştir (Zeydan ve diğ., t.y.).

Hava sıcaklığının fazla olması, havanın kurumasına, zararlı gaz ve kolibasili oranının artmasına sebep olmaktadır. Bu durumun sonucunda baş ağrıları, yüksek nabız, konsantrasyon düşüklüğü, rahatsızlık, çabuk yorulma oluşmaktadır.

En önemli konfor koşullarından biri olan iç ortam sıcaklığı; yapıyı çevreleyen duvarların, çevre sıcaklığı, güneş ışınlamı, rüzgâr hızı gibi dış atmosferik şartlarla etkileşimi sonucu değişmektedir. Bilindiği gibi iç ortam sıcaklığını belirleyen ve duvar üzerinden mevsimlere göre ısı kazancı veya ısı kaybı şeklinde bir ısı akımı söz konusu olmaktadır. Isı kazancı, dış ortamdaki daha düşük sıcaklıkta bulunan iç ortama doğru ısı transferidir. Isı kazançları karmaşık ve gün uzunluğu boyunca sürekli farklı olarak değişen kısımlardan oluşmuştur (Işıkel ve Bayraktar, t.y.).

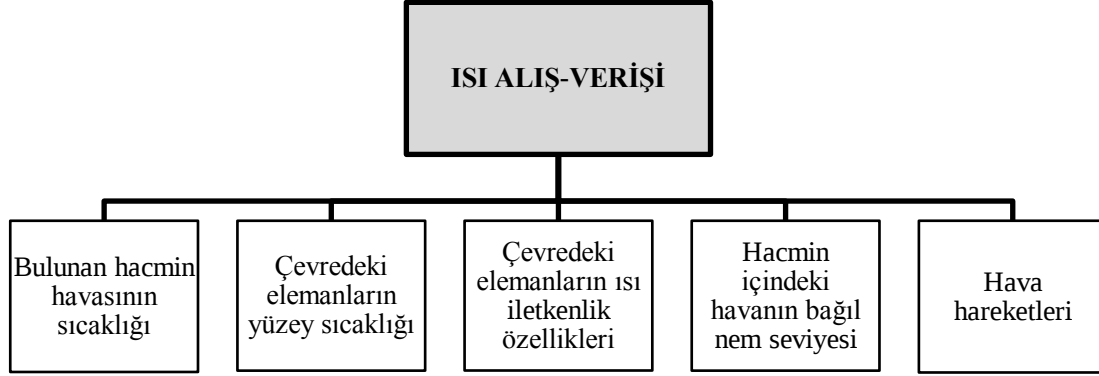
Bir yapının toplam ısı kazancının sebepleri Şekil 3.12'de gösterilmektedir.



Şekil 3.12 : Yapının ısı kazancının nedenleri.

Yapı gün içerisinde güneş ışığına maruz kalmaktadır. Bunun yanında yapının çevre sıcaklığı da yapıyı etkilemektedir. Yapı elemanlarından gelen (duvarlar, pencereler gibi) ısı kazanımı devamlı olarak değişmektedir. Bu yüzden yapı içerisinde kullanılan malzemelerin ısı kazancı hesaplarında göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

İnsanın kendisini konfor içerisinde hissedebilmesi, çevresiyle olan ısı alış verişini ne kadar iyi yaptığına bağlıdır. Şekil 3.13'te bu durumun hangi kriterlere bağlı olduğu gösterilmektedir.



Şekil 3.13 : Isı alış-verişinin bağlı olduğu kriterler.

Bütün malzemeler ısısal özelliktedir. Bu özellikler;

- Erime sıcaklığı,
- Özgül ısısı,
- Isı geçirgenliği ve iletkenliği,
- Malzemenin ısısal genişmesi,
- Isı biriktirme kapasitesi,
- Malzemenin yangına karşı dayanımıdır.

"Uygun olmayan malzeme kullanımında, yalıtımın yapılmaması nedeniyle hafif duvarların iç yüzeyleri soğuk kalmaktadır. Bu durumda konforlu sıcaklığın algılanması için iç havayı gereğinden fazla ısıtmak gerekmektedir" (Kuşaslan, 2007). Akman (t.y.)'a göre "Havadaki nem oranı, ısısı ve bileşimi açısından ideal iç mekân iklimini oluşturmak için yapılması gerekenlerden bir tanesi ahşap, kerpiç, kiremit gibi insan bünyesi ile bağdaşan yapı malzemelerinin kullanılmasıdır".

"Türkiye'de üretilen enerjinin yaklaşık %35'i konut ve %34'ü sanayi tarafından tüketilmektedir" (Işıkel ve Bayraktar, t.y.). Konutlarımızda tüketilen bu enerjinin büyük kısmı ise ısıtma ve soğutma amaçlı olmaktadır. Yapı ısı kazanç ve kayıplarını belirli bir düzeyde tutabilmek için tasarımın ideal sıcaklık düşünülerek yapılması ve yapıda kullanılacak malzemelerin ısı tutucu özelliğinin insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde seçilmesi gerekmektedir.

3.2.3 Hava Hareketi

Hava hareketi, iki tarafı açık bir mekânda havanın yer değiştirmesi olarak bilinmektedir. Mekân içerisindeki hava hareketleri; kişinin cinsiyeti ve yaşı, kişinin oturma, ayakta durma, yürüme gibi yaptığı etkinlikler, mekânın işlevi, mekânın formu, rüzgârın geliş açısı, pencere açıklıklarının boyutları gibi faktörlere göre değişmektedir. Doğal havalandırma ile oluşan hava hareketleri, mekânda düzgün dağılımı olmayan hava akım hızları oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre hava akım hızı 0.11-0.15 m/sn'de rahatlatıcı, 0.5 m/sn'de rahatsız edici olarak gösterilmektedir. Mekân içi hava hızlarının bireyler üzerindeki etkisi Çizelge 3.19'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.19 : Mekân içi hava hızlarının bireyler üzerindeki etkileri.

Mekân Hava Hızı m/sn	Bireyler Tarafından Gösterilen Tepki
0-0.1	Boğulma
0.1-0.2	Olumsuz etkisi bulunmamaktadır.
0.2-0.3	Oturan insanlar için olumsuz ayakta duran veya yavaş hareket eden insanlar için uygundur
>0.3	Rahatsızlık hissi

Rüzgâr zamana bağlı olarak sürekli değişim göstermesi sebebi ile davranışlarının tahmin edilmesini güçleştirmektedir. Mekân içerisindeki açıklıkların yerleşimi, rüzgâr hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Şekil 3.14'te yapı tasarımının hava hareketlerine etkisi görülmektedir. İlk iki şekilde, hava hızı yüksek olsa da hava akımı mekânın içerisinde dolaşmadığı için mekânın çoğu rüzgârdan etkilenmemiştir. Ancak son dört şekilde, başarılı bir rüzgâr akışının gerçekleştirildiği görülmektedir.

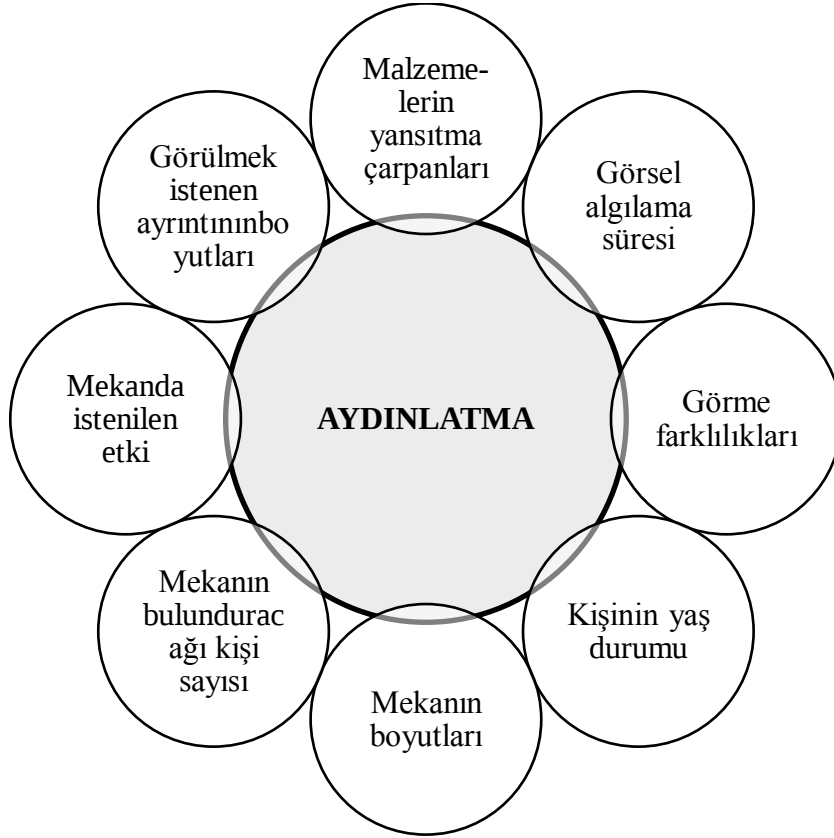


Şekil 3.14 : Yapı tasarımının hava hareketlerine etkisi (Watson ve Labs, 1992).

Yapı kullanıcılarının mekân içerisindeki rahatsızlıklarının başlıca nedenlerinden biri hava akımıdır. Hava Akımı Sendromu, hava akımının insan üzerinde yapmış olduğu olumsuz etkilerin tümüne birden verilen addır. Bu sendrom; öfke, gerginlik, kaslarda gerginlik, baş dönmesi, huzursuzluk, saldırganlık gibi rahatsızlıkları kapsamaktadır.

3.3 İç Mekân İkliminde Görsel Konfor

Aydınlatma; bir ortamda bulunan nesnelerin görünmesi için günışığı kullanılması ya da mekâna ışık uygulanmasıdır. Sağlıklı yapıların oluşturulabilmesi için aydınlatmanın mümkün olduğunca doğal yollarla yapılması ve mekân için seçilen aydınlatmaların insan konforuna uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Aydınlatma; mekân ile ilgili bazı ölçütleri belirleme-değiştirme özelliğine sahiptir. Örneğin doğal ışığı az alan yerlerde koyu renkli malzemelerin kullanılması, kullanıcı psikolojisini etkileyerek mekânı terk etmeye sebep olacaktır. Aydınlatma doğal ve yapay aydınlatma olarak ikiye ayrılmaktadır. Mekânın yeterli derecede aydınlatılması bazı kriterlerin belirlenmesi ile mümkündür (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Mekân aydınlatmasında dikkat edilmesi gereken kriterler.

Günışığı mekânsal kaliteyi arttıran ve insanın doğa ile bütünleşmesini sağlayan ve mekân tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli bir faktördür. Bina sakinleri günışığını düzenli yapay aydınlatmaya göre daha fazla aramaktadırlar ve günışığı ile kullanıcı memnuniyeti, ısısal konfor ve enerji etkinliği arasında çok güçlü bir ilişki olduğu kanıtlanmıştır. Günışığının etkin kullanımının yararları iki ana grupta toplanabilir:

- Enerji kazanımı ve ısısal yükte azalma: Ticari yapıların enerji tüketiminin yaklaşık % 30'u aydınlatma enerjisi olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle günışığı ile aydınlatmanın oranı arttıkça, elektrik ile aydınlatma maliyetleri ve enerji giderleri düşmektedir.
- İnsan konforu, üretkenlik ve sağlık: Günışığının insan performansını yükselttiği kanıtlanmış bir gerçektir. Okullarda doğal aydınlatmanın etkinliği arttıkça deneysel sonuçların da iyileştiği görülmektedir. Ticari mekânlarda günışığı, satışları artırmakta, konutlarda günışığına sürekli maruz kalan mekânlarda insanlar daha rahat uyumakta, hastanelerde pencereye yakın olan hastalarda uzak olanlara göre iyileşme oranı artmaktadır.

Yapıda doğal aydınlatma kullanılırken, özellikle çalışma odalarında parlamamanın olmamasına dikkat edilmelidir. Yapı tasarımında aydınlatma ile ilgili dikkat edilmesi gereken özellikler:

- Yatak odalarının sabah güneşini alacak şekilde konumlandırılması gerekir,
- Yaşam alanları güney ve güney batıya yönlendirilmelidir,
- Batı ve kuzeybatı yönlerindeki tuvalet, banyo, kiler vb. mekânlarda cam yüzeyleri küçük tutulmalıdır.
- Yapıda cam yüzey boyutları doğal aydınlatma düşünülerek daha büyük tutulmalıdır (Güler, 2005).

Ayrıca iyi bir aydınlatma düzeyi sağlamak adına;

- Çalışılan yüzeyin her alanındaki aydınlatma eşit olmalı,
- Kullanılan ışığın niteliği uygun olmalı,
- Aydınlatma göz kamaşmasına neden olmamalı,

Akman (t.y.)'a göre "Yapılar penceresiz olarak tasarlandığında insanda depresyonlar, yorgunluk, sinirsel gerginlik, baş ağrısı ve nevroz yaratabilir". "Işığın insanlar üzerindeki psikolojik etkileri şöyle sıralanabilir; parlak ışık enerji verir, ağır iş veya enerjik aktivitelere teşvik eder, hafif ışık, gevşeklik dinlenme hissi verir, gereğinden fazla ise uyku hali verebilir, çok parlak ışık fiziksel ve duygusal üzüntülere neden olabilir" (Kalınkara, 2001). Çizelge 3.20'de bazı mekânların minimum aydınlık düzeyleri gösterilmektedir. Çizelge 3.21'de ise aydınlık düzeylerinin konfor seviyelerine etkisi gösterilmektedir.

Çizelge 3.20 : Minimum aydınlık düzeyleri (Url-9).

YER	MEKÂN	AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)
Konutlar	Oturma odaları	50
	Mutfaklar	125
	Yatak odaları	50
	Giriş holü, merdiven, çatı katı, ambarlar	50
Okullar	Yuvalar, anaokulları	100
	Sınıflar	200
	Jimnastik salonları	100
	Toplantı salonu	150
Hastaneler	Doktor odaları	100
	Tanı ve tedavi odaları	250
	Operasyon odası	500
	Hasta koltuğu	5000
	Toplantı odası	100
	Tuvaletler	50
	Bekleme salonları	100
Otel ve restoranlar	Banyolar	100
	Hol - merdivenler	50
	Mutfaklar	250
	Yatak ucu aydınlatması	150
	Tuvalet masası	150
	Restorantlar	75
	Barlar	75
Mağazalar	Büyük mağazaların içleri	500
	Depolar	25
	Spotla ek aydınlatma	5000
Müzeler	Tablolar (bölgesel aydın- latma)	200
Tiyatrolar	Heykel ve diğer nesneler	400
	Giriş-fuaye	200
	Salon	50
Spor Salonları	Stad	200
	Futbol alanı	100
	Tenis kortu	250
	Paten sahası	15
Çamaşırhane	Yıkama yeri	150
	Onarım, sayım, işaret	200
	Özel parça onarımı	400
Sinemalar	Giriş ve kasa	200
	Fuaye	50
	Salon	100

Çizelge 3.21 : Gerekli aydınlık düzeyi ve görsel konfor seviyesi (Arpacıoğlu, 2012).

GÖRSEL KONFOR SEVİYESİ	GEREKLİ AYDINLIK DÜZEYİ (LUX)
Yetersiz	10-20
Sıradan	20-100
Makul	100-200
Güçlü	200-400
Şiddetli	400 ve üstü

İç mekan iklimindeki aydınlatmayı etkileyen bir diğer kriter ise kullanılan renklerdir. Renklerin insan psikolojisine olan olumlu / olumsuz etkileri kanıtlanmış bir gerçektir. "Bazı renkler, iç daraltıcı, sıkıcı bulunduğu gibi bazı renkler ise insan üzerinde bir ferahlık, genişlik duygusu yaratmaktadır. Bu özellikleriyle renkler, uyarıcı oldukları kadar çökkünlük yaratıcı, yapıcı oldukları kadar da yıkıcı, itici ya da çekici olabilmektedirler" (Özbudak ve diğ., t.y.). Bunun yanında renklerin nesnelerin uzaklığını değiştirme gibi etkileri de bulunmaktadır. Renklerin yansıtma çarpanları, ışığın algılanmasında büyük bir etkindir. Çizelge 3.22’de renklerin ve bazı malzemelerin yansıtma çarpanları verilmektedir.

Çizelge 3.22 : Çeşitli renklerin ve çeşitli renklerdeki maddelerin yüzde olarak yansıtma çarpanları (Su, 2001).

Renkler	Yansıtma Çarpanları
Mat siyah	5
Granit, asfalt şose	10
Baskı mürekkebi	15
Maun rengi, ceviz rengi	20
Mavi	25
Kırmızı, yeşil	30
Kahverengi	35
Ağaç rengi	40
Yaş beton, harç	45
Sarı, cilalı çinko	50
Parlak çelik, gazete kâğıdı	55
Kayın ağacı, beyaz mermer	60
Parlak cilalı krom veya bakır	65
Beyaz mine	70
Fildişi parlak cilalı prinç, alüminyum	75
Beyaz üstübeç, beyaz resim kâğıdı	80
Yüksek kalite beyaz kâğıt	85
Parlak cilalı gümüş	90
Beyaz alçı	95

Özbudak ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada mekân tipleri ve eylem özelliklerine göre kullanılması gereken renkleri, bu renklerin insan psikolojisini nasıl etkilediğini ve hangi tür aydınlatmanın kullanılması gerektiğini göstermektedir (Çizelge 3.23).

Çizelge 3.23 : İç mekanlarda önerilen renkler ve etkileri (Özbudak ve diğ. t.y.)

Mekân Tipleri	Eylem Özellikleri	Önerilen Renk	Sağladığı psikolojik etki	Işık Rengi	CRI	Aydınlatma sisteminin özellikleri
Yatak Odaları (Konut, Oteller, Hastaneler v.s.)	Uyuma, Dinlenme, Kitap Okuma	Mavi, Turkuaz, Mor'un açık tonları, Açık yeşil, Macenta	Rahatlık, Sukunet, dinlenme, yatıştırma, yumuşatma ve sakinleştirme	ww nw	2A	Dimmerlenebilir armatürler, tavandan yansıtılan endirekt aydınlatma, başucu aydınlatması
Islak Hacimler (Konut, Oteller, Hastaneler v.s.)	Yıkama, Duş, Makyaj v.s.	Beyaz ve tonları, mavi- turkuaz, yeşil tonları	Saflık- temizlik Doğal elementleri temsil etmesi, mekânları geniş göstermesi	ww nw	2A	Neme ve suya dayanıklı armatürler, camlı armatür veya kapalı tip lambalar
Mutfaklar (Konut, Hastane, Otel...)	Hazırlama, Depolama, Yemek pişirme, servis	Yeşil, Sarı ve tonları,	Doğayı çağrıştırması, güven ve huzur verici olması, bitecek olan bir süreci temsil etmesi,	ww nw	2A	Sıcak ışık renkleri Tezgah ve dolaplar için özel aydınlatma düzenekleri
Oturma Odaları, Salonlar (Konut, Otel,)	Oturma, Dinlenme, Tv izleme, Bekleme	Açık renkler Beyaz, Açık Mavi, Doğal renkler	Gözü dinlendirmesi, Huzur vermesi, Stres atma, Dinlendirme	ww nw	2A	Sıcak renkli lambalar, endirekt aydınlatma, dimmerlenebilir aydınlatma veya bölgesel aydınlatma sıcak ışık renkleri
Çalışma Odaları, toplantı salonları (Ofis, Büro, Konut)	Çalışma, toplantı	Mor ve açık tonları, Siyah ve kontrast renkleri, Lacivert, Kahverengi	Gücü temsil etme Konsantrasyon sağlama, otorite sağlama, rahat ve tepkisiz hissettirme	ww nw	2A	Işığın tek yönden gelmesi sağlanmalı, ayarlanabilir hareketli masa lambası
Koridorlar, Bekleme salonları, Giriş fuayeleri (Ortak kullanılan alanlar)	Bekleme, Geçiş, Oturma	Gül rengi, şeftali, Mor ve açık tonları, v.s. canlı ve sıcak renkler	Kendine güven duygularını harekete geçirmesi, Huzur verme	ww nw	2A 3	Yarı şeffaf aplikler, geniş açılı armatürler
Yemek odaları, Yemekhaneler Toplantı Salonları Çok amaçlı salonlar(Ortak kullanılan mekanlar)	Çalışma, Eğlence, yemek yeme, servis, Toplantı, sergi, v.s	Sıcak renkler, Turuncu Kırmızı Yeşil Kırmızı, Turkuaz	Mutlu. Sıcak davet edici bir atmosfer yaratması, canlılık, Güven verme Canlılık ve hareket vermesi	ww nw	1 1B 2	Aydınlatma kontrolü ile değişebilen aydınlatma seviyesi sağlanmalı, Işığın optik aksesuarlarıyla isteğe bağlı aydınlatma kontrolü yapılmalıdır.
Dans stüdyoları, Çocuk Odaları, Diskotekler, Lokantalar		Turuncu Kırmızı Sarı Yeşilin tonları	Dikkati ayakta tutması, enerji verme, hareket ve canlılık, kan dolaşımını hızlandırma	ww nw	1 2A	Tavandan yansıtılan endirekt aydınlatma Renkli ve özel aydınlatma sistemleri

3.4 İç Mekân İkliminde Akustik Konfor

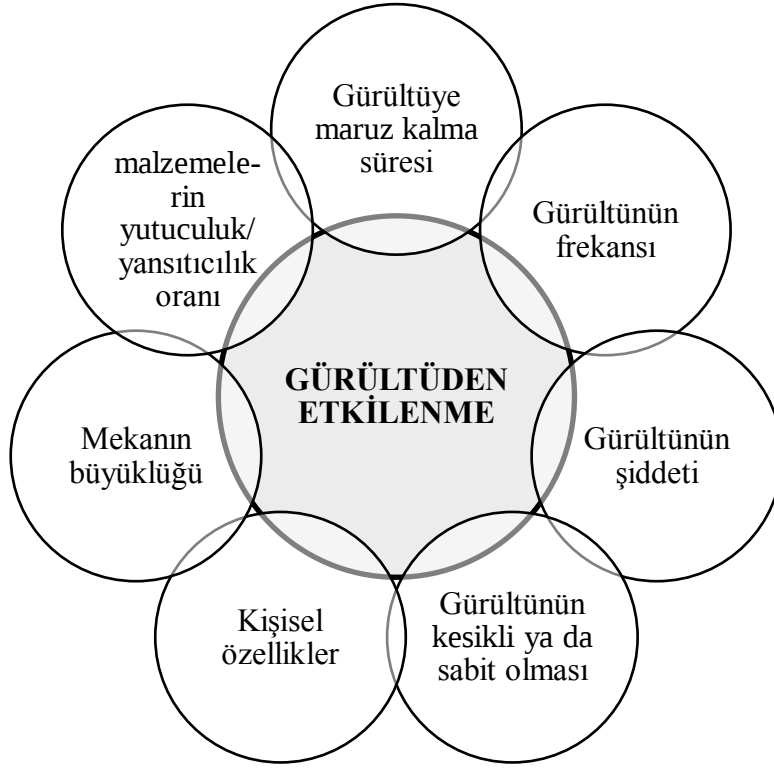
Gürültü Kontrol Yönetmeliği (1986) ses ve gürültüyü "Ses; titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir hadisedir. Gürültü ise; gelişigüzel bir yapısı olan bir ses spektrumudur ki, sübjektif olarak, istenmeyen ses biçiminde tanımlanır" olarak tanımlamaktadır. "Kabul edilebilir gürültü düzeyi kişinin sessiz bir ortamda 1,5 metreden günlük konuşmaları anlamakta güçlük çekmeye başladığı sınırdır. Bu sınır 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarda ortalama 25 dB değerine karşılık gelmektedir" (Güner, 2000).

Gürültü, insan hayatını olumsuz etkilemektedir. Desibel, sesi ölçmede kullanılan birimdir. Kulak 0 ila 140 dB arasındaki sesleri duymaktadır. "İnsanlar genelde 85 dB ve yukarıdaki gürültülerden etkilenirler" (Akın, 2014). Sesin fazla olması, kulaktaki sinir uçlarını etkilemektedir. Sinir uçları azaldıkça duyma azalır. Sinir uçları kullanılamaz hale geldikten sonra birdaha eski halini alamamaktadır.

Gürültüye fazla maruz kalan insan, duyma yetisini kaybedebilir. Gürültünün insan sağlığını bozarak bazı rahatsızlıkların baş göstermesine sebep olduğu bilinmektedir. Bu rahatsızlıklar: Renkleri algılayamama, doğum sorunları, sinir, stres, gerginlik, mutsuzluk, depresyon, korku, asabi olma, solunum ve dolaşım yolunda bozukluklar olarak bilinmektedir. Gürültünün insanlar üzerindeki etkileri Çizelge 3.24'te gösterilmektedir. Şekil 3.16'da gürültüden etkilenmenin bağlı olduğu kriterler görülmektedir.

Çizelge 3.24: Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri (Url-10).

30-65 Db	I.Derecedeki Gürültüler
	Konforsuzluk, rahatsızlık, sıkılma duygusu, kızgınlık, konsantrasyon bozukluğu, uyku bozukluğu
65-90 dB	II.Derecedeki Gürültüler
	Fizyolojik gürültü, kalp atışının değişimi, solunumun hızlanması, beyindeki basıncın azalması
90-120 dB	III. Derecedeki Gürültüler
	Fizyolojik gürültü, baş ağrısı
120-140 dB	IV. Derecedeki Gürültüler
	Fizyolojik gürültü, baş ağrısı
>140 dB	V. Derecedeki Gürültüler
	Kulak zarının patlaması



Şekil 3.16 : Gürültüden etkilenmede etken kriterler.

Gürültünün oluşmasında etken bir diğer kriter ise sesin enerjisidir. Aynı şiddetteki düşük frekanslı gürültü, yüksek frekanslıya göre daha az hasar vermektedir.

Yapılarda insan konforunu sağlamak üzere belirli yapı ürünleriyle sesin etkinliğini azaltmaya ses yalıtımı denmektedir. "Ses yalıtımı yapılırken kullanılan malzeme, özellikleri ve kullanılma şekli çok önemlidir" (Özçevik, 2005).

Yapı malzemelerinin seçiminde, malzemenin yutuculuk ya da yansıtıcılık oranı önemlidir. "...Sesin bir malzeme tarafından yutulması olayı; ses bir ortamda yayılırken, bir engelle karşılaştığında, diğer fiziksel olaylar gibi üç temel biçimde davranır. Sesin bir bölümü yansır, bir bölümü engel tarafından yutulur, kalanı da engelin diğer tarafına geçer" (Aksoy ve Toktaş, 2011). Ses yutma katsayısı (α) her malzemenin sahip olduğu bir katsayıdır. Örneğin bir yüzeyin ses yutma katsayısı $\alpha : 0.25$ ise, o yüzey sesin %75'ini yansıtmaktadır. "Bu değer her zaman malzemenin iç yapısına göre 0-1 m/sn arasında değişir" (Abdülrahimov, 2004).

Yapıda sesi ve titreşimi emen yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. "Ses yalıtımında kullanılan ürünler; mineral yünler, polietilen, kauçuk köpüğü, ahşap yünü, poliüretan vb dir" (Kuşaslan, 2007). Malzemelerin çeşitli ses yutuculuk katsayı değerleri vardır bu değerlerden bazıları Çizelge 3.25'te verilmektedir.

Çizelge 3.25: Çeşitli malzemelerin ses yutuculuk katsayıları (Eriç, 2002).

Malzeme α (m / sn) (500 Hz için)	
Açık pencere	1.00
Kapalı pencere	0.03
Düz sıva	0.02
Pürüzlü sıva	0.03
Beton	0.03
Mermer, fayans	0.01
Tuğla (sıvasız)	0.05
Ahşap kapı	0.06
Masif ahşap	0.06
Lata üzerine kontrplak veya elyafli plak	0.15
Taş yünü döşeme	0.08
Lastik döşeme	0.08
Ahşap döşeme	0.06
Linolyum döşeme	0.03
Halı döşeme	0.15
Boş maroken koltuk	0.20
Boş ahşap sandalye	0.05
İnce perde	0.20
Kalın perde	0.40
İnsan	0.40
Akustik plaklar	0.20-0.80

3.5 İç Mekân İkliminde Elektroiklimsel Konfor

"Tüm canlı organizmalar oluşum ve gelişimleri süresince, doğadaki elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara (EMA) uymuşlar ve bu alanlarla doğal denge içerisinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir" (Akman, 1997). Ancak günümüzde bu alanlar bozulmuş ve elektik/manyetik alanlardan ötürü kirlilik meydana gelmiştir. Doğal ve yapay radyasyonun da etkileriyle çeşitli rahatsızlıklar görülmeye başlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda elektrik, manyetik alanların ve radyasyonun alzheimer, kanser, sersemlik hali, baş ağrısı, uykusuzluk, depresyon ve düşüklere yol açabildiği bilinmektedir.

3.5.1 Elektroiklimsel kirlilik

Yeryüzünde yaşayan tüm canlılar, manyetik ve elektriksel alanlar dâhilinde, huzurlu bir şekilde yaşamaktadır. Ancak günümüzde bu dengenin bozulması, bazı sağlık sorunlarının oluşmasını beraberinde getirmiştir. "Elektrik yükünün etrafında oluşan elektrik alanla, bu yüklerin hareketi ile meydana gelen manyetik alanın birleşerek oluşturduğu alana "elektromanyetik alan" denilmektedir" (Korur ve diğ. 2011). Elektromanyetik alan kirliliği yapı içerisinde ya da dışarıysından kaynaklanabilmek-

tedir. "Dünya Sağlık Örgütü'nün 2008 yılında yayınladığı rapora göre alçak frekans bölgesinde (0-30 KHz) yerleşim birimleri ve iş yerlerinde elektrik alan şiddeti için sınır değerin 10 KV/m civarında, manyetik alanlar için ise sınır değerin 0,1 mT olduğu bilinmektedir" (Korur ve diğ. 2011).

Yapılan bilimsel çalışmalar; manyetik alanların, elektrik alanlara göre daha fazla biyolojik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elektrik alan insan derisinden geçerken enerjisinin çoğunu kaybeder ve insan vücudu üzerinde çok küçük akımlar oluşturur. Manyetik alan ise, insan vücudu içerisine nüfuz ederek iç organlarda küçük akımların oluşmasına neden olmaktadır (Balıkçı, 2002).

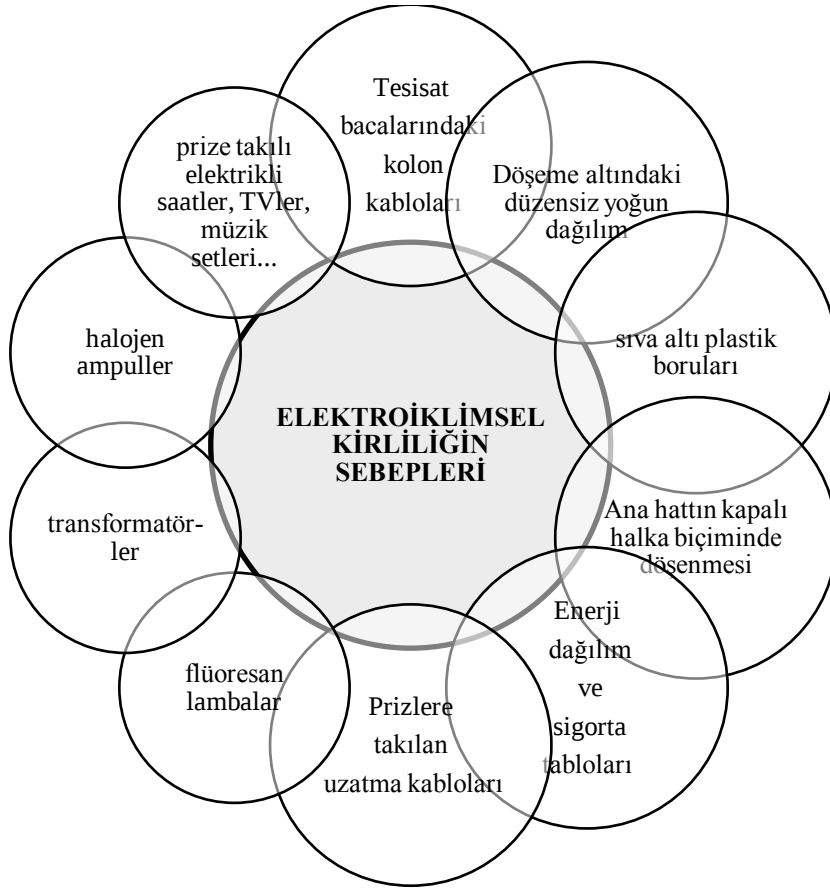
Yapı içerisindeki elektroiklimsel kirlilik, doğal (yapı malzemeleri) ve yapay (elektrikli aletler) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Şekil 3.17'de elektroiklimsel kirliliğin sebepleri gösterilmektedir. "Yapı içinde döşeme kaplaması olarak kullanılan sentetik halılar, yer karoları vb. ile duvara uygulanan plastik panel ve bunlara benzer pek çok yapı ürünü elektrostatik alanları yaratan kirlilik kaynaklarıdır" (Kuşaslan, 2007). "Yapıda kullanılan boru, çubuk veya levha şeklindeki demir ve alaşımlardan oluşan yapı ürünleri (doğalgaz, su ve kalorifer boruları, betonarme demir donatıları, ankraj demirleri vb.) doğal manyetik alanlardan kaynaklanan kirlilikler oluşturmaktadır" (Öztürk, 1988). Alüminyum folyolar, çatı malzemesi olarak kullanılan cam yünü levhaların yüzeyini oluşturmaktadır. "Bu yapı ürünlerinin topraklanmadığı durumlarda, yakın çevreden geçen yüksek veya düşük gerilim hattının neden olduğu elektromanyetik alandan etkilenmekte ve bir anten gibi çalışarak yapı içindeki havayı kirliletmektedir" (Topar, 1996). Yapay elektroiklimsel kaynaklara örnek olarak şarj cihazları, saç kurutma makineleri, telefonlar, bilgisayarlar, mikrodalga gösterilebilir.

Elektroiklimsel kirlilikten kaynaklanan sağlık sorunları, etkinin alan şiddetine ve etkilenme süresine bağlıdır. Bu sağlık sorunları ise; dikkat toplamada güçlük, baş ağrısı, sinirlilik, güçsüzlük duygusu, korku, ürküntü, kalp rahatsızlığı, bağışıklık sisteminin zayıflaması, hormon bozukluğu, beyin işlevlerinin etkilenmesi, genel uyku bozukluğu, boyun kaslarında şiddetli ağrılar, sabahları yorgunluk, ruhsal çöküntü, denge bozukluğu, metabolizma bozukluğu, beyin tümörü riski, lösemi riski, Alzheimer hastalığı ve boğazda kuruluk hissi olarak bilinmektedir.

Manyetik alanların etkisini azaltmak için; Manyetik alanların ferromanyetik gereçlerle yönlendirilmesi, yönlendirilemeyen alanların maskelenmesi, manyetik alanın insan sağlığını etkilememesi için gerekli uzaklığın belirlenmesi gerekmektedir.

Elektroiklimsel kirliliğinin çevreye ve insan sağlığına verdiği zararları azaltmak için;

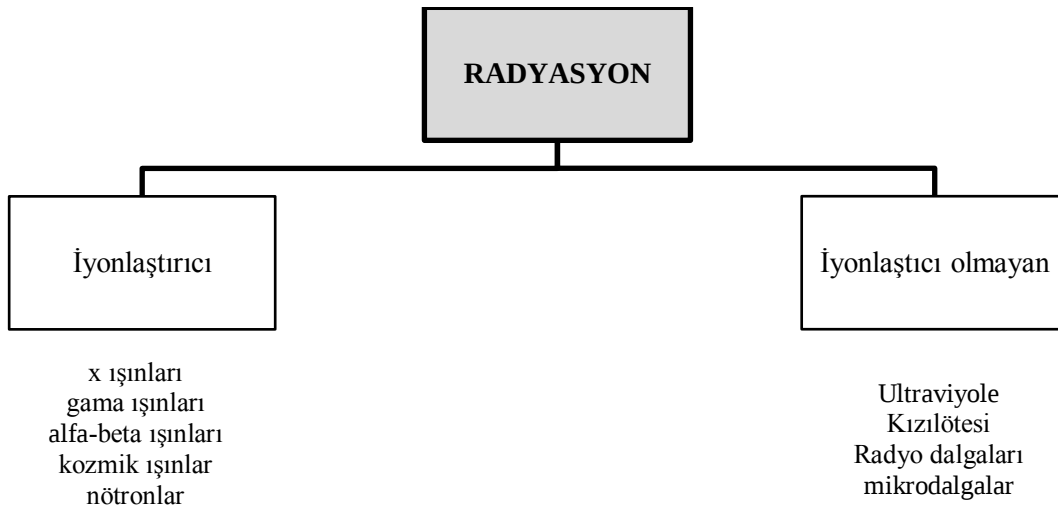
- Mikrodalga fırın kullanılmamalıdır. Fırının kullanılması durumunda 2-3 metre uzakta durulmalıdır,
- "Pleksiglas (plastik cam), kauçuk, PVC ve metal gibi elektrostatik yüklenmelere neden olabilecek malzemeler yerine doğal yapı ürünleri seçilmelidir. Görsellik ve konsept açısından metal ürünlerin kullanılması gerekliliği varsa, bu ürünler topraklanarak manyetik alan oluşumu engellenmelidir" (Korur ve diğ. 2011).
- Floresan ve halojen lambalar mümkün olduğu kadar kullanılmamalıdır, bunların yerine ampuller tercih edilmeli ve en az 2 m uzakta durulmalıdır,
- Yapı içerisinde dekoratif olarak kullanılan neon lambalar, aydınlatma olarak kullanılmamalıdır,
- Elektrik kablolarının döşemi uygun şekilde yapılmalıdır,
- Kullanıcı ile bilgisayar arasında en az 50 cm uzaklık olmalıdır. Bu süreçte bilgisayarın arkasında durulmamalıdır.
- Topraklama tam olarak yapılmalıdır.
- Kullanıcı ile televizyon arasında en az 2 m olmalıdır. Bu süreçte televizyonun arkasında durulmamalıdır. Televizyon yatak odalarında bulundurulmamalıdır,
- Elektrikli tüm aletler, kullanımı bittikten sonra kapatılarak ve fişi çekilerek bırakılmalıdır,
- "Yapıların iç mekânlarındaki donatı ürünlerinde kullanılabilecek hasır, ahşap yapı ürünleri ve kumaşlar aracılığıyla ortamdaki iyon dengesi sağlanmalı, doğal yapı ürünlerinin dayanımını artırmak veya renklendirmek için kullanılan ve yapının iyon dengesini bozan kimyasal maddelerden (polyester) vazgeçilmelidir" (Korur ve diğ., 2011).
- Yapı dışındaki elektroiklimsel kirliliği önlemek amacıyla, cephelere elektroiletken boyalar uygulanmalıdır. "Elektroiletken boyalar nikel, bakır, gümüş ve grafit tozu gibi elektriksel iletkenliği fazla dolgu maddeleri ile akrilik, akrilik-üretan ve üretan reçine gibi yapıştırıcıların karıştırılması sonucu oluşmaktadır" (Korur ve diğ. 2011).



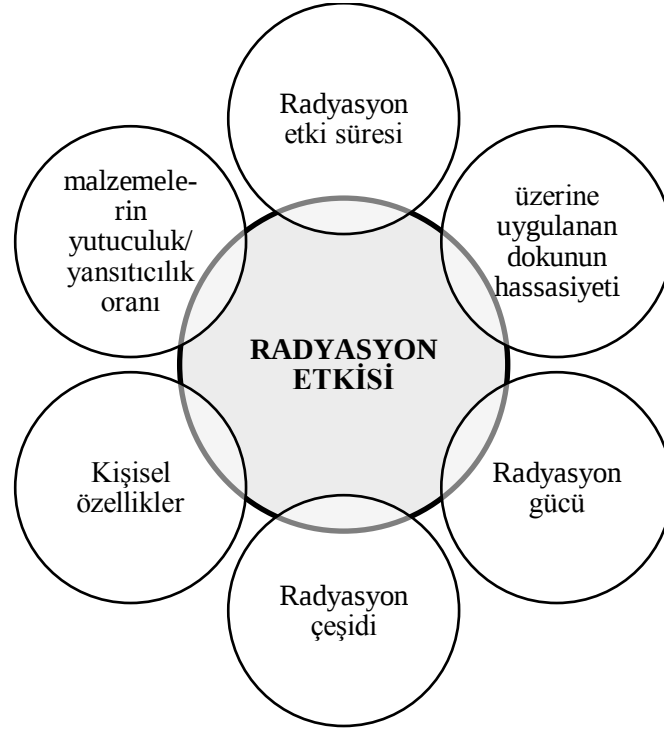
Şekil 3.17 : Elektroiklimsel kirliliğin sebepleri.

3.5.2 Radyasyon

"Atom içerisinde proton ve nötron oranı dengesiz olduğunda ortaya kararsız bir atom çıkar. Kararsız atomlar etrafına çeşitli ışımlar yaparak kararlı hale geçmeye çalışırlar. Bunu yaparken yaydıkları ışımlara radyasyon denilmektedir" (Bülbül, 2003). Radyasyon çeşitleri Şekil 3.17'de gösterilmektedir.



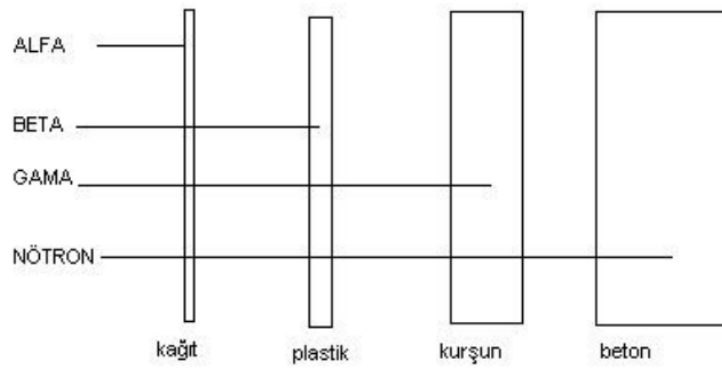
Şekil 3.18 : Radyasyon çeşitleri.



Şekil 3.19 : Radyasyonun etkisini değiştiren etkenler.

Radyasyonun etkisi bazı etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3.19). Bulunduğumuz mekânın havasında radyasyon ve radon hafif miktarlarda da olsa bulunmaktadır. "Oturduğumuz yerde yılda normal olarak 30 milirem radyasyon alırız. Yüksek bir yerde oturuyorsak 100 milirem alabiliriz" (Bülbül, 2003). "İnsanlar tüm hayatları boyunca 2.5 mSv doza maruz kalmaktadır. Bu dozun yaklaşık %87'si doğal kaynaklardan, %12'si tıbbi uygulamalardan, geri kalanı ise mesleki ışınlamalar ve diğer yapay kaynaklardan meydana gelmektedir" (Arya, 1999).

Her radyasyon, her malzemeden rahatlıkla geçemez. Örneğin beta yalnızca plastiğe kadar gelebilirken gama kurşuna, nötron ise betona kadar ulaşabilir. (Şekil 3.20).



Şekil 3.20: Çeşitli radyasyonların geçiş yapamayacağı engeller (Bülbül, 2003).

Günümüzde radyoaktif etkileri bilinmesine rağmen hala kullanılan yapı malzemeleri bulunmaktadır. Yapı içerisinde kullanılan malzemelerin radyoaktiviteleri mümkün olduğunca az olmalıdır. Yapı için en uygun malzeme, topraktan gelen radyasyonun etkisini azaltabilen malzemedir. "Sıva ve boyalarda kullanılan pigment ve agregaların pek çoğu radyoaktif elementler olması nedeniyle bina strüktürü bünyesinde ışınl etkisiyle tehlike oluşturmaktadır. Beyaz rengi veren kalsiyum sülfat kullanılmış boyalı yüzeyler beta ve gama radyasyonu yaymaktadır" (Kuşaslan, 2007). "Kimyasal alçı, cüruf taşları, cüruf kumu, suni ponzataşı, ponza betonu, çimento gibi malzemeler radyasyon yayan bazı yapı malzemeleridir" (Ekinci ve diğ. 2007). Beton, tuğla gibi malzemelerin radyasyon oranı daha düşüktür. "Ahşap ve alçı radyoaktiviteyi azaltan, filtre eden bir özellik gösterir" (Akman, 2005). Yapıda kullanılan bazı malzemelerin radyasyon miktarları, Çizelge 3.26'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.26 : Yapıda kullanılan bazı malzemelerdeki radyasyon miktarları
(Burke ve diğ., 2003)

Malzeme	Uranyum		Toryum		Potasyum	
	ppm	MBq/g(pCi/g)	ppm	MBq/g(pCi/g)	ppm	MBq/g(pCi/g)
Granit	4,7	63(1,7)	2	8 (0,22)	4	1184 (32)
Kumtaşı	0,45	6 (0,2)	1,7	7 (0,19)	1,4	414 (11,2)
Çimento	3,4	46 (1,2)	5,1	21 (0,57)	0,8	237 (6,4)
Kireçtaşı beton	2,3	31 (0,8)	2,1	8,5 (0,23)	0,3	89 (2,4)
Kumtaşı beton	0,8	11 (0,3)	2,1	8,5 (0,23)	1,3	385 (10,4)
Kuru duvar kaplama tahtası	1,0	14 (0,4)	3	12 (0,32)	0,3	89 (2,4)
Alçı taşı ürünleri	13,7	186 (5,0)	16,1	66 (1,78)	0,02	5,9 (0,2)
Doğal alçı taşı	1,1	15 (0,4)	1,8	7,4 (0,2)	0,5	148 (4)
Ahşap	-	-	-	-	11,3	3390 (90)
Tuğla	8,2	111 (3)	10,8	44 (1,2)	2,3	666 (18)

Radyasyona normalden biraz fazla maruz kalınıyorsa:

- Taze oksijen almaya önem vermek,
- B vitamin grubu ağırlıkta besin tüketmek,

Radyasyon çok fazla ise:

- Betonla kaynak çevrenmeli,
- 300 km uzağa tahliye edilmek ve 300 km uzaklıktan su getirtmek,
- Radyasyon kaynağı yakınlarda ve yok edilemez ise en kısa zamanda sığınaklara kaçmak,
- Radyoaktif eşyaları 11 metre derinliğe gömmek gerekir (Bülbül, 2003).

3.6 Biyoklimatik Yapı Analizi

Biyoklimatik Yapı Analizi, Alman Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü (İBN) tarafından geliştirilen iç mekân kirleticilerini ölçümleyen ve sağlıklı bir ortam oluşturmayı hedefleyen bir yöntemdir.

Biyoklimatik Yapı Analizi, doktorların ve yapı biyologlarının birlikte çalışması ile gerçekleşir. Doktorlar, çeşitli rahatsızlıklar ile gelen hastaların sorunlarını inceleyerek, yapı biyologlarına danışır ve yapı biyologları, analiz sonuçlarını bir rapor halinde tıp doktoruna sunar. Doktorun koyduğu teşhisle ve yapı biyologunun hastanın yaşadığı mekân ile ilgili önerdiği düzenlemeler ile sorun ortadan kaldırılmaya çalışılır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 : Biyoklimatik yapı analizi döngüsü

İç mekân hava kalitesini ve dolayısıyla insan sağlığını etkileyen başlıca kriterler;

- İç mekân havasında bulunan toksik gazlar, uçucu organik bileşikler, vb.,
- Elektrik, statik, manyetik alan etkileri ve radyasyon,
- Yapı içerisindeki sıcaklık, nem, aydınlatma oranı,
- Gürültü ve kokudur.

Kullanıcı için uygun bir ortam oluşturmak, bazı standartların uygulanması ile mümkündür. Uluslararası Yapı Biyolojisi Standartları, Biyoklimatik Yapı Analizi'nin temelini oluşturmaktadır. Yapı analizi, bu standartlar kapsamında gerçekleşmektedir. Biyoklimatik Yapı Analizi'nde ölçüm yapılan başlıca alanlar, elektrik, statik, manyetik alan ve dalgalar, radyasyon, toksinler, formaldehit, solventler, uçucu organikler, pestisitler, ağır metaller, parçacıklar ve lifler, sıcaklık, nem, havadaki iyonlar, koku, mantar, bakteri, tozlar ve alerjenlerdir.

Bu bölümde, Uluslararası Yapı Biyolojisi Standartları kapsamında insan sağlığına etki eden ve yapı iç mekân iklimini bozan başlıca kirleticilerin kaynaklarına, bu kirleticilerin hangi ölçümlerle tespit edilebileceğine ve kullanılabilecek ölçüm aletlerine yer verilmektedir. Aletlerin seçiminde, frekans sınırı, ölçme erimi, duyarlılık, vb. gibi özelliklere dikkat edilmeli, bu özellikler standartlar tarafından belirlenen değerlerde seçilmelidir.

3.6.1 Alan, dalga ve radyasyon ölçümleri

1. Alternatif Akım Elektrik Alan (Düşük frekans, ELF/VLF)

Kaynaklar: Alternatif akım gerilimli elektrik tesisatları, kablolar, elektrikli aletler, duvarlar, zemin, yatak ve diğer yüksek gerilim güç hatlarıdır. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Düşük frekanslı elektrik alan kuvveti (V/m) ölçümü,
- b. Vücut voltajı (mV) ölçümü,
- c. Baskın frekans (Hz) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Düşük frekanslı elektrik alan kuvveti (V/m) : Elektromanyetik alan detektörü, elektromanyetik alan metresi, LF (düşük frekans) analiz edici (Şekil A.1).
- Vücut voltajı (mV) :Vücut voltaj metresi, voltmetre, multimetre (Şekil A.1) el elektrotu, parmak elektrotu (Şekil A.2) elektromanyetik alan metresi, LF analiz edici.
- Baskın frekans (Hz): LF spektrum analiz edici, salınımlar, frekans sayıcı (Şekil A.2), voltmetre, elektromanyetik alan metresi.

2. Alternatif Akım Manyetik Alan (Düşük frekans, ELF/VLF)

Kaynaklar: Alternatif akım gerilimli elektrik tesisatları, kablo, elektrikli aletler, trafo, motorlar, başüstü ve yeraltı kabloları, elektrik hatlarıdır. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Düşük frekanslı manyetik akı yoğunluğu (nT) ölçümü,
- b. Baskın frekans (Hz) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Düşük frekanslı manyetik akı yoğunluğu (nT): Elektromanyetik alan detektörü, elektromanyetik alan metresi, LF analiz edici.
- Baskın frekans (Hz) ölçümü: LF spektrum analiz edici, salınımlar, frekans sayıcı, voltmetre, elektromanyetik alan metresi.

3. Radyo Frekanslı Işınım (Yüksek frekans, Elektromanyetik Dalgalar)

Kaynaklar: Kablosuz telefonlar, RF vericiler, radyo, televizyon, radardır. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Yüksek frekanslı elektromanyetik güç yoğunluğu ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) ölçümü,
- b. Baskın RF (radyo frekansı) kaynaklarının ölçümü,
- c. Düşük frekanslı sinyallerin ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Yüksek frekanslı elektromanyetik güç yoğunluğu: RF metre (Şekil A.2), RF probe (Şekil A.3), RF radyasyon metresi.
- Baskın RF kaynakları: RF metre, RF probe, sinyal ve modülasyon metre.
- Düşük frekanslı sinyallerin ölçümü: RF metre, RF probe, sinyal ve modülasyon metre.

4. Doğru Akım Elektik Alan (Statik Elektrik)

Kaynaklar: Sentetik halılar, perde ve tekstil, vinil duvar kâğıtları, cilalar, laminat, içi doldurulmuş hayvan oyuncaklar, televizyon ve bilgisayar ekranları. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Elektrostatik yüzey gerilimi (V) ölçümü,
- b. Deşarj süresi (s) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Elektrostatik yüzey gerilimi (V): Elektrostatik alan metresi, elektrostatik probe, statik sensör (Şekil A.3).
- Deşarj süresi (s): Herhangi bir ölçüm aleti bulunmamaktadır. Şarj olmuş malzemenin deşarj olana kadar geçen süresi dikkate alınmalıdır.

5. Doğru Akım Manyetik Alan (Manyetostatik)

Kaynaklar: Yataklarda bulunan çelik parçalar, yataklar, mobilyalar, elektronik aletler, yapı malzemeleri, fotovoltaiik sistemler. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Jeomanyetik alan bozulması ölçümü,
- b. Manyetik akı yoğunluğu ölçümü,
- c. Pusula sapması ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Jeomanyetik alan bozulması: Mıknatıs ölçer (Şekil A.3), manyetik alan göstergesi, manyetostatik sensör (Şekil A.4).
- Manyetik akı yoğunluğu: Mıknatıs ölçer, manyetik alan göstergesi, manyetostatik sensör
- Pusula sapması ölçümü: Mekanik, sıvı dolgulu pusula, elektronik akı pusulası (Şekil A.4).

6. Radyoaktivite (Gama ışıınımı, Radon)

Kaynaklar: Yapı malzemeleri, taşlar, karolar, cüruf, atıklar, bazı cihazlar, antik malzemeler, havalandırma, yer radyasyonu, konum, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Eşdeğer doz (nSv/h, %) ölçümü,
- b. Radon yoğunluk (Bq/mP₃P) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Eşdeğer doz (nSv/h, %): Geiger-muller tüpü, yüksek hacim detektörü (Şekil A.4), orantılı sayaç (Şekil A.5), ışıınmetkinlik ölçer.
- Radon yoğunluk (Bq/mP₃P): Radon monitörleri, pasif dozimetreler (Şekil A.5), nükleer dedektörler, radon spektrometreleri.

7. Jeolojik Bozukluklar (Jeomanyetik Alan, Yer Radyasyonu)

Kaynaklar: Doğada bulunan radyoaktivite, yer altı suları, faylar ve çatlaklar. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Manyetizma (nT) ölçümü,
- b. Radyasyon (ips) ölçümü ve etki seviye (%) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Manyetizma (nT): 3 boyutlu mıknatıs ölçerler,
- Radyasyon (ips) ölçümü ve etki seviye (%): Işınetskinlik ölçer.

8. Ses ve Titreşim (Uçuşan ve Havada Duran)

Kaynaklar: Trafik sesi, hava trafiği, tren trafiği, endüstri, binalar, bazı cihazlar, makinalar, motorlar, transformatörler, ses köprüleri. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Gürültü düzeyi, ses, sesötesi, sesüstü dalgalar, salınım ve titreşim ölçümleri (dB, m/s²).

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Ses seviyesi ölçer, titreşim ölçer ve sensörleri, lazer vibrometre (Şekil A.5).

9. Aydınlatma (Yapay Aydınlatma, Görünür Işık, UV ve Kızılötesi Işık)

Kaynaklar: Akkor telli lambalar, halojen ışık, floresan tüpler, kompakt floresan lambalar, LED ekranlar, VLC data iletimi. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a) Elektromanyetik alan (V/m, nT), ışık spektrumu, spektral dağılım (nm), ışık titreşimi (Hz, %), aydınlatma seviyesi (lx), renk oluşum indeksi (CRI, Ra, R1-14), renk sıcaklığı (K), sesüstü dalga (dB).

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Elektromanyetik alan dedektörü, elektromanyetik alan metresi, LF analiz edici, salınımlar, frekans sayıcı, voltmetre.
- Titremeli ışıkölçer, pozometre (Şekil A.6), titremeli frekans, ışık spektrometresi, spektrometre (renk için), aydınlık ölçer.

3.6.2 Toksinler ve iç mekân iklimi

1. Formaldehit ve Diğer Toksik Gazlar

Kaynaklar: Vernikler, yapıştırıcılar, ahşap ürünler, mobilya, bazı cihazlar, bazı tip ısıtmalar, gaz kaçaqları, egzoz dumanları. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Formaldehit, ozon, klor, endüstriyel kirlilik, doğalgaz, karbon monoksit, azotdioksit ve diğer yanıcı gazların (ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Bio check F, direk okuma dedektör tüpleri, formaldehit metre (Şekil 5.14), PID (Photo Ionisation detectors), hava örnekleme pompaları.

Formaldehit ölçümünde ilk olarak öntestler (Bio check F) yapılmaktadır. Daha sonra direk okuma ölçümleri (direk okuma dedektör tüpleri, formaldehit metre, PID), hava örneklerinin laboratuarda incelenmesi (formaldehit, aldehid ve diğer toksik gazların hava örnekleme pompaları ve tüplerle havadan toplanması), malzeme örneklerinin laboratuarda incelenmesi (yonga levha, sunta ve kumaş örneklerinin toplanması) şeklinde devam etmektedir.

2. Solventler ve Diğer Uçucu Organik Bileşikler

Kaynaklar: Boyalar, vernikler, yapıştırıcılar, sentetikler, yonga levha, yapı ürünleri, mobilya, temizleyiciler, döşemeler. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Uçucu organik bileşiklerin (ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ölçümü (aldehitler, alkoller, aminler, aromatik bileşikler, klorlu hidrokarbonlar, esterler, eterler, glikol, izosiyanatlar, ketonlar, terpenler).

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Direk okuma dedektör tüpleri, hava örnekleme pompaları (Şekil A.7), fotoiyonizasyon dedektörleri (Şekil A.7).

Solvent ve diğer uçucuların ölçümünde ilk olarak öntestler (direk okuma dedektör tüpleri ile havadaki solvent oranını tespit etmek) yapılmaktadır. Daha sonra direk okuma ölçümleri, hava örneklerinin laboratuarda incelenmesi (solventlerin ve diğer uçucu organiklerin hava örnekleme pompaları ve tüplerle havadan toplanması), malzeme örneklerinin laboratuarda incelenmesi (cilalı, sızdırmaz malzemelerin, ahşap ve kumaş örneklerinin toplanması), şeklinde devam etmektedir.

3. Pestisitler ve Diğer Yarı Uçucu Organik Bileşikler

Kaynaklar: Ahşap, deri ve halı koruyucuları, yapıştırıcılar, plastikler, su geçirmezler, böceğe karşı dayanıklı malzemeler, güveye karşı dayanıklı malzemeler. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Yarı uçucu organik bileşiklerin (mg/kg, ng/cm³) ölçümü (pestisitler, böcekler, mantarlar, ahşap koruyucular, yangın geciktiriciler, plastikleştirici maddeler, poliklorlu bifenil, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, diyoksinler).

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Bio-Check-PCP (test), hava örnekleme pompaları.

Pestisit ve diğer yarı uçucuların ölçümünde ilk olarak öntestler (Bio-Check-PCP) yapılmaktadır. Daha sonra toz örneklerinin alınması (elektrik süpürgesi ile 7 günün sonunda) ve laboratuarda incelenmesi, malzeme örneklerinin laboratuarda incelenmesi (ahşap, deri, halı gibi), yüzey örneklerinin laboratuarda incelenmesi (temiz pamuk kumaş ve alkol ile yüzey örneklerinin alınması), hava örneklerinin laboratuarda incelenmesi (pestisitlerin ve diğer yarı uçucu organiklerin hava örnekleme pompaları ve tüplerle havadan toplanması) şeklinde devam etmektedir.

4. Ağır Metaller ve Diğer İnorganik Toksinler

Kaynaklar: Ahşap koruyucular, yapı malzemeleri, nem, PVC, boyalar, sır, sıhhi tesisat boruları, endüstri, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. İnorganik maddelerin (ağır metaller, metal bileşenler, tuzlar) (mg/kg) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Hava örnekleme pompaları, PE şişeleri, direk okuma dedektör tüpleri.

Ağır metaller ve diğer inorganik toksinlerin ölçümünde ilk olarak toz örneklerinin alınması (elektrik süpürgesi ile 7 günün sonunda) ve laboratuarda incelenmesi, daha sonra malzeme örneklerinin laboratuarda incelenmesi (ahşap, deri, boya gibi), yüzey örneklerinin laboratuarda incelenmesi (temiz pamuk kumaş ve alkol ile yüzey örneklerinin alınması), hava örneklerinin laboratuarda incelenmesi (ağır metallerin ve inorganik toksinlerin hava örnekleme pompaları ve tüplerle havadan toplanması) ve içme suyunun laboratuarda incelenmesi (suyun PE şişeleri ile toplanması ve içerisindeki kurşun, bakır, nikel, kadmiyum, arsenik gibi ağır metallerin ölçülmesi).

5. Parçacıklar ve Lifler

Kaynaklar: Aerosoller, duman, is, toz, inşaat ve yalıtım malzemeleri, ısıtma, klima ve sistemleri, elektrikli aletler, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Toz, parçacıkların sayı ve büyüklükleri, asbest ve diğer elyafların ($/\text{cm}^3 / \text{l}$) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Parçacık örnekleme aletleri, bant, mikroskop (Şekil A.7), lazer parçacık sayacı, kondensasyon parçacık sayacı (Şekil A.7), hava örnekleme pompaları.

Parçacıklar ve liflerin ölçümünde ilk olarak mikroskop testleri yapılmaktadır. (Parçacık örnekleme aletleri, bant ve mikroskop ile). Daha sonra direk okuma ölçümleri (lazer partikül sayacı, kondensasyon partikül sayacı), Parçacıklı maddelerin direk okuma ölçümlerinin yapılması (toz yoğunluğunun pompalar ile incelenmesi, filtrasyon yönteminin kullanılması), toz taneciklerinin laboratuarda incelenmesi (içerisinde asbest, insan yapımı mineral fiberlerin elektrik süpürgesi ile 7 günün sonunda eldesi, tozların mikroskopta ve X-RAY mikroanaliz cihazlarda incelenmesi), malzeme örneklerinin laboratuarda incelenmesi (asbestos ve insan yapımı mineral malzemelerin mikroskopta ve X-RAY mikroanaliz cihazlarda incelenmesi), yüzey örneklerinin laboratuarda incelenmesi, hava örneklerinin laboratuarda incelenmesi (parçacık ve liflerin hava örnekleme pompaları ve tüplerle havadan toplanması).

6. İç Mekân İklimi (Sıcaklık, Nem, CO_2 , Havadaki iyonlar, Koku)

Kaynaklar: Nem, havalandırma, ısıtma, döşeme, nefes alıp verme, statik elektrik, elektromanyetik alanlar, radyasyon, toz, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), nem (% bağıl nem), oksijen (vol.%), karbondioksit (ppm), hava basıncı (mbar), hava hareketi (m / s), küçük iyonlar ($/ \text{cm}^3$), havadaki elektrik (V / m), koku ve hava değişim hızı ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Havanın ve malzemelerin sıcaklık ve nemi için: Termometre, higrometre, nem ölçerler, IAQ (Indoor air quality) veri toplayıcıları (Şekil A.8), Oksijen: detektör tüpleri

- Karbondioksit: Direk okuma karbondioksit tüpleri, karbondioksit monitörleri (Şekil A.8).
- Hava basıncı: Barometre (Şekil A.8).
- Hava hareketleri: Hava akımı indikatör tüpleri (Şekil A.9).
- İyonlar: İyon sayaçları.
- Havadaki elektrik: Elektromanyetik alan metresi.
- Kokular: Havadan örnek alınması.
- Hava değişimi: İzleme gazı (test gazı).

İç mekândaki hava kirliliği, binanın havageçirmezliği, iç ve dış mekân iklimi, bina içi rüzgâr ve basınç, pencerelerin yeri ve büyüklüğü, doğal havalandırma ve mekanik sistemler ile değişmektedir.

3.6.3 Mantar, bakteri ve alerjenlerin ölçümü

1. Mantarlar, Sporları ve Metabolitleri

Kaynaklar: Nem, ısı köprüleri, inşaat kusurları, yapı malzemeleri, binayı iyileştirmede yapılan hatalar, klima sistemleri, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Mantarlar, sporları ve parçalarının ($/m^3$, $/cm^2$, $/dm^2$, $/g$) ölçülmesi.
- b. Metabolitlerinin ölçülmesi (mikrobik uçucular, mikotoksinler).

2. Mayalar ve Metabolitleri

Kaynaklar: Nemli bölgeler, hijyenik olmayan ortamlar, donmuş gıdalar, çöpler, mutfak ekipmanları, su arıtım cihazları, sıhhi tesisat boruları. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Mantarlar, sporları ve parçalarının ($/m^3$, $/cm^2$, $/dm^2$, $/g$) ölçülmesi
- b. Metabolitlerinin ölçülmesi (mikrobik uçucular, mikotoksinler)

3. Bakteriler ve Metabolitleri

Kaynaklar: Nemli bölgeler, su atıkları, donmuş gıdalar, su arıtım cihazları, sıhhi tesisat boruları, hijyenik olmayan ortamlar. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Bakteri ve metabolitlerinin ($/m^3$, $/dm^2$, $/g$, $/l$) ölçümü

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Mantarlar sporları ve parçaları, bakteriler, mayalar: Endoskop, büyüteç, kalem mikroskop (Şekil A.9), koku dedektörü, uyarıcı ve fotoğraf belgeleyici, ağız, RODAC tabakları, petri kutusu, yüzey ve sıvı testleri için kullanılan tüpler (Şekil A.9), mikroskop, hava örnekleme aracı, darbe ölçer, partikül hava ölçer, jelatin filtre, steril temizleme bezleri, bant, termometre, higrometre.

Mantarlar sporları ve parçaları, bakteriler, mayalar gözle ve mikroskopla görülemeyecek kadar küçüktürler. Bu tip zararlıların tespitinde ilk olarak kullanıcının ve yapının geçmişi izlenmekte, göz ile muayene ve kokuların tespiti yapılmaktadır (Endoskop, büyüteç, kalem mikroskop, koku dedektörü, uyarıcı ve fotoğraf belgeleyici kullanılarak). Bu sürecin ardından gelen süreçler şu şekildedir:

- Mikroorganizmaların kültür ortamlarında tespiti yapılır (petri kutusu, RODAC tabakları, yüzey ve sıvı testleri için kullanılan tüpler ile).
- Havadan, yüzeylerden, malzemelerden ve tozlardan alınan örnekler mikroskop altında incelenmektedir.
- İç mekân havasındaki mantarlar, sporlar ve parçalarının tespiti, kültür ve mikroskop ile yapılmaktadır. Bu ölçümlerde hava örnekleme aracı, darbe ölçer, partikül hava ölçer, jelatin filtre kullanılmaktadır.
- Mikrobial hava ölçümleri (hava örnekleme aracı, jelatin filtre ve darbeölçer ile) yapıldıktan sonra havadaki partiküllerin ölçümü yapılır ve yüzey örnekleri (yüzey ve sıvı testleri için kullanılan tüpler, steril temizleme bezleri, bant) laboratuarda incelenir.
- Malzeme ve toz örnekleri incelenir (kültür, bant, temizleme bezi, seyretme yöntemi – daha yoğun olan bir sıvıdan daha az yoğun bir sıvı elde etme).
- Mikrobial uçucu organikler (pompa yardımı ile) incelenir.
- Mantar bazlı zararlılar malzeme ve toz örnekleri yardımıyla mikroskop altında incelenir.
- İç mekân ikliminden kaynaklanan mikrobik hasar tespit edilir (termometre, higrometre, iç iklim veri toplayıcıları).
- Su ve yiyeceklerdeki zararlıların tespiti yapılır (Petri tabakları, mikrobiyal göstergeler).

4. Toz akarları

Kaynaklar: Ev tozları, ev tozlarının dışkı ve metabolitlerinde, böcekler, mantarlar, polen, hayvanlar, kokular, nem, havalandırma, çevre. Şu ölçümlerle tespit edilir:

- a. Toz sayısı ve dışkıları, polenler, hayvan tüyü ve alerjenlerin (/m³, /g, %) ölçümü.

Kullanılabilecek ölçüm aletleri:

- Alerji kontrol testleri, mikroskop, Acares testleri, ELISA cihazı.

Toz akarlarının tespitinde ilk olarak ön testler yapılmaktadır (Alerji testi, Acares testi). Daha sonra tozlar mikroskop altında incelenerek, kültür ve mikroskop yardımıyla analiz edilmektedir (ELISA testi). Son olarak havadan alınan örnekler yine ELISA yöntemiyle tespit edilmektedir.

Biyoklimatik Yapı Analizi ile insan sağlığını tehdit eden zararlılardan arınmak mümkündür. Bu analizin uygulanmasının yanında bazı önlemler de alınabilmektedir. Bu önlemler;

- Yatak çarşafı her hafta 130°'de yıkanmalıdır. Yastıklar her beş yılda bir değiştirilmelidir. Yatak odalarında bulunan malzemeler, elektrik süpürgesiyle düzenli olarak temizlenmelidir. Kullanılan elektrik süpürgelerinin HEPA filtri olması dikkat edilmelidir.
- Manyetik ve elektrik alan kirliliği yayan aletler mümkün olduğunca kullanılmamalıdır. Yatak odasında telefon ve televizyon bulundurulmamalıdır.
- Yapı yeterli derecede havalandırılmalıdır. Havalandırma soğuk havada yapılmalıdır. Yapının yeterli derecede temiz hava almadığı yerlerde, hava temizleme cihazları kullanılmalıdır.
- İç mekân iklimindeki nem oranı kullanıcı için en uygun düzeyde tutulmalıdır. Küf oluşumları engellenmeli, küf tutan yerler temizlenmeli ve yenilenmelidir.
- Yapı içerisinde mümkün olduğunca oje, parfüm, sigara, pestisit vb. kullanılmamalıdır.
- İç mekânda hayvan ve bitki bulundurmamaya özen gösterilmelidir.
- Yanıcı gazların kontrolü yapılmalıdır. Bu gazlar mümkün olduğunca kullanılmamalı, gazların yandığı yerler havalandırılmalıdır.

4. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMINDA MALZEME SEÇİMİ

Çevresel farkındalığın ve insan sağlığındaki olumsuzlukların artmasıyla tasarımcılar, daha sürdürülebilir ürünler kullanmaya ve çevreye olan etkileri en aza indirmeye çalışmaktadır. Tasarlanan yapılarda çevresel performansı arttırmak ve yapıda kullanılan ürünün yapıya olumsuz etkisini ortadan kaldırmak amacıyla malzemenin yaşam döngüsünü bilmek ve bu sürecin takibini yapmak insan sağlığı açısından önem taşımaktadır.

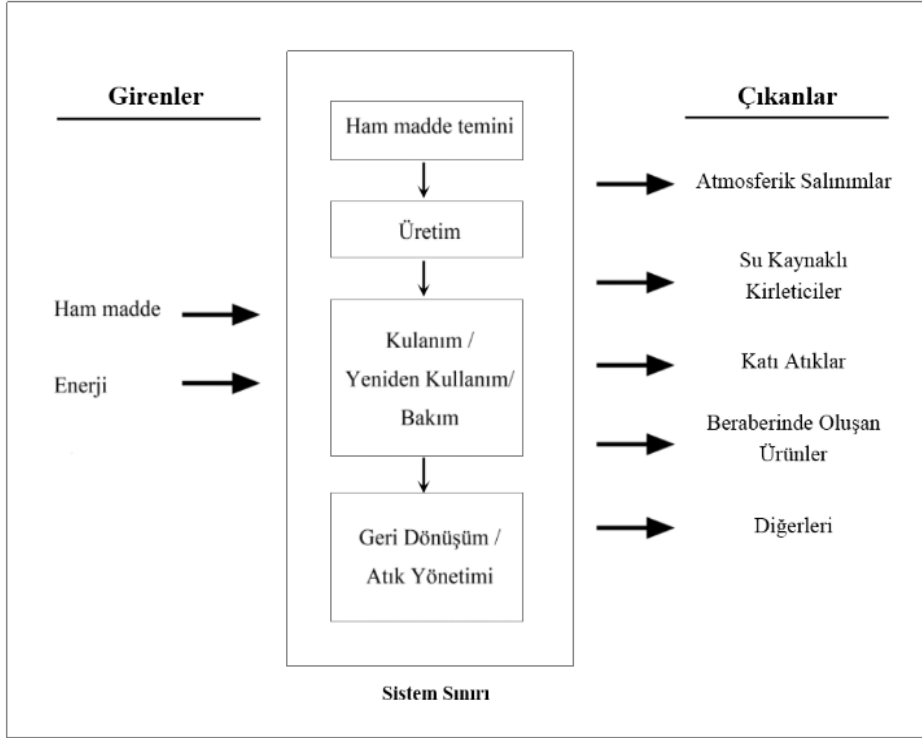
"Yaşam Döngüsü Analizi (YDA - LCA), binanın tüm yapı bileşenlerinin hammadde üretimlerinden başlayıp, binanın inşası ve kullanım ömrü boyunca çevreye olan etkileri ve kullanım ömrünü tamamlayıp yıkımına kadarki her aşamasında, beşikten mezara, çevresel etkilerinin hesaplanmasına ve incelenmesine yardımcı olan bir yöntemdir" (Url-11). Bu yöntemle göre, ham halde bulunan malzemenin, hizmet ömrünü tamamlayıp tekrar doğaya karışması esastır.

Balanlı ve Taygun (2005), yapı ürünlerinin yaşam döngüsünü oluşturan süreçleri;

- Hammadde edinimi: Topraktan hammaddelerin ve enerji kaynaklarının çıkarılması ve hammaddenin çıkarıldığı noktadan işleme noktasına ulaşımı,
- Gerecin üretimi: Bitmiş bir yapı ürününün yapımında kullanılması için hammaddelerin işlenmesi,
- Yapı ürününün üretimi: Gereçten daha çok bitirilmiş bir yapı ürününün elde edilmesi,
- Yapı ürününün paketlenmesi ve dağıtımı,
- Yapı ürününün yapıya uygulanması,
- Yapı ürününün kullanımı, bakım ve onarımı, kullanımının yinelenmesi,
- Yapı ürününün geri dönüşümü,
- Yapı ürününün yok edilmesi olarak açıklamaktadır (Balanlı ve Taygun, 2005) (Şekil 4.1).

"William Rees'e göre yapıyı çevreyi inşa etmek ve onarmak için dünya genelindeki malzemelerin %40'ı tüketilmektedir" (Adams ve Elizabeth, 2005). Yaşam döngüsü analizi, yapının tasarımından itibaren kullanıldığı takdirde, ortaya çıkabilecek sorunları önlemektedir. Örneğin yapıda kullanılacak malzeme alternatiflerinden ikisi karşı-

laştırıldığında, birinci ürünün katı atık oranı ikinciye göre daha fazla görünürken, bu karşılaştırma yaşam döngüsü analizi ile yapıldığında, ikinci ürünün daha uzun bir beşikten-mezara süresi geçirdiği ve dolayısıyla çevreyi daha fazla olumsuzlukla tehdit ettiği görülebilir.



Şekil 4.1 : YDA'nın aşamaları (EPA, 2006).

Malzemenin yaşam döngüsü, malzemenin hizmet ömür süresini belirlemede etkindir. Hizmet ömür süresini tamamlamış bir malzeme, insanı sosyolojik, biyolojik ve psikolojik yönden etkileyerek, insan sağlığının bozulmasına sebep olur. "Beton, taş, metal gibi bazı malzemeler yapının istenilen fonksiyonda hizmet vermesini sağlarken, ziftli çatı malzemeleri, boya gibi bazıları ise daha erken sürede hizmet ömrünü doldurabilir. Yapı ürünlerinin sağlaması gereken hizmet ömür süreleri, ilk kez 1992'de kabul edilen Yeni Zelanda standardında verilmiştir" (BIA, 1992). Buna göre, bakımın uygulandığı koşullarda, en az 50 yıl hizmet ömrüne sahip yapıların ürünlerin gereksinimleri karşılayacak düzeydeki performansı:

- Strüktür (döşeme ve duvar gibi strüktürel stabilite sağlayan yapı öğeleri de dahil olmak üzere) için en az 50 yıl,
- Ulaşımın zor olduğu servisler (döşeme), dış kabuk ve strüktüre uygulanmış gizli bağlantı bileşen ve parçaları için en az 50 yıl,

- Ulaşılması kolay ancak değiştirilmesi zor olan diğer yapı kabuğu ve strüktür bağlantı ürünleri, yapı kabuğu kaplama ürünleri ve diğer yapı öğeleri için 15 yıl,
- Ulaşılması kolay kaplamalar, yenilenebilir koruyucu giydirmeler, bağlantı parçaları ve diğer yapı öğeleri için 5 yıl boyunca sağlamak durumundadır.

Eski yapı malzemeleri, yeni yapı malzemelerine göre daha az kirletici yaymaktadır. Yapıya yeni uygulanan boya, yapıştırıcı, cila gibi kuruması tamamlanmamış ürünler, iç mekân hava kalitesini bozmaktadır. Bu ürünler, kuruma tamamlanmadığı sürece ve hatta kuruduktan sonra kirletici yaymaya devam etmektedir. Yapının bakım ve onarımı da iç hava kalitesini etkilemektedir.

Yapı biyolojisi kapsamında malzemenin değerlendirilmesi, bazı ölçütlerin uygulanması ile mümkündür. Bu ölçütler Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2 : Yapı biyolojisi açısından malzemenin değerlendirilmesi.

Yapı malzemelerinin üretimi, yapımı, kullanımı ve ulaştırması için harcanılan enerji miktarları, özellikle çevre için büyük önem taşımaktadır. "UNEP (United Nations Environmental Programme) ve IETC (International Environmental Technology Center) kaynaklarına göre yapı malzemelerinin üretimi %11, yapım evresi %1.3, kullanım evresi %10.2, yapıyla ilgili ulaştırma %5 olmak üzere toplam %27,5 paya sahiptir" (Yüksek ve Mıhlayanlar, 2015). Bazı yapı malzemelerinin üretimindeki enerji gereksinimleri Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Enejinin malzeme üretilirken çok fazla kullanılması, yakıt kullanımını da arttırmaktadır. Çizelge 4.2’ de ısıtmada kullanılan bazı yakıtların atıkları gösterilmektedir. Yakıtların bu tip atıklar ortaya çıkartması, çevre kirliliğini, üretim maliyetindeki artışı ve insan sağlığının bozulmasını beraberinde getirmektedir. Bu durumun insan sağlığına olan etkileri;

- Üretim sırasında atık madde ya da yan ürün olarak ortaya çıkan zararlı maddeler ortaya çıkarması,
- Malzemenin depolanması sırasında zehirli gazlar yayması,
- Uygulanması sırasında zehirli etkiler ortaya çıkarması,
- Malzemenin uzun süre kullanımına bağlı olarak zehirli gaz ve parçacıklar yayması,
- Malzemenin, havanın elektriksel dengelerini bozan ve yüzeylerin de elektrostatik açıdan yüklenmesini neden olması,
- Kullanımının ardından hurdasının yok edilebilmek için özel işlemler gerektirmesi şeklinde sıralanabilir (Ersoy, 1994).

Çizelge 4.1 : Bazı yapı malzemelerinin üretimindeki enerji gereksinimi (Ersoy, 1994).

Malzeme	Enerji (kwh/m ³)	Malzeme	Enerji (kwh/m ³)
Ahşap	5	Dolu tuğla	140
Cam (tek)	60	Beton	45
Plastik	120-150	Granit	10
Aluminyum	350	B.A. elemanı	105
Cam pamuğu	26	Gen. perlit	28
Cam köpük	32	Polistren köpük	65
Eternit	15	Çelik taşıyıcı	550

Çizelge 4.2 : Isıtmada kullanılan bazı yakıtların atıkları (mg/MJ) (Ersoy, 1994).

Yakıt cinsi	Kurum	SO ₂	NOX	CO	CH
Gazyağı	5	100	50	70	15
Motorin	10-30	100	300-1800	70-370	5-90
Doğalgaz	0	0	35	70	15
Odun (soba)	50-150	0	40-250	1500-6500	100-700
Odun (şömine)	90-4500	0	50-500	80-14000	360-7200

Tasarımı gerçek hale getiren ve yapıyı oluşturan malzeme, insan sağlığı ve konforu ile doğrudan ilişkilidir. Yaşam Döngüsü Analizi ile yapı sanayisinin oluşturduğu sağlıksız yapma çevrenin ve doğadaki yıkıcı etkilerinin belirlenmesi sağlanmaktadır. Bu sayede tasarımcı uygun yapı malzemelerini kolay ve doğru bir şekilde seçebilecektir.

Krusche ve arkadaşları 1982 yılındaki araştırmalarında yapı içerisinde kullanılması ve kullanılmaması önerilen yapı malzemelerini belirlemişlerdir. Kullanılması önerilen malzemeler;

- Cephe malzemesi olarak prese tuğla ve ahşap
- Duvar strüktür malzemesi olarak ahşap, kerpiç, tuğla
- Duvar iç yüzey malzemesi olarak duvar kâğıtları, doğal ve yapay ahşap levhalar, ahşap lambri, kumaş yüzey kaplamaları
- Döşeme kaplaması olarak ahşap ve linolyum, taş kaplama malzemeleri
- Yün ve ya keten gibi bitkisel elyafı halılar
- Isı yalıtım malzemesi olarak odun yünü, saman gibi bitkisel kaynaklı malzemeler ve preslenmesiyle elde edilen levhalar
- Su bazlı yağlı boya gibi doğal madde esaslı boyalar

Kullanılmaması önerilen malzemeler ise;

- Cam yünü, genişletilmiş perlit, polistren köpük, sentetik köpükler, Alüminyum, çinko, kurşun, sac gibi metal levhalar, çimento, asbest levhalar

olarak bilinmektedir.

"Doğada var olan kaynakların günden güne azalmasıyla birlikte, mevcut atıkların yeniden bir hammadde kaynağı haline dönüştürülmesi, değerlendirilmesi, işlenmiş hammaddelerin yeniden kullanılması; geri dönüşüm ve bu atıkların azaltılması ve yönetimi konusunu gündeme getirmiştir" (Fırat ve Akbaş, 2015). Yapı içerisinde kullanılan malzemelerin geri dönüşümü, mümkün olduğunca gerçekleştirilmelidir. Özellikle son dönemlerde Türkiye’ de kentsel dönüşümün artması ile mevcut yapılar yıkılarak yeni yapılar tasarlanmaktadır. Eski yapılarda kullanılan malzemeler, geri dönüştürülmeksizin atılmaktadır. Ancak yeni yapı malzemelerinin eski ve geri dönüştürülmüş malzemelere oranla daha fazla kirletici yaydığı bilinmektedir.

Çoğu yapı malzemesi, küçük parçalar haline getirilerek geri dönüştürülebilmekte ve yeniden kullanılabilir. Doğanın sınırsız bir kaynak olmadığı düşünülerek malzemelerin en ideal şekilde kullanılması, kaynak etkinliğini de artırıcı nitelik göstermektedir. Bazı yapı malzemelerinin geri kazanım işlemleri ve kullanım alanları Çizelge 4.3’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 : Yapı malzemeleri/bileşenlerinin geri kazanım işlemleri ve kullanım alanları (İpekçi ve diğ., 2015).

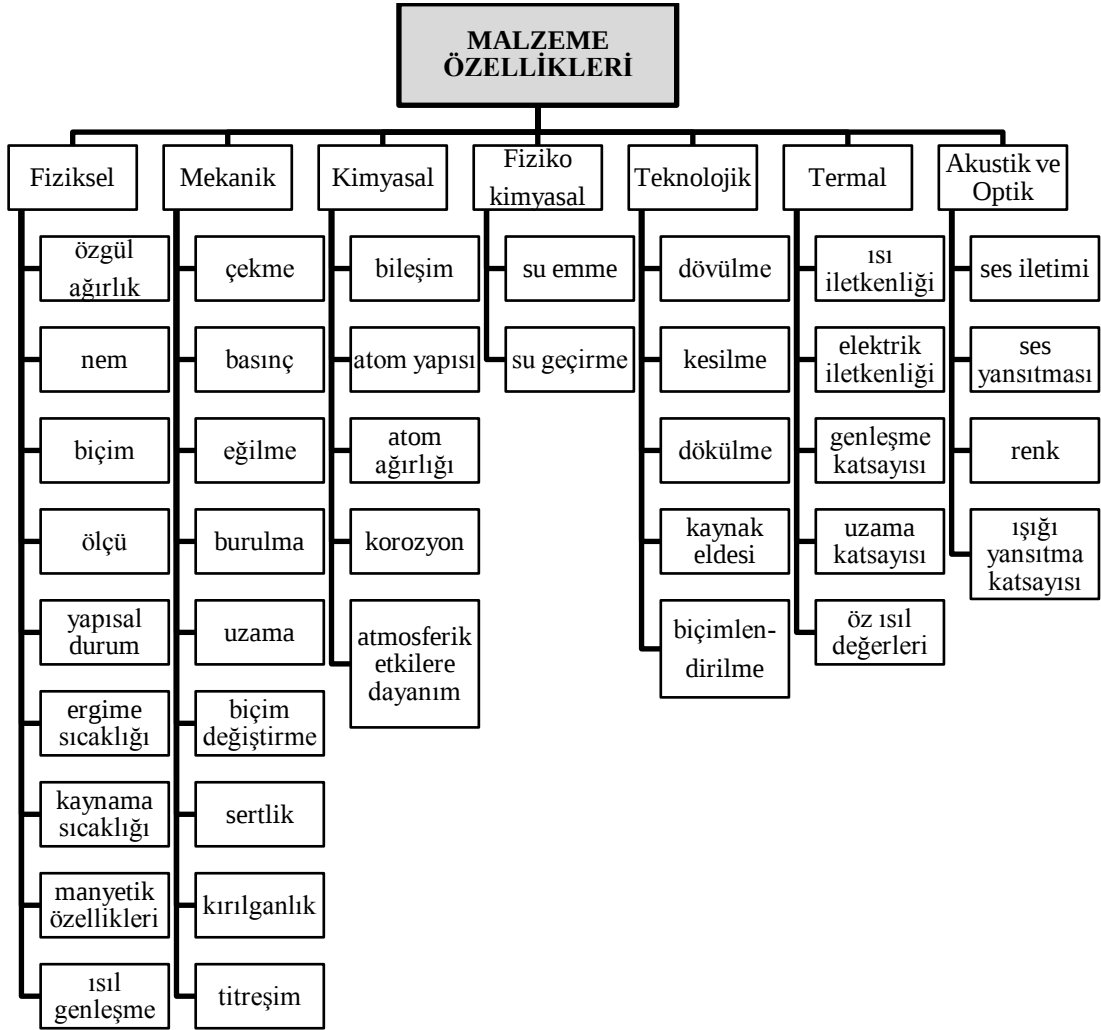
Yapı Malzemeleri/ Bileşenleri	Geri Dönüşüm İşlemi	Geri Dönüştürülmüş Ürün
Beton	Kırma, ufalama	Geri dönüştürülmüş agrega (kırmataş) Dolgu malzemesi Düşük dayanımlı beton bileşiminde agrega (grobeton) Yol yapımında alt yapı malzemesi Parke taşı, sıva ve peyzaj elemanlarında
Tuğla/Kiremit	Harç artıklarının temizlenmesi, kırma, ufalama, yakılarak uçucu küle dönüştürme	Yeniden kullanılacak tuğla Dolgu malzemesi Tuğla/kiremit üretiminde hammadde
Doğal taş	Kırma, ufalama	Geri dönüştürülmüş agrega Dolgu malzemesi
Mermer	Kırma Toz haline getirme	Beton ve asfalt uygulamalarında agrega, Dolgu malzemesi, Asfalt, çimento beton harcında ve zemin iyileştirmede dolgu katkı malzeme
Metaller	Doğrudan kullanım	Yeniden kullanılacak metal Yeni metal üretimi
Kağıt/Karton	Eritme Temizleme	Geri dönüştürülmüş kağıt
PVC esaslı	Yıkama, Kurutma, Eritme, Kırpma, Kesme, Kırma, Ufalama, Toz haline getirme	Panel, Geri dönüştürülmüş plastik Geri dönüştürülmüş agrega Alan drenajı, Asfalt, Sentetik toprak
Cam	Doğrudan kullanım, İkinci kalite cam üretimi Öğütme, ezme, eritme	Yeniden kullanılacak cam Geri dönüştürülmüş cam Cam lifli yalıtım malzemesi (cam yünü, cam elyaf) Seramik, Yol döşeme bloğu Yol kenarlarındaki yansıtıcı boya üretiminde
Seramik	Kırma / öğütme	Camlar ile birlikte de geri dönüştürülerek tezgâh üretiminde, Beton ve Tuğla üretiminde katkı olarak
Ahşap	Doğrudan kullanım Temizleme/Kesme/ Yeniden boyutlandırma Yüksek su buharı altında şekil verme Rendelenerek Lif, Talaş ve yonga haline getirme, Yakma	Yeniden kullanılacak ahşap Mobilya ve mutfak elemanları Enerji kaynağı Ahşap kökenli malzemeler Yalıtım levhası, Hafif yalıtım ve dolgu malzemesi Kağıt
Yalıtım Malzemeleri	Yıkama, kurutma, öğütme ve ezme, Yakma	Yeniden üretilen yalıtım malzemesi Asfalt yapımında
Kapı/Pencere Mutfak Ekipmanları	Doğrudan kullanım Temizleme/Boyutlandırma	Yeniden kullanım

4.1 Malzeme Seçim Kriterleri

Yapı malzemelerinin seçiminde, malzemenin her türlü özelliği göz önünde bulundurulmalıdır. Akman (t.y.)'a göre,

Eskiden iklimlerden kaynaklanan özel bölgelerin dışında, yapılarda %30 - 40 oranında organik malzemeler (ahşap, saman, saz) ve %60 - 70 oranında inorganik malzemeler (kerpiç, kiremit, doğal taş, kireç vb.) kullanılırdı. Günümüzde ise özellikle büyük kentlerdeki modern yapılarda %90 - 100 oranında suni, doğaya, canlı ve insan metabolizmalarına yabancı yapı malzemeleri kullanılıyor.

Malzeme seçimi yapılırken, kullanıcı ihtiyacına uygun, yaşam döngüsü ile çevreyi olumsuz etkilemeyen ve tasarımla bir bütün olabilen malzemeler seçilmelidir. Bu yüzden ilk olarak yapıda kullanılacak malzemenin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Yapı malzemelerinin özellikleri.

Malzemenin dikkat edilmesi gereken temel özelliklerinin yanında, çevreye duyarlı ve insan sağlığı açısından en az zararı olan malzemeyi seçmek önemlidir. Malzeme seçimi yapılırken:

- Çevresel etkisi en az olan malzemeler,
- Ürün geri alma programları ile üreticilerden alınan malzemeler,
- Kentsel ısı adası etkisini azaltan malzemeler,
- Sertifikalı ahşap,
- Düşük yayımlı malzemeler,
- Bulunduğu topografyada üretilen ve kullanılan malzemeler,
- Düşük su tüketimi ile oluşan ve kullanımında su tüketimini en aza indiren malzemeler,
- Yenilenebilir kaynaklardan üretilen malzemeler,
- Yeniden işlenebilir özellikte olan malzemeler,
- En az işlenmiş malzemeler,
- Geri dönüşüme uğrayabilen ya da bu potansiyele sahip olan malzemeler,
- İçerisinde pigment, yoğunlaştırıcı, ateş geciktirici gibi zararlı kimyasallar barındırmayan malzemeler kullanılmasına özen gösterilmelidir (Anink, 1996; Bhamra ve Lofthouse, 2007; Kennedy, 2004; McLennan, 2004).

4.1.1 Doğal ve yapay (beton) taş esaslı malzemeler

Doğal taşlar, yapı malzemesi olarak ilk kullanımlarında, kabaca yontulmuş ve şekillendirilmiştir. Ancak zamanla teknolojinin ve kullanılacak kaynakların artışı ile farklı biçimler kazandırılarak farklı amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Doğal taşların işlenişi, tasarım dilini yeniden şekillendirmekle kalmamış aynı zamanda inşa edildiği yöresel bölgenin mimari karakterini de belirlemiştir.

Betonun bulunduğu tarih kesin olarak bilinmemekle birlikte, Türkiye’de 20. yüzyılda etkinliğini arttırdığı görülmektedir. Özellikle yüksek katlı yapıların tasarımında büyük işlevi olan beton, çeşitli katkı maddeleri eklenerek, günümüze kadar daha da sağlamlaştırılarak gelmiştir.

Doğal ve yapay taşların iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.1.1 İç mekân iklimine etkisi

Doğal taşlardan bazıları, çevreye yaydıkları zararlı gazlarla insan sağlığını tehdit etmektedir. Örneğin döşeme, merdiven gibi mekânlarda kullanılan granit; açığa çıkardığı radon gazı sebebiyle iç mekânda akciğer kanseri riskini arttırmaktadır. Bazı doğal taşların radyoaktivitesi fazla olduğu için nem ve sıcaklıkla iç mekân hava kalitesini bozabilmektedirler. Çizelge 4.4'te doğal taşların insan sağlığı üzerindeki etkileri gösterilmektedir.

Ancak her doğal taşın insan sağlığına zararlı olduğu söylenemez. Örneğin mermerin insanlar üzerinde bilinen bir etkisi bulunmamaktadır. Ancak ocaktan çıkarımı sonrasında üzerinde uygulanan koruyucular ve kimyasallar, insan sağlığını tehdit etmektedir.

"Günümüzde özellikle hazır beton tesislerinde kimyasal katkı kullanılmaksızın beton üretimi yok denecek kadar azdır. Kimyasal katkılar betonun özelliklerini iyileştirdiği gibi bilinçsiz kullanıldığı takdirde olumsuz etkilerde de bulunabilmektedir" (Topçu ve Canbaz, t.y.). "Üretiminde su kullanımını azaltan süper plastikleştiriciler kullanıcılarda deri ve akciğer problemlerine neden olurlar" (Sev, 2005). "Beton agregasının içinde bulunan radon, asbest, formaldehit, reçine tuzları ve çimentosunun içeriğinde ki silis kristal partikülleri solunum ve deri rahatsızlıklarına ve akciğer kanserine sebebiyet vermektedir" (Tuğlu, 2005). "Bunların yerine balmumu veya yağ bazlı mineral ürünler kullanmak yarar sağlamaktadır" (Sev, 2009). Betonun insan sağlığına etkileri, Çizelge 4.5'te gösterilmektedir.

Yapı içerisinde kullanılacak doğal taş ve betonun insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

- Yerinde çıkarılan doğal taşın yerinde kullanılması,
- Beton agregası olarak balmumu ve yağ bazlı mineral ürünler kullanılması,
- Doğal taş malzemenin rutubet içeriğinin düşük olması,
- Doğal taşın saf içeriğinin korunması, kimyasal koruyucuların belirtilen miktarlarda uygulanması,
- Çimentoya katılan kireçtaşı ve kumun yapım için gereken ölçüden daha fazla kullanılmaması

gerekmektedir.

Çizelge 4.4 : Doğal taş malzeme ve türlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri (Tuğlu, 2005).

DOĞAL TAŞLAR	Yapısı ve Özellikleri	İçerdiği Kirleticiler	Yapı ve Mekân İçindeki Kullanımı	İnsan Sağlığına Etkileri
Mermer	Birleşiminde %75'ten fazla kalsiyum içerir.	Bilinen bir kirlenici içermektedir.	Döşeme ve merdiven kaplaması, beton agregası vb.	Kullanıcı sağlığı açısından belirlenmiş bir risk taşımamaktadır.
Kumtaşı	Kum taneciklerinin basınç altında kaynaşması ile meydana gelmektedir.	Düşük oranda radon gazı açığa çıkarır.	Bağlayıcı özelliklerine göre kullanılmaktadır.	İç hava kirliliğine bağlı olarak, alerji, solunum yolu rahatsızlıkları, uzun dönemde maruz kalındığında akciğer kanseri
Granit	Kuvars, feldispat ve ağır bir maddeden meydana gelir.	Yüksek oranda radon gazı ortaya çıkarır.	Döşeme, tezgah, merdiven kaplaması vb.	Solunum yolu rahatsızlıkları, bronşit, karsinoma vb. rahatsızlıklar, akciğer kanseri.

Çizelge 4.5 : Beton bileşenlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri (Tuğlu, 2005).

BETON KATKI MADDELERİ	İçinde bulunduğu beton bileşeni	İçinde bulunduğu yapı ürünü	Kullanıcıda oluşturduğu sağlık sorunu
Radon	Agrega, mineral, katkı maddeleri	Perlit, çakıl, uçucu kül ve yüksek fırın çürufu	Akciğer kanseri, solunum yolu rahatsızlıkları, bronşenik, karsinoma
Asbest	Agrega	Vermikülit	Akciğer kanseri, asbestosis, bronşit karsinoma.
Kurşun	Agrega	Kurşun esaslı agregası	Merkezi sinir sistemi bozuklukları, böbrek ve bağışıklık sisteminde hasar, düşük, erken doğum, kansizlik.
Kimyasal maddeler	Katkı maddesi	Melamin, formaldehit sülfonatlar, naftalen, sülfonatlar, reçine tuzları	Alerji, solunum yolu rahatsızlıkları, temas halinde ciltte ve gözde tahriş ve iltahaplanma.

4.1.1.2 Yaşam döngüsü

Yerküre, kayaçların bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Bu kayaçların içerisinde, inorganik kimyasal elementler olan mineraller bulunmaktadır. Yerkürede bulunan iki binden fazla mineralin bazıları taş yapıcıdır. Tek bir mineral ile ya da minerallerin bir araya gelmesi ile oluşan taşlar, elektriksel özellikleri, sertlikleri, ısı iletkenlikleri gibi özelliklerle birbirlerinden ayrılmaktadır.

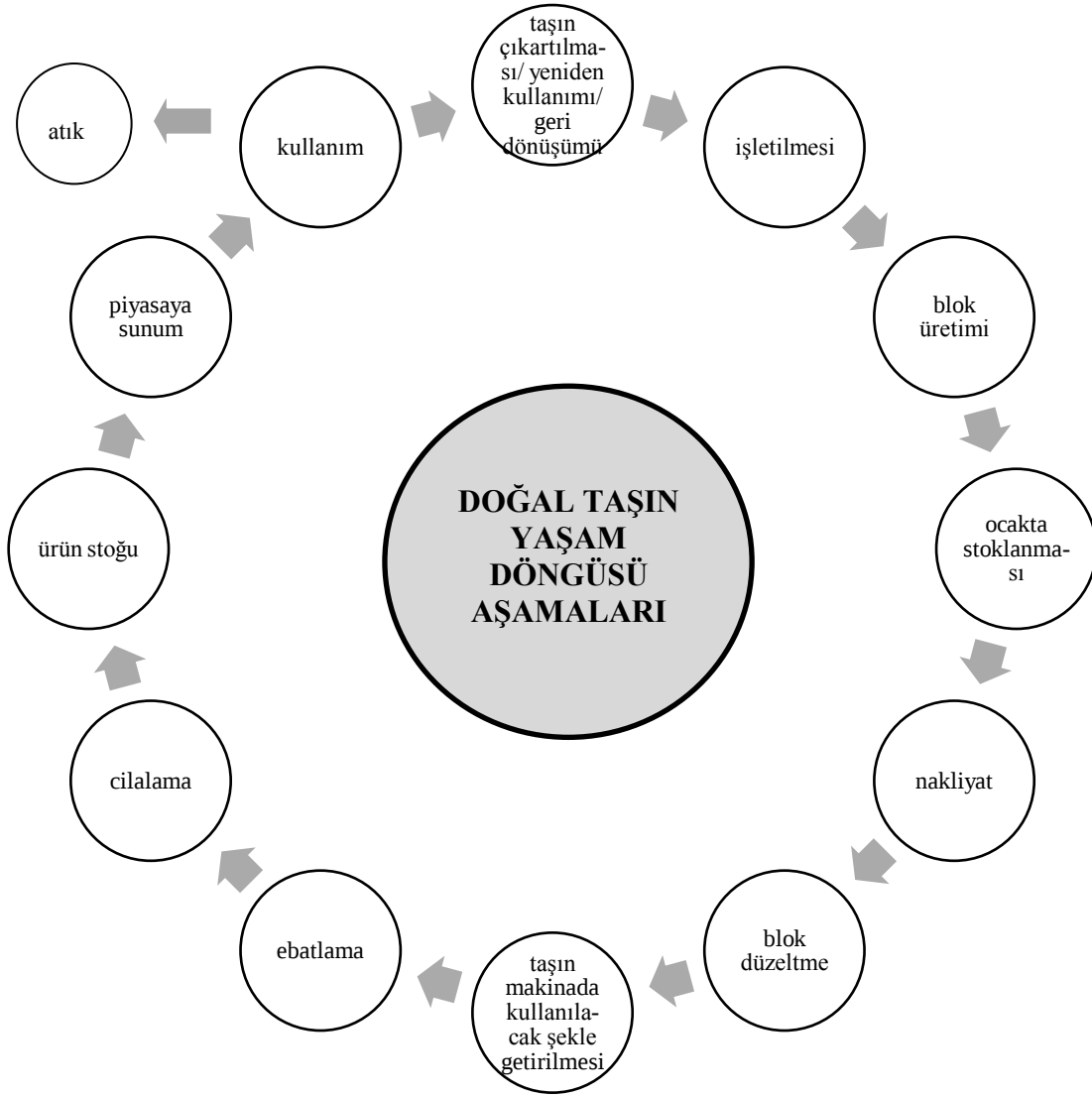
İnsanoğlunun geçmişten günümüze kullandığı yapı malzemeleri incelendiğinde, taşın kullanılan en eski yapı malzemelerinden biri olduğu görülmektedir. Dayanıklılığı, taşıyıcılığı, yalıtımda kullanılabilmesi gibi özellikler ile yapılarda tercih sebebi olan taş, geçmişten günümüze teknolojinin gelişmesi ve olanakların artmasıyla, üzerine farklı teknikler uygulanarak da kullanılabilir hale gelmiştir.

"Doğal taşlar, oluşumları sonucu farklı yapıları nedeni ile farklı özelliklere sahiptir. Yapıdaki kullanım yeri ve amacı bu farklı özelliklere bağlıdır. Örneğin; birim hacim ağırlığı, ağırlıkça su emme yüzdesi, dona dayanıklılığı, aşınma ve darbelere direnci deneylerle ölçülerek taşıyıcı, yüzey elemanı ya da dolgu malzemesi olarak kullanım amacını belirlemektedir" (Url-12).

Taşın yapı içerisinde sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi için, tüm bu özelliklerinin yanında mekân içerisinde nerede ve nasıl kullanılacağı da önem taşımaktadır. Taş seçimi yapılırken, taşın rengi, yüzeyi, mineral yapısı, kılcallığı, kalınlığı gibi özellikler de önem taşımaktadır. Şekil 4.9'da doğal taşların yapı malzemesi olarak tercih edilme sebepleri anlatılmaktadır. Taş malzeme yapı içerisinde; yalıtım malzemesi, yer döşemesi, duvar panelleri, merdivenler, tezgâh malzemesi olarak kullanılabilmektedir.

Doğal taşın yaşam döngüsü süreci; doğal taşın çıkartılması/ yeniden kullanımı/ geri dönüşümü, işletilmesi, blok üretimi, ocakta stoklanması, nakliyat, blok düzeltme, taşın makinada kullanılacak şekle getirilmesi, ebatlama, cilalama, ürün stoğu, piyasaya sunum ve atım/geri dönüşüm şeklindedir (Şekil 4.4).

Taş malzeme, ocaktan çıkarımı, yontulması, şekillendirilmesi ve taşınması sırasında %15 ila %90 oranında kayba uğrayarak küçük parçalar ortaya çıkartmaktadır. Bu ortaya çıkan küçük taşlar ve yapıda kullanılan ve hizmet ömrünü tamamlayan taşlar, geri dönüşüm ile dolgu malzemesi, cephe malzemesi ya da agrega olarak kullanılabilir. "Elde edilen malzemenin, uygulama alanına taşınması yüksek miktarda enerji kaybına neden olur" (Sev, 2009).

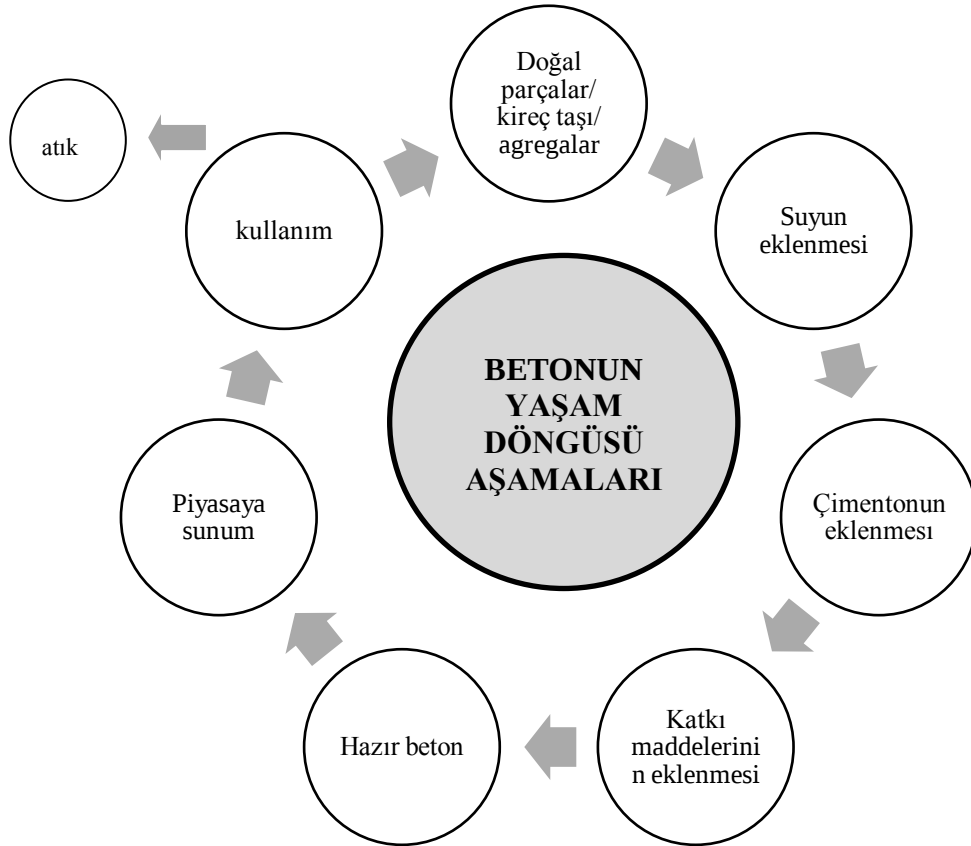


Şekil 4.4 : Doğal taşın yaşam döngüsü aşamaları.

Betonun hammaddeleri ise çimento, su, agrega (kum, çakıl, kırma taş), kimyasal katkıları ve mineral katkılarıdır. "Ekonomik olması, bileşenlerinin doğada bol miktarda bulunabilmesi, dayanıklılığının yüksek, maliyetinin düşük olması, işlenebilirliği, yangına karşı direnci, estetik yapıların inşasına olanak sağlayan mühendislik özelliklerinden ötürü çok tercih edilen bir yapı elemanıdır" (Ünsal ve Şen, 2008).

Beton geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir. Betonarme yapıların yıkımında ortaya çıkan beton parçaları, agrega olarak otopark yol vb. yerlerde kullanılabilir. "Ayrıca beton karışımları bazı durumlarda uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi endüstriyel atıklar içerebilmektedir. Bu atıkların kullanımı doğal kaynak tasarrufu sağlar" (Bulhaz, 2010).

"Beton üretimi sırasında ortaya çıkan CO₂ salımı, çevre üzerinde olumsuz etkiye sahiptir ve küresel ısınmaya neden olmaktadır" (Özçelik, ve diğ., 2013, s. 179-197). "CO₂ salınımının yaklaşık %7'sinin beton üretiminden kaynaklandığı düşünülmektedir" (Mehta, 2001, s. 61-66). Beton gerekli yerlere temini sırasında ve çimento üretimi sırasında zehirli gazlar açığa çıkarmaktadır. Betonun yaşam döngüsü aşamaları Şekil 4.5'de gösterilmektedir.



Şekil 4.5 : Betonun yaşam döngüsü aşamaları.

4.1.1.3 Kaynak etkinliği

Taşların eldesi, iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki aşınmış ya da kırılmış toplama taşlardır. "Bu taşlar, rüzgâr ve su etkisi ile yüzeyleri köşesiz ve kaygan taşlardır. İnşaat malzemesi olarak kullanımı zordur. Yüzeylerinin kaygan olması harca yapışmasını zorlaştırır. Bahçe duvarı, blokaj dolgu gibi yerlerde kullanılır" (Ünal, t.y.). İkinci elde şekli ise taş ocaklarıdır. Yeryüzünde bulunan kayaçların belirli yöntemlerle açılarak oluşturulan taş ocakları, yapı sektörü için büyük oranda etkinlik göstermektedir. Doğal taşların eldesi çevre tahribine, canlılara, toprak kaymalarına sebep olabilmektedir.

Genel hatlarıyla Alp-Himalaya kuşağı içerisinde yer alan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, İran, Pakistan gibi ülkelerde karbonatlı taşlar (mermer, kireçtaşı, traverten ve oniks) rezervlerinin fazla olduğu görülmektedir. İşletilebilir magma (serttaş) rezervlerinin İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika'da kümелendiği dikkati çekmektedir (Sel, 2006).

"Türkiye'de çeşitli renk ve desenlerde; kristalin kalker (mermer), kalker, traverten oluşumlu kalker (oniks), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayalar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin, vb.) bulunmaktadır" (Özkan, t.y.). "Doğal taş bakımından jeolojik yapısı itibarıyla zengin bir potansiyele sahip olan Türkiye, 5.1 m³ (13.9 milyar ton) doğal taş rezervi ile dünyadaki 15 milyar m³'lük rezervin %40'ına sahiptir" (Sel, 2006).

"Worldwatch Enstitüsü verilerine göre, yapılaşma faaliyetleri her yıl küresel olarak kullanılan taş, çakıl ve kumun % 40'ını tüketmektedir" (Ngowi, 2001, s. 291-298). "Bunların doğadaki kaynaklarından çıkarılışları sırasında, kullanılan yöntemle ilgili olarak, bitki ve hayvan yaşam alanlarının yok olması, topoğrafik değişiklik, erozyon, toz emisyonları, gürültü, görünürlük kirliliği, su tüketimi ve kirliliği gibi olumsuzluklar meydana gelmektedir" (Esin ve Coşgun, t.y.).

Beton, yapının yer alacağı topografyada üretilebilen, yerel bir malzemedir. Ancak üretimi sırasında içerisine konulan kimyasallar sebebiyle çevresel etkileri vardır ve insan sağlığına zarar verir. "Kimyasal katkılar taze ve sertleşmiş betonun pek çok özelliğini etkileyebilen, örneğin dayanımını artırabilen, yapı bileşenleridir. Betondaki oranı yaklaşık olarak 1% civarındadır ancak kimyasal katkıların üretimi göz önüne alındığında betonda kullanılan bu katkıların da çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli bir etkisi vardır" (Özçelik ve diğ., 2013). Kireçtaşı ve kil çimentonun içeriğinde bulunan, çok geniş kaynak etkinliği olan ancak insan sağlığını ve çevreyi büyük oranda etkileyen malzemelerdir. "Çimento üretimi yoğun bir enerji ve kaynak tüketimine neden olsa da, beton için aynı şey söylenemez" (Lawson, 2003).

4.1.2 Ahşap esaslı malzemeler

Ahşap, geçmişten günümüze kullanılan en eski yapı malzemelerinden biridir. Organik esaslı olması, küresel ve sera etkisine karşı mücadelesi yapılarda tercih sebeplerini arttırmaktadır. Ahşap esaslı malzemelerin iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.2.1. İç mekân iklimine etkisi

Günlük hayatımızda kullandığımız ahşap, içerisinde barındırdığı çeşitli zararlı maddelerle, sağlığımızı tehdit etmektedir. "Yapay ahşap üretiminde kullanılan yapıştırıcı ve tutkallar zehirli gaz salınımına neden olan maddeler içermektedir" (Güleryüz, 2014). "Ahşap, tuğla, kerpiç gibi malzemeler üzerine sürülen PentakloroFenol (PCP) ve Lindan (HCF Gamma) kimyasalları ortam içerisinde buharlaşıp havaya karışarak insan sağlığını tehdit etmektedir" (Esin, 2004). "Yapay ahşapların geri dönüştürülmesi doğal ahşaplara göre daha zordur" (Sev, 2009).

"Ahşap tabakalı kompozit malzemelerden biri olan "Kontrplak", liflerin birbirine zıt yönde ve tek sayıda (3,5,7) tabakalar halinde hayvansal veya plastik esaslı tutkallar kullanılarak preslenmesi ile elde edilir" (Güleryüz, 2014). Lif levha ve yonga levha da, kontrplak gibi yapı içerisinde kullanılan malzemelerdir. Bu levhaların yapımında kullanılan fenol ve üre formaldehit bazlı yapıştırıcılar ekonomik olmaları sebebiyle tercih edilmekte ancak iç mekân hava kalitesini etkileyerek insan sağlığının bozulmasına sebep olmaktadır. "Yapıştırıcıların içeriğinde bulunan formaldehit insanlarda alerji, solunum yolu rahatsızlıkları, göz iltihaplanmaları ve uzun süre maruz kalındığında zehirlenmelere sebebiyet vermektedir" (Çizelge 4.6) (Tuğlu, 2005). "Ayrıca fenolik reçine ve poliüretan tutkallar en düşük seviyede kullanılsalar bile gaz salınımı gerçekleştirirler" (Sev, 2005).

Şahin ve diğ (t.y.)' ne göre "Formaldehit esaslı yapıştırıcılarla birleştirilmiş ahşap malzemelerden formaldehit emisyonu" bazı kriterlere bağlı olarak iç mekandaki etkinliğini göstermektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 : Formaldehit emisyonunun sebepleri.

Yapı içerisinde kullanılacak ahşabın insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

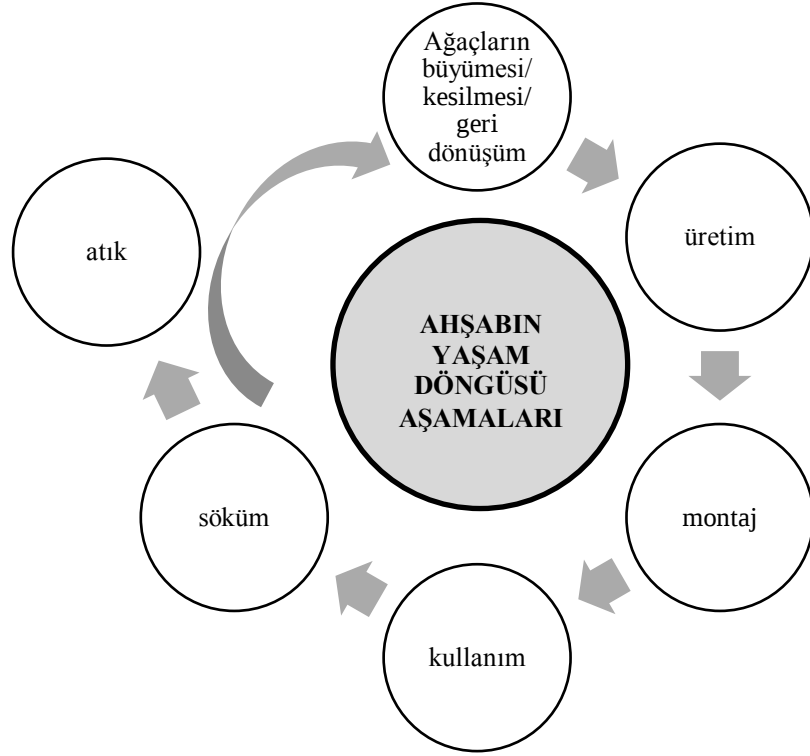
- Yerinde çıkarılan ahşabın yerinde kullanılması,
- Mümkün olduğunca doğal ahşap kullanılması,
- Üretim aşamasında sisteme gerekli formaldehit tutucu kimyasalların eklenmesi,
- Kullanım aşamasında yeterli havalandırmanın sağlanması,
- Ahşap malzemenin rutubet içeriğinin düşük olması,
- "Ahşap kompozit malzemelerin kenarlarından açığa çıkan formaldehit miktarı, yüzeylerden çok daha yüksektir. Bu nedenle formaldehit içeren tutkalarla üretilen ürünlerin kenar kaplamaları olmalı" (Şahin ve diğ. t.y.).
- Yapay ahşabın bünyesinde bulunan formaldehit ve zehirli ahşap korucu maddelerin, insan sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenerek sınıflandırılması, kullanımının yasalarla denetlenmesi ve kullanıcıların farkındalığının artırılması gerekmektedir.

Çizelge 4.6 : Ahşap malzeme ve türlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri (Tuğlu, 2005).

AHŞAP	Yapısı ve Özellikleri	İçerdiği Kirleticiler	Yapı ve Mekân İçindeki Kullanımı	İnsan Sağlığına Etkileri
Doğal ahşap	Ahşap cinsine göre değişiklik gösterir, ana maddesi: selüloz, linonin, ham selüloz	Doğal hali kirletici barındırmaz, koruyucu maddelerin içerdiği kirleticiler: arsenik, bakır, flor, krom	Kapı, pencere doğramaları, mobilyalar, bölücü sistemler	Solunum yolu rahatsızlıkları, alerji, deri tahrişleri
Kontrplak	Ahşap levhaların yapıştırılması ile elde edilir	Yapıştırıcı madde formaldehit içermektedir.	Bölücü sistemler, mobilya yapımı	Uzun dönemde zehirlenmeler, alerji, solunum yolu rahatsızlıkları, göz iltihaplanmaları

4.1.2.2 Yaşam döngüsü

Ahşap, bulunduğu ortamı temizleyen ve kendisini yenileme özelliği olan tek yapı malzemesidir. "Ağaç türüne göre değişmekle birlikte hücre çeperinin kimyasal yapısı; % 40-50 oranında selüloz, % 20-35 oranında hemiselüloz, % 20-30 oranında lignin ve % 0-5 oranında ekstraktif maddelerden oluşmaktadır" (Günay, 2007). Ahşabın yaşam döngüsü Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 : Ahşabın yaşam döngüsü aşamaları.

Ahşap, ağaçlardan elde edilen önemli bir yapı malzemesidir. Ahşap malzemenin yapılarda tercih edilmesinin sebepleri, çeşitli renklerde bulunabilmesi, eskidikçe güzelleşmesi, ısı ve elektrik iletkenliğinin az olması, çeşitli desenlerde bulunabilmesi, diğer yapı malzemelerine göre daha doğal olması, kaynağının hemen her yerde bulunabilmesi, kolay işlenebilmesi, enerji tüketiminin az olması, hafif olması ve yapı içerisinde çok farklı yerlerde kullanılabilir özellikte olmasından kaynaklanmaktadır.

Ahşap, diğer malzemelere oranla daha az enerjiyle üretilmektedir. Yapı içerisinde strüktür sistem olarak, kaplamalarda, mobilyalarda, mutfak dolaplarında, çatı malzemesi olarak, bahçe çitlerinde ve deck olarak, pencere ve kapı sistemleri gibi alanlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle ahşap, petrol bazlı yapıştırıcılardan olan üre ve fenol formaldehit kullanılarak kompozit olarak üretilmeye başlanmıştır. Bu durum, iç mekân havasına yaydığı zararlı gazlar ile insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Kompozit olarak üretilen ahşaplarda üre ve fenol formaldehit kullanmak yerine, insan sağlığına zarar vermeyen linyin bazlı yapıştırıcıların kullanılması önerilmektedir.

Çeşitli abiyotik (kimyasal, termal, mekanik faktörler, açık hava etkileri) ve biyotik faktörler (bakteri, mantar, böcek, termit, deniz canlıları) ahşabın yapısında, görünüşünde ya da kimyasal bileşiminde bozunmalara sebep olmaktadır. "Sürekli biyolojik saldırı tehdidi altında olan ahşap malzemenin dış ortam şartlarından korunması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir" (Illston, 1994).

"Ahşap malzemelerin hasarlı kısımları onararak ya da talaş haline getirilerek yeniden kullanımı mümkündür" (Güleryüz, 2014). Ahşabın hizmet ömrünün uzun olması için, tasarımda kullanıldığı yere, bu yere göre bulunduğu tehlike sınıfına ve dayanıklılığına dikkat edilmesi gerekmektedir.

4.1.2.3 Kaynak etkinliği

Ahşabın hammadde kaynağı ormanlardaki ağaçlardır. Ağaçların yetiştirildikleri ortam koşulları farklı olduğu için elde edilen ahşabın cinsi de farklılık göstermektedir.

Asan (2000) "Ülkemiz ormanlarının bir taraftan usulsüz ve kaçak kesimler, diğer taraftan da ormancı eliyle yapılan bilinçli müdahaleler (bakım, gençleştirme ve ağaçlandırmalar) nedeniyle sürekli baskı altında olduğunu, bunlara ek olarak böcek, mantar arızaları, hava kirliliği ve yangınların ormanı etkileyen diğer önemli faktörler olması nedeniyle, orman kaynağının yapısında sürekli değişime neden olduklarını, ileriye dönük kararların alınabilmesi için orman kaynaklarına ait sayısal verilerin kısa zaman aralıkları ile sürekli güncelleştirilmesinin gerektiği"ni belirtmektedir.

Ahşap hammaddesinin korunması için alınacak en önemli tedbirlerden bir tanesi, ormanların yangın, heyelan gibi sebeplerle yok olmasını engellemektir. İhtiyaç dahilinde, yetiştirme ömrü çok uzun olmayan ağaçların kullanılması ve yok olan ağaçların yerine yenilerinin dikilmesi hammadde devamlılığı için gereklidir. Ahşap malzeme üretiminde ormanların sonsuz kaynak olmadığı düşünülerek hareket edilmelidir.

Ahşap üretiminin sağlıklı bir şekilde yapılması ve kaynak etkinliğinin devam ettirilmesi, ahşabın yapının bulunacağı yerden temin edilmesi ile mümkün olmaktadır. Türkiye’de yapılacak bir yapı için kullanılacak ahşap malzemelerin yurtdışından getirilmesi, ekonomik, çevresel ve sağlık açısından kullanıcıyı etkilemektedir.

4.1.3 Metal esaslı malzemeler

Metal esaslı malzemelerin ilk kullanımı antik çağlara dayanmaktadır. Özellikle ormanlarda çıkan yangınlar sonucunda metallerin erimesi ve şekil verilecek hale gelmesi, metalin bir yapı malzemesi olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Metal esaslı malzemelerin iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.3.1 İç mekân iklimine etkisi

Metaller, genellikle kronik hastalıklara sebep olmaktadır. Bu hastalıkların tedavisi çoğunlukla bulunamamakta ve hastanın hayatını kaybetmesiyle sonuçlanmaktadır.

Kurşun, boya hammaddesi olarak kullanılmakta ve insan sağlığını çok hızlı bir şekilde etkilemektedir. Kurşunun insan sağlığına olan etkileri; sinirsel işlevlerin bozulması, beyinde yangı oluşması, özellikle çocuklarda bilişsel kabiliyetin azalması, yüksek tansiyon, böbrek etkinliğinde aksaklık, bağışıklık ve üreme sisteminde aksaklık olarak bilinmektedir.

Aluminyum ise cephe kaplamalarında, duvar bölücülerinde, kumaş boyalarında, çatılarda, parlaticılarda ve daha birçok yerde kullanılmaktadır. Bu metal ile aynı ortamda bulunan bireylerde akciğer hastalıkları, solunum ve sinir sisteminde bozukluklar, alzheimer, beyin fonksiyonlarında yavaşlama görülmektedir.

Yapılarda kaplama malzemesi olarak, mutfaklarda, mobilyalarda ve aydınlatmalarda tercih edilen bakır ise baş ağrısına ve dönmesine, gözlerde tahrişe, mide bulantısına, karaciğer sorunlarına ve hatta ölüme sebep olmaktadır. Çizelge 4.7’de bazı metallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri gösterilmektedir.

Yapı içerisinde kullanılacak metallerin insan sağlığına etkilerini azaltmak için:

- Metalin çıkarıldığı bölge kirli ise, o bölgeyi olduğu gibi bırakmak, kullanmamak,
- Metalin kullanım aşamasında yeterli havalandırmanın sağlanması,
- Kurşun esaslı boyaların yapı içerisinde, özellikle çocukların bulunduğu yerlerde kullanılmaması

gerekmektedir.

Çizelge 4.7 : Metal malzemenin insan sağlığı üzerindeki etkileri.

METALLER	Bulunduğu yer	İnsan sağlığına etkisi
Civa	Elektrik anahtarları, floresan ampul, lambalar, pil, termometre, diş dolguları, madencilik, pestisitler, tıbbi atık, yakma kömür ve fuel - oil, klor-alkali endüstrisi.	Merkezi sinir sisteminde ve gastrik sistemde hasar, beyin gelişimini etkiler, koordinasyonda, görmede ve dokunmada sorunlar, karaciğer, kalp ve böbrek hasarı.
Kurşun	Piller, lehim, pigmentler, boya, seramik sır, saç boyası, balıkçılık ekipmanları, kurşunlu benzin, madencilik, sıhhi tesisat, kömür yanması, su boruları.	Nörolojik hasar, IQ ve dikkati düşürme, el - göz koordinasyonunda bozukluk, ensefalopati (beyin dokusunda hasar), kemik bozulması, hipertansiyon, böbrek hastalıkları
Kadmiyum	Çinko eritme, maden atıkları, yanan kömür ya da kadmiyum içeren çöp, şarj edilebilir pil, pigmentler, televizyonlar, güneş pilleri, çelik, fosfat gübre, metal kaplama, su boruları, kanalizasyon çamuru.	Karaciğer ve böbrek hasarı, düşük kemik yoğunluğu (itai- itai hastalığı) kanserojen (solunum yoluyla)
Arsenik	Pestisit, altın, kurşun, bakır, nikel, demir ve çelik madenleri ve bunların işlenmesi; kömür yanması, ahşap koruyucular, ilaç ve cam sanayi, deri koruyucular, pigmentler, tarım ilaçları, zehirli boyalar, elektronik sanayi	Kronik arsenik zehirlenmesi, deri, kalp, karaciğer ve nörolojik tahribatlar, diyabet, kemik iliği ve kan hastalıkları, kalp - damar hastalıkları, kanser, düşük, ölü doğum ve erken doğum riski.

4.1.3.2. Yaşam döngüsü

Metallerin çoğu cevherlerden elde edilmektedir. Metalin kullanılabilir hale gelmesi için, zenginleştirme (metal filizlerinin yabancı maddelerden arınması için fiziksel ve kimyasal yoldan iyileştirilmesi), metalin eldesi (indirgeme ve yükseltgeme işleminin uygulanması) ve saflaştırma gibi bazı fazlardan geçmesi gerekmektedir. Metaller, ışığı yansıtması, yüksek basınç ve çekme dayanımı, elektrik iletkenliği, parlak yüzey, ısıyı iletmesi, yüksek yoğunluk, esneklik gibi özellikler sebebiyle tercih edilmektedir (Şekil 4.16).

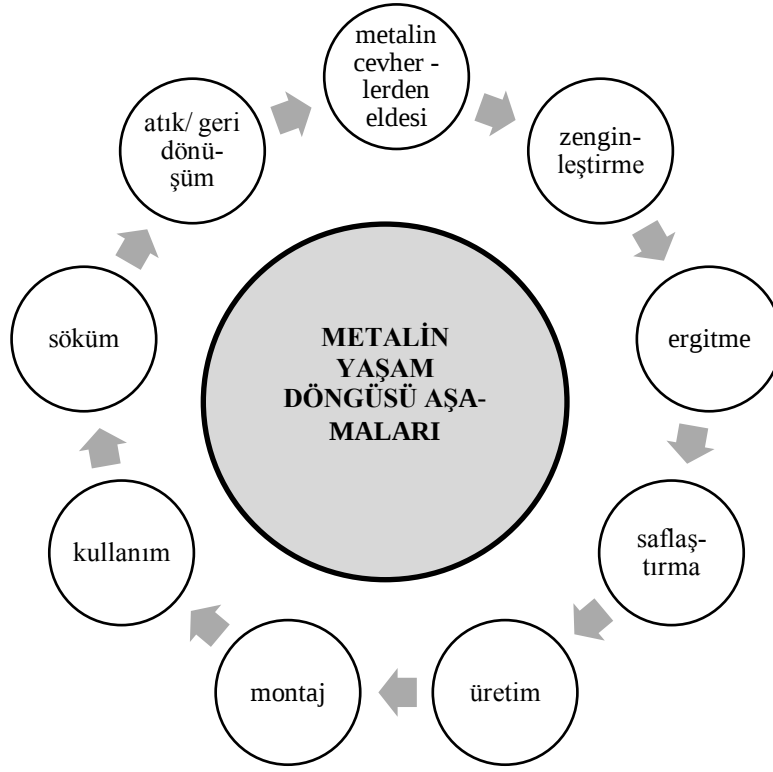
Yapı malzemesi olarak metaller; taşıyıcı kaplamalarda, cephelerde, doğramalarda, güneş kırıcılarında, su armatürlerinde, tesisatlarda, vidalar ve çivilerde ve ince yapı sistemlerinde kullanılmaktadır. Yapı malzemesi olarak kullanılan metaller; kalay, kur-

şun, çelik, titanyum, alüminyum, çinko, prinç ve bakırdır. Estetik ve dayanıklı olan metaller, zamanla fiziksel (aşınma, yorulma, akma, aşırı yüklenme, yangın vb.) ve kimyasal bozunma (korozyon) özelliği göstermektedirler. Geniş açıklıklarda çelik olarak kullanımı yaygındır. "Çelik üretimi yer kabuğundan demir, kireçtaşı, magnezyum, kömür ve eser halinde bulunan birçok elementin çıkarılmasını gerektiren oldukça zor ve çevreye zarar veren bir süreçtir" (Sev, 2009). "Pik demirin fırınlarda ergitilmesinden elde edilen karbon demir alaşım yapıda taşıyıcı sistem elemanı olarak kullanılır" (Tuğlu, 2005). "Krom, kadmiyum, pirinç, nikel kaplama işlemleri sırasında genellikle zararlı gaz açığa çıkarırlar. Bu uygulamaya alternatif olarak plastik polimer kaplamalar ve toz kaplamalar tercih edilmektedir" (Sev, 2009).

Yapıda kullanılan bir diğer önemli metal, alüminyumdur. Boksit yataklarından elektronik indirgeme ile elde edilen saf alüminyum, vücuda sindirim sistemi ile girerek etkinlik gösterir. "Kristal sulu bir oksit olan boksit tropik yağmur ormanlarından, yüzeysel kazımayla elde edilerek bitki örtüsüne zarar vermektedir. Çıkartıldıktan sonra alüminyuma dönüştürülebilmesi için yüksek miktarda elektrik enerjisi kullanılır, dolayısıyla yenilenemeyen enerji kaynağı tüketimine neden olur" (Güleryüz, 2014). "Alüminyumu geri dönüştürmek için ilk üretim enerjisinin %20'si yeterli olmaktadır" (Bulhaz, 2010). "Geri dönüştürülebilen bir malzeme olmasına rağmen alüminyumun dünya genelinde ancak %15'i geri kazanılabilmektedir" (AIA, 1992). "Metaller, yapı malzemeleri arasında, hammaddelerinin çıkarılışı, üretimi ve taşınmalarıyla ilgili olarak tükettikleri enerji (embodied energy) açısından en yüksek çevresel etkiye sahiptir" (Url - 13).

Bakır, yapıda kullanılan bir diğer önemli metallere aittir. Bakıra uzun süreli maruz kalma burun, ağız ve göz tahrişine ve baş ağrılarına, karın ağrılarına, baş dönmesine, kusmaya ve ishale neden olmaktadır. Bakırın kasten yüksek miktarda alımı karaciğer ve bakır hasarlarına ve hatta ölüme bile neden olabilir.

Metallerin yaşam döngüsü, metalin cevherlerinden çıkartılması ile başlar. Cevherlerinden çıkartılan metaller, birbirine karışmış haldedir. Bu sebeple zenginleştirme yöntemi uygulanarak metaller birbirinden ayrılır. Bu işlem fiziksel ve kimyasal değişimleri içermektedir. Daha sonra ergitme yöntemi ile metalin indirgenmesi yani cevherlerin eldesi sağlanır. İndirgeme yöntemi için hidrojen, aktif metal, karbonmonoksit, karbondioksit ve elektroliz kullanılabilir. Son olarak saflaştırma yöntemi kullanılır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Metalin yaşam döngüsü aşamaları.

4.1.3.3 Kaynak etkinliği

Metaller geri dönüştürülebilir. "Dekoratif amaçlı kullanılacak metal ürünler atık metal elemanlardan geri dönüştürülerek elde edilebilmesi kaynak etkinliğini arttırıcı bir durumdur" (Sev, 2009). Geri dönüşümü sağlanabilen metallerden bazıları hurda çelik, alüminyum, demir, kurşun, çinko ve bakırdır.

Kullanılmış çelik geri kazanılıp üretime sokulduğunda hammadde kaynağı korunmuş olur. Kullanılmış çelikten çelik üretildiğinde su kirliliği ve hava kirliliği 1/4 oranında azalır. Enerjinin % 74 ve hammaddenin % 90 korunduğu, su tüketiminin % 40 azaltıldığı, atık su kirlenmesinde % 76, hava kirlenmesinde % 86 ve maden atıklarında % 97 azalma olduğu gözlenmiştir (Url-14).

Alüminyum üretiminde çok fazla enerji harcanmaktadır. Yapı malzemesi olarak tercih edilmek istenen alüminyumun, yapı içerisinde gerekli yerlerde kullanılması önemlidir. Yapı malzemesi olarak kullanılıp hizmet ömrünü tamamlayan alüminyum, atık haline geldikten sonra küçük parçara ayrılır. Bu şekilde saf alüminyum ile aynı hale gelir ve geri dönüşümü yapılarak üretimde kullanılabilir. "Alüminyumun geri kazanımıyla; enerji tüketiminde azalma % 95, hava kirliliğinde azalma % 90, su kirliliğinde azalma % 97, baca gazı kirlenmesinde azalma %99 oranında olur ve boksit cevherleri de korunmuş olur" (Url-14).

4.1.4 Polimer esaslı malzemeler

Polimer esaslı malzemeler, hidrojen ve karbondan oluşan hidrokarbonlardan meydana gelmiştir. Doğada hayvan ve bitkilerden elde edilen kauçuk, pamuk, yün, deri, ipek gibi doğal polimerler, yüzyıllardır kullanılan malzemelerdir. Doğal polimerlerin kullanımı yaygınlaştıktan sonra sentetik polimerlerin üretimi ve geliştirilmesi üzerine çalışmalar arttırılmıştır.

Polimer esaslı malzemelerin iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.4.1 İç mekân iklimine etkisi

Yapı malzemesi olarak Polimer esaslı malzemeler, ekonomik olması, dayanım, esneklik gibi sebeplerden ötürü tercih edilmektedir. Polimer esaslı malzemelere bu özelliklerin kazandırılabilmesi, çeşitli katkı maddelerinin eklenmesi ile mümkün olmaktadır.

Rossi ve Lent, (2006) Şekil 4.9'da insan sağlığı açısından kullanılmaması gereken ve kullanılabilir olan polimer esaslı malzemeleri göstermektedir. Bu şekle göre, her plastiğin insan sağlığına etkisinin aynı olmadığı ve bazı plastiklerin tercih edilebilir olduğu görülmektedir. PVC ve içerisinde zararlı kimyasallar bulunan polimer esaslı malzemelerin kullanılmaması, daha sürdürülebilir polimer esaslı malzemelerin tercih edilmesi önerilmektedir.

PVC, ülkemizde çokça kullanılan ve hammaddesi su, doğalgaz ve petrol olan yapma bir üründür. Yapıda yaygın olarak kullanılmakta ve insan sağlığını içerdiği kimyasallarla tehdit etmektedir. "Yaşam döngüsündeki süreçlerinde, kirleticiler yayarak çevreyi kirleten bu ürünün, kullanımının azaltılması gerekmektedir" (Balanlı ve Taygun, 2002). "Greenpeace UK'nin 1996'daki raporuna göre; PVC'nin yapı taşlarından biri olan vinil klorür'ün değişik kanser türlerine, karaciğerde büyüme, akciğer ve beyin tümörlerinin oluşmasına, özellikle de erkek üreme sisteminde bozulmalara neden olduğu belirtilmiştir" (Esin, 2004). Vural ve Balanlı (2005) PVC 'nin yanması sonucu oluşan kirleticileri "benzen, dioksin, etil benzen, hidrojen klorür, formaldehit, fosgen, kadmiyum, karbondioksit, karbonmonoksit, klor, ksilenler, toluen ve vinilklorür" olarak belirtmektedir.



Şekil 4.9 : Plastikler: çevresel tercih spektrumu (Rossi ve Lent, 2006).

Yapı içerisinde kullanılacak plastiklerin insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

- Polimer esaslı malzeme kullanımının en aza indirgenmesi,
- Polimer esaslı malzemelere eklenen katkı maddelerinin azaltılması,
- Polimer esaslı malzemelere içinde barındırdıkları kimyasallar için kimyasal tutucuların eklenmesi,
- Kullanım aşamasında yeterli havalandırmanın sağlanması

gerekmektedir.

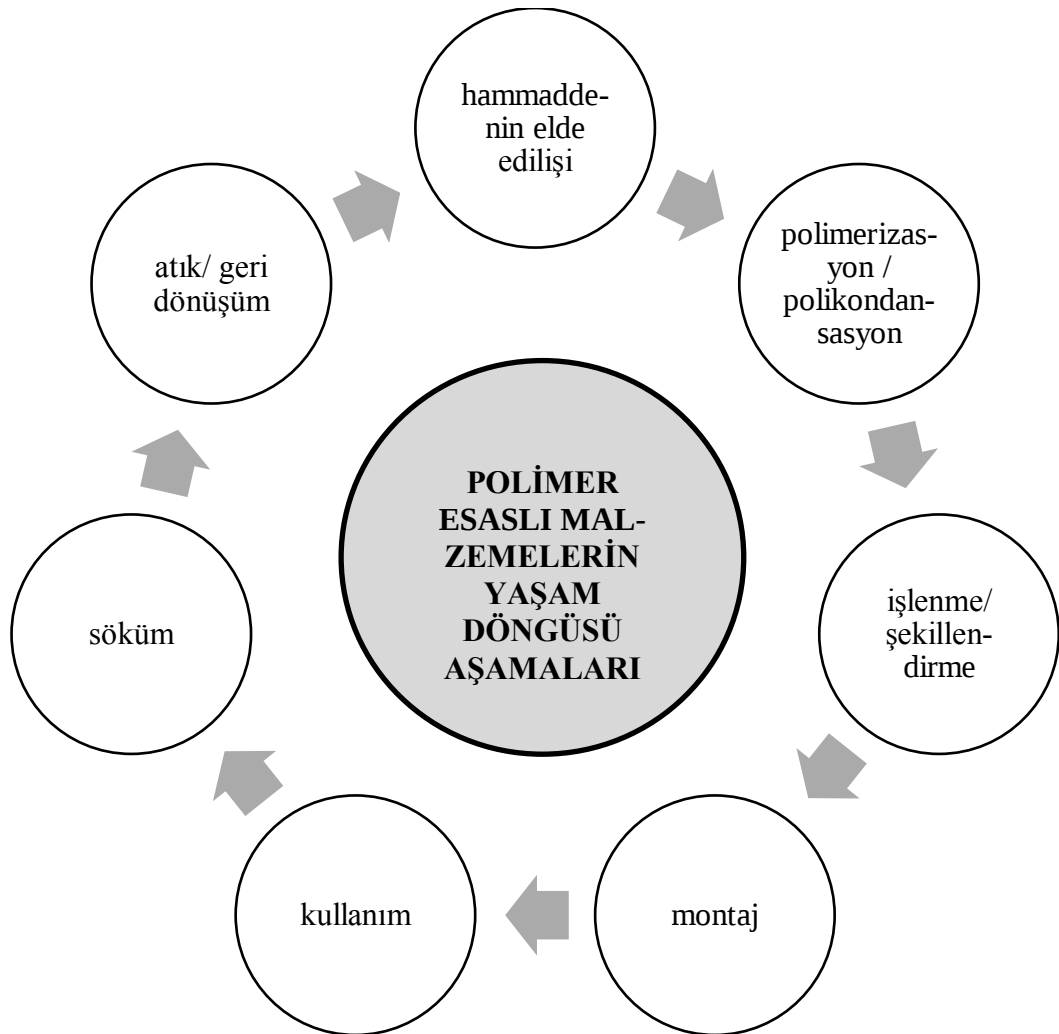
4.1.4.2 Yaşam döngüsü

"Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde plastik, "petrol türevlerinden elde edilen sıcaklık ya da polimerizasyon yoluyla şekillendirilebilen, yeniden sıcaklık tatbik edildiğinde şekil değiştirebilen polimer (örneğin PVC, PET, PS, PP, PA, PC ve benzeri)" şeklinde tanımlanmıştır" (Vatan, 2002). Günümüzde ileri teknoloji ile tasarlanan yapılarda buhar tutucu veya hava akımını engelleyen plastiklerin yapıda tercih edilme sebepleri hafiflik, asitlere ve bazlara karşı direnç, elektrik iletkenliği, sudan etkilenmeme, çekme dayanımı, esneklik, darbe dayanımı, sertlik değerlerinde değişkenlik, ısıyı iletmesi, ekonomiklik olarak bilinmektedir. Ancak tüm bunların yanında, yangına karşı dayanıksız oldukları unutulmamalıdır. Termosetler, termoplastikler ve elastomerler olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Termoplastikler, termosetlere göre çevreyi daha çok kirleterek insan sağlığını etkilemektedir. Yapı tasarımında tercih edilen plastikler, yaşam döngüleri boyunca katkı maddeleri ve kimyasallarla şekillendirilir ve kullanıma uygun hale getirilirler.

"Tasarımlarda kullanılan başlıca plastik türleri ABS, PE, HDPE, LDPE, PS, PP, OPP, PVC, PA ve NYLON' dur" (Vatan, 2002). Plastik malzemeler yapılarda; boru, kapı ve pencere doğraması, dekoratif kaplama ile çatı ve döşeme kaplaması olarak, ısı ve ses yalıtımı amacıyla kaplamalarda (plastik köpükler), su ve rutubet yalıtımı amacıyla kaplama malzemesi olarak (plastik örtüler), boyalarda, hazır dış cephe sıvalarında bağlayıcı olarak, harç ve betonlarda katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Polimer esaslı malzemeler, zamanla yıpranabilir ve bozulabilir. "Bu olay, bir veya birçok faktörün etkisi altında meydana gelmektedir. Bunların arasında en önemli olanlar; termik, mekanik, fotokimyasal, radyasyon, biyolojik ve kimyasal faktörlerdir" (Ekersular, 2007). Ayrıca iklim şartlarındaki değişiklik de polimer esaslı malzemelerin bozulmasında etkindir.

Polimer esaslı malzemeler, kullanıma hazır hale gelene kadar çeşitli aşamalardan geçerler. Şekil 4.10'da bu aşamalar anlatılmaktadır.



Şekil 4.10: Plastiklerin yaşam döngüsü süreci.

"Ülkemizde, yasalaşan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" ve plastik üretici ve kullanıcı firmaların oluşturduğu "ÇEVKO" (Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı)'nın sayesinde, plastiklerin geri kazanılması yönündeki çalışmalar giderek hızlanmaktadır" (Vatan, 2002). Polimer esaslı malzemelerin yakılarak yok edilmesi de mümkündür ancak yanma sonrası açığa çıkan zararlı gazlar ve atıklar insanı ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Polimer esaslı malzemelerin toprak altında depolanması, tercih edilen bir yöntemdir. "Biyolojik bozulmaya uğramadıkları için, çoğu plastik atıklar gübre olarak kullanılamazlar, fakat granül haldeki atık plastikler dekoratif uygulamalarda ya da yer kaplama malzemesi olarak kullanılabilir" (Vatan, 2002). Polimer esaslı malzemelerin geri dönüşümü için proliz yöntemi kullanılabilir. Bu yöntem, ekonomik avantaj sağlamaktadır. "Proliz işlemi sırasında gerekli sıcaklığı elde etmek için kullanılan yakıttan daha fazla yanıcı gaz açığa çıkar ve ticari değeri olan organik sıvılar ve kömür elde edilir" (Pavoni ve diğ., 1975).

4.1.4.3 Kaynak etkinliği

Polimer esaslı malzemelerin hammaddesi genellikle petrolden üretilir. Ham petrolün içerisine eklenen tuz, gaz ve kömür dışında kullanım amaçlarına uygun malzemelerle de karıştırılırlar.

Bu malzemeler solventler (işlemede kolaylık sağlarlar), plastifiyanlar (plastiklerin elastik kalmasını sağlarlar), stabilizanlar (çeşitli etkenler karşısında plastiğin bozulmamasını sağlarlar), dolgu maddeleri (maliyeti düşürürler), pigmentler (renklendirme işlemlerinde kullanılırlar), katkı maddeleri (plastiklere bazı ek özellikler kazandırır, örneğin: alev geciktiriciler, kalıptan çıkmayı kolaylaştıran maddeler vb. gibi) (Kovan, 2002).

Yapıda kullanılan polimer esaslı malzemeler doğaya atıldıklarında, uzun süre çözünmeden, çürümeden, paslanmadan kalırlar. Bu durumun sebepleri; bakteriler tarafından ayrıştırılamama, bozunma sıcaklığının yüksek olması ve UV ışınlarına dayanıklılıktır. Ancak geri dönüşüm uygulanarak kaynak etkinliğinin sürdürülmesi, insan sağlığına ve çevreye zararın engellenmesi sağlanabilir. Günümüzde PVC halılar kullanımları tamamlandıktan sonra halıtaban kumaşına, plastik yapı malzemelerine ya da zemin karolarına dönüştürülebilmektedirler.

Dünya'da büyük bir pazarı bulunan plastik ürünlerinin başlıca üretici ve tüketicileri Kuzey Amerika, Batı Avrupa ve Güneydoğu Asya ülkeleri olup, İspanya, İngiltere; İtalya ve Fransa gibi gelişmiş batılı ülkelerde bu oran son derece düşüktür. Türk plastik sanayisinin dünya plastik sektörü içindeki payı %1,6 düzeyindedir (Kılıç ve Yüce, 2014, s. 79-93).

4.1.5 Pişmiş toprak esaslı malzemeler

Pişmiş toprak esaslı malzemelerin kullanımı kerpiç ve çamur ile başlamıştır. Doğal taşlar kadar dayanıklı olmamalarına rağmen, doğal taşların az bulunduğu bölgelerde üretim kolaylıkları nedeniyle tercih sebebi olmuşlardır.

Pişmiş toprak esaslı malzemelerin iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.5.1 İç mekân iklimine etkisi

Seramik, fayans, porselen gibi ürünler doğal olmaları sebebiyle özellikle ıslak hacimlerde tercih edilmektedir. Bu malzemeler insan sağlığı açısından tehlike barındırmaktadır. Ancak üretime hazır hale gelmeden önce, pişirilme aşamasında içerisine koyulan renklendirici ve koruyucular, zararlı bileşenler içermektedir. Kilin hazırlanması sırasında hammaddelerinin kurutulması, ufalanması, karıştırılması gibi süreçler toz oluşumlarına sebep olmaktadır.

"Kullanılan harç, serbest ve sırlı olmayan yüzeyleri üstüne kullanılacak koruma tabakası kullanıcı sağlığını etkileyecek gazlar yaymaktadır" (Bulhaz, 2010). Bu durum da insan sağlığına zarar verir. "Seramik yapıştırıcısı, yoğun miktarda altı değerlikli krom bileşikler (Cr(VI)) içermesi sebebiyle, Cr(VI)'nın insan derisindeki alerjik etkilerinin kolaylıkla gözlenebildiği önemli bir endüstriyel üründür" (Tatar ve Özkalemkaş, 2007). "Pişmiş toprak ürünleri için kullanılan akrilik yapıştırıcılar ile gelişen çimento harçları kullanıcı sağlığı için daha güvenli malzemelerdir" (Güleryüz, 2014). Yapı içerisinde kullanılacak pişmiş toprak esaslı malzemelerin insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

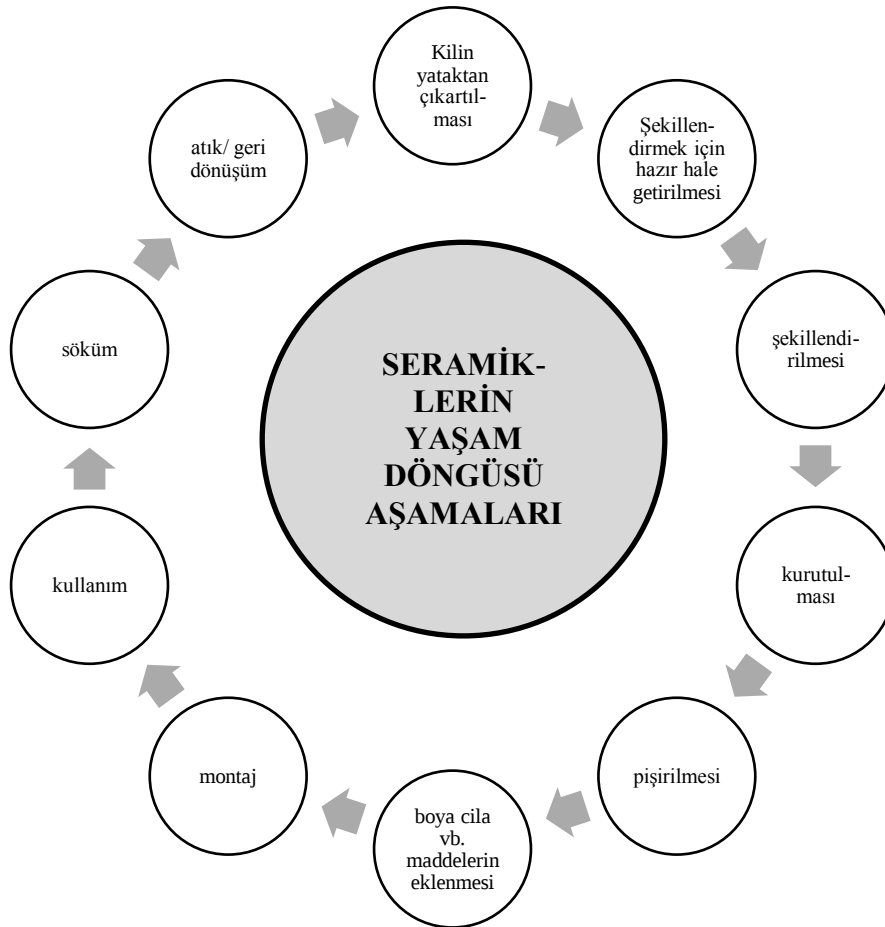
- Seramik yapıştırıcısında FeSO_4 kullanılması böylece Cr(VI) reaksiyonunu tersine döndürebilmesi,
- Seramik ürünler imal eden tesislerin üretim aşamasında denetimi,
- Pişmiş toprak esaslı malzemelere eklenen katkı maddelerinin azaltılması,
- Kullanım aşamasında yeterli havalandırmanın sağlanması

gerekmektedir.

4.1.5.2 Yaşam döngüsü

Pişmiş toprak esaslı malzemeler, bir metal ile bir metal olmayan element, bir yarımetal ile bir metal olmayan element ya da birden fazla metal ile bir metal olmayan elementten oluşmaktadır. İlk pişmiş toprak malzemeler kerpiç ve çamur olarak bilinmektedir. Pişmiş toprak esaslı malzemeler; seramik, tuğla, ateş tuğlası, kiremit, cam ve porselendir. Yapı malzemesi olarak; duvar malzemesi, döşeme ve kaplama malzemesi, cephe malzemesi, iç mekân bölücüsü gibi birçok yerde kullanılmaktadır. Pişmiş toprak esaslı malzemeler yapı içerisinde; renk alternatifleri, bakım maliyetinin azlığı, kolay şekil alma, ışık geçirgenliği, su geçirmemezlik, saydamlık, kolay deforme olmama, sertlik, doğa dostu olma gibi sebeplerle tercih edilmektedir.

Yapıda geniş kullanım alanı bulan seramikler, kararlı yapıdadır. "İyonik ve kovalent bağlar kuran seramikler, gevrek ve kırılğan bir yapıya sahiptir" (Url-15). Seramiğin hammaddesi olan kil, son şeklini alabilmek için çeşitli aşamalardan geçmektedir. Bu aşamalar, Şekil 4.11’de anlatılmaktadır.



Şekil 4.11: Seramiklerin yaşam döngüsü aşamaları.

"Türkiye’de her yıl yaklaşık olarak 250.000 ton kiremit kırığı atığı oluşmaktadır. Kiremit kırıklarının bir kısmı üretime yeniden katılırken büyük bir kısmı da depolanmaktadır Kiremit ve tuğla kırıkları, yarı hafif beton üretiminde agrega olarak, renkli harç üretiminde kum olarak ve çimento yerine kullanılabilir" (Canbaz, 2012).

Cam ise ışığı ve ısıyı geçirgenliği, doğal parlaklığı, insanı bulunduğu çevreden ayırmaması sebepleri ile yapılarda tercih sebebi olmaktadır.

"Birleşmiş Milletler tarafından her yıl ortaya çıkan katı atık hacmi 200 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. Cam her yıl ortaya çıkan bu katı atık hacmin % 7’sini oluşturmaktadır. Türkiye’de ise yıllık kullanılmış atık cam 120 bin tondur. Bunun 80 bin tonu yeniden üretime kazandırılmaktadır. Geri dönüşümlü olarak kullanılamayan evsel atık olan cam, çimento ve beton içerisinde değerlendirilmektedir" (Canbaz, 2012).

4.1.5.3 Kaynak etkinliği

Doğada bol miktarda bulunan, suyla ısıtıldığında yumuşayan ve kolayca şekil alabilen malzeme, kil olarak adlandırılmaktadır. Kil, saf halde bulunmayabilir. İçerisine demir oksit, kalker, silis, mika gibi maddeler karışmış olabilir. Bu sebeple rengi kırmızı, koyu kahve, sarı tonlarındadır.

Kil, su çekme özelliğine sahiptir. Bu sebeple içerisinde nem barındırmaktadır. "Yerel hammadde kullanılarak üretilen ürünler kaynak etkinliği sağlar, bazı seramik ürünleri, cam ve taş kırıklıkları gibi bileşenler kullanılarak da üretilmektedir" (Güleryüz, 2014). "Ayrıca kir tutmaz, kolay temizlenebilir, yüzeysel aşınmalara dayanıklı olup bakım onarım gerektirmezler" (Sev, 2009).

4.1.6 Yalıtım malzemeleri

Yalıtımın tarihsel gelişimine bakıldığında, bu alanda ilk kullanılan malzemelerinin su ve ısı yalıtımı alanlarında olduğu görülmektedir. Bu malzemelerin kullanımı, göçebe hayattan yerleşik hayata geçen insanların yangın, fırtına, kar gibi atmosfer şartlarından korunmak istemeleri sebebiyle ortaya çıkmış, doğal yapı malzemeleri kullanılarak bulunan ortamdan korunmaya çalışılmıştır. Su yalıtımı için bitüm ve kömür katranı, ısı yalıtımı amacıyla da toprak malzemelerin kullanıldığı bilinmektedir.

Yalıtım malzemelerinin iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.6.1 İç mekân iklimine etkisi

Plastik malzemelerin hepsi, iç hava kalitesini bozmakta ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle bu malzemeler, dış mekânda kullanılmalıdır. Perlit ve vermikülit, uygulama sırasında toz açığa çıkardığı için dikkat edilmesi gereken malzemelerdir. "Mineral ve cam fiber yalıtım malzemeleri, birçok ülkede insan sağlığına zararlı malzemeler içerisinde yer almaktadır. Bu malzemeler, kullanım yerine taşıma, uygulama ve kullanım süreçlerinde insan ile temas etmemeli, uygulama sonrasında ortaya çıkan kalıntı ve atıklar temizlenmelidir" (Bulhaz, 2010).

Yapı malzemesi olarak birçok alanda kullanılabilen asbest, yalıtım malzemesi olarak da kullanılabilmektedir. Ancak asbestin zararları yapılan araştırmalar ile bilinmekte ve yapıda kullanımı giderek azalmaktadır (Bakınız Bölüm 3). Taşyünü, camyünü, EPS, Poliüretan gibi malzemeler yaşam döngüsü boyunca çeşitli emisyonlar ile insan sağlığını tehdit etmektedir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). "Üretiminde ortaya çıkan Klorofluorokarbon gazları, dünyayı koruyucu ozon katmanına zarar vermekte, yağmur, kar, zemin suyu, ıslak mekânlarda kullanılan su gibi etmenlerin oluşturduğu su sorunu mekanlardaki sağlık koşullarını bozmasının yanı sıra, yapı malzemeleri ve taşıyıcı elemanlardaki donatıların paslanması ve taşıyıcılığını kaybetmesine de neden olur" (Güleryüz, 2014).

Çizelge 4.8 : 1 m²K/W ısı yalıtımı sağlayan taş yününün yaşam döngüsü envanteri (hammadde temini ve ürün üretim) (Schmidt ve diğ., 2004).

Emisyonlar		Birim	Miktar
Havaya Salınımlar	CO ₂	g	1,421
	CO	g	105,35
	SO _x	g	6,08
	NO _x	g	2,47
	N ₂ O	g	0,02
	UOB	g	0,70
	Partikül	g	1,19
	AKM	g	0,02
Atıksu	KOİ	G	0,05
	Azotlu Bileşikler	G	0,01
Katı Atık	Tehlikeli	G	1
	Tehlikesiz	G	53

UOB: Uçucu Organik Bileşik-AKM: Askıda Katı Madde-KOİ: Kimyasal Oksijen İçeriği

Çizelge 4.9 : 1 m²K/W cam yünü için yaşam döngüsü envanteri (Sylvatica, 1990).

Emisyonlar		Birim	Miktar
Havaya Salınımlar	CO ₂	g	1,814
	CO	g	7,62
	SO _x	g	21
	NO _x	g	8,22
	N ₂ O	g	1,09
	Partikül	g	0,29
Atıksu	AKM	g	0,583
	KOİ	g	0,429
Katı Atık	Toksik	g	6,70
	Toksik olmayan	g	62,2

AKM: Askıda Katı Madde-KOİ: Kimyasal Oksijen İçeriği

Çizelge 4.10 : 1 m²K/W ısı yalıtımı sağlayan EPS'nin yaşam döngüsü envanteri (Ülker, 2009).

Emisyonlar		Birim	Miktar
Havaya Salınımlar	CO ₂	g	2,298
	CO	g	6,20
	C _x H _y	g	13,18
	NO _x	g	11,97
	SO _x	g	13,38
	Toz	g	2,31
Atıksu	BOİ	g	0,146
	KOİ	g	0,84
	Cl	g	2,53
Katı Atık	Kimyasal Atık	g	6,42
	Endüstriyel Atık	g	2,25
	Cüruf/ kül		5,92
	Mineral Atık		30,91

BOİ: Biyolojik Oksijen İçeriği-KOİ: Kimyasal Oksijen İçeriği

Çizelge 4.11 : 1 kg Poliüretan için yaşam döngüsü envanteri (Ardente ve diğ., 2009).

Emisyonlar		Birim	Miktar
Havaya Salınım	CO ₂	g	3,400
	CO	g	5
	C _x H _y	g	6,1
	NO _x	g	8,20
	SO _x	g	11
	Toz	g	4,3
	AKM	g	23
Atıksu	BOİ	g	4,7
	KOİ	g	0,82
	Na ⁺ bileşikleri	g	280
	Cl ⁻		520
Katı Atık	Endüstriyel Atık	g	13
	Evsel Atık	g	-13
	Mineral Atık	g	79

AKM: Askıda Katı Madde-BOİ: Biyolojik Oksijen İçeriği-KOİ: Kimyasal Oksijen İçeriği

Yapı içerisinde kullanılacak yalıtım malzemelerinin insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

- Yapının mümkün olduğunca havalandırılması,
- "Asbest ürünlerinin yerini alabilecek alternatif yapı ürünleri araştırılmalı ve ilgili kurumların hazırladığı raporlarca malzeme kullanımının yasaklanması gerekmektedir" (Tuğlu, 2005),
- Plastik esaslı yalıtım malzemelerinin kullanımının en aza indirgenmesi, bunun yerine mineral esaslı yalıtım malzemelerinin kullanımının tercih edilmesi

gerekmektedir.

4.1.6.2 Yaşam döngüsü

Yalıtım, bir ortamı başka bir ortamdan ayıran ve o ortamın istenmeyen etkilere karşı korunmasını sağlayan bir yöntemdir. Yalıtım yapan malzemeler de yalıtım malzemeleri olarak adlandırılmaktadır. "İstenmeyen ortamdaki zararlı etkiler, biyolojik (mikroorganizmalar), ısı, ışık, ses, nem, elektrik, sıvı, gaz ya da bazı katıların sayılabileceği maddesel etkiler olabilir" (Çorbacı, 2015).

Yapılarda uygulanan başlıca yalıtımlar; su ve rutubet yalıtımı; zemin üstü duvarlarda, döşemelerde, temel bodrum ve duvarlarda, mutfak ve banyolarda, havuzlarda, çatılar ve teraslarda yapılır. Isıya karşı yalıtım; döşemelerde, duvarlarda, çatı ve teraslarda,

pencerelerde uygulanır. Sese karşı yalıtım ise duvarlarda, döşemede, tavanda uygulanır. Yangına karşı yalıtım ise duvarlar, kapılar, döşemelerde yapılmaktadır. Kaçış hollerinin ya da merdivenlerin genişlikleri ve çıkış kapılarının hacim de önemlidir.

Su yalıtımında kullanılan malzemeler; plastik, çimento, bitüm, poliüretan ve akrilik esaslıdır. Dış mekândan gelen yağmur, kar ve doludan korunmak amacıyla uygulanmasının yanısıra ıslak hacimlerde de uygulanmaktadır. İç mekândaki uygun nem oranının sağlanması ve kullanılan yapı malzemelerinin çürümemesi açısından su yalıtımı uygulaması şarttır.

Isı yalıtım malzemeleri farklı sıcaklığa sahip iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak amaçlı kullanılan malzemelerdir.

Isı yalıtımında kullanılan başlıca malzemeler; toz halindeki ısı yalıtım malzemeleri (diatome toprağı, aerosil, aerjel, testere odun talaşı vb.), gevşek lifler (cam yünü, kaya yünü “taşyünü”, kızıl ağaç kabuğu, asbest lifi, vb.), şilteler/keçeler (cam keçeler, kağıt, kumaş, vb.), nispeten sert yalıtım maddeleri (mantar levha, mukavva, cam köpük, %85 magnezyalı gözenekli blok, Ruberoid, vb.), yalıtım refrakterleri (diatome toprağı ya da kaolenden yapılan tuğlalar, testere odun talaşı katılarak hazırlanan yalıtım ateş tuğlası, vb.), ağır yalıtım refrakterleri (ateş kili, magnesit, silika ateş tuğlaları, vb.), yansıtıcılar (alüminyum folyolar, vb.) şeklinde sıralanabilir (Yaşar, 2001).

Ses yalıtımı için, kauçuk levhalar, cam yünü, polistren köpük, taş yünü, sünger, lastik, ahşap yünü ve keçe gibi malzemeler kullanılmaktadır.

Yangın yalıtımında kullanılan malzemeler; fenol köpüğü, polistren köpükler, taş yünü, seramik yünü, cam lifleri, lif levhalar, mantar levhalar, PVC köpükler, ahşap levhalar gibi malzemelerdir. Yalıtımda kullanılan malzemelerin yanmayan ve alev geciktirici özellikte tercih edilmesi gerekmektedir.

"Yalıtım malzemelerinin yapının uzun ömürlü olması açısından dikkatle seçilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılacak malzemeler dış etkenlere dayanıklı, geri dönüştürülebilir, iklim koşullarına ve yerel işçilik olanaklarına uygun olmalıdır" (Sev, 2009).

4.1.6.3 Kaynak etkinliği

2006 yılı verilerine göre, Türkiye’de kullanılan 6,1 m³ yalıtım malzemesi arasında inorganik lifli malzemeler %44’lük (camyünü 2 milyon m³, taş yünü 0,7 milyon m³) orana sahipken geri kalan oran EPS 1,8 milyon m³, XPS 1,1 milyon m³, PUR 0,5 milyon m³ ve diğerlerine aittir (Alkaya ve diğ. 2012, s. 261-274).

Yalıtım malzemelerinin kaynak etkinliğini arttırmak için;

- "Selülozik ısı yalıtım malzemeleri ve püskürtme yoluyla uygulanan ses yalıtım malzemeleri atık kâğıtlardan elde edilebilir" (Bulhaz, 2010).
- Atık camların geri dönüştürülmesi ile cam fiber malzemeler üretilebilmektedir.
- Polistren köpük, geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilebilir ancak üretim sırasında kullanılan köpük hammaddelerinin (kloroflorokarbonlar gibi) çevreyi ve insan sağlığını etkilediği göz önünde bulundurulmalıdır.
- "Galvanize çelik ve boyalı/anodize alüminyum paneller eğik çatı kaplamaları ve cepheler için uygun malzemeler olup, çok az bir miktar ile büyük yüzeyler kaplanabilmektedir. Bunlar aynı zamanda dayanıklı ve geri dönüştürülebilir malzemelerdir" (Bulhaz, 2010).
- "Bitümlü çatı kaplama örtüleri yüksek kaliteli ürünler olup, dış etkilere daha uzun süre dayanım göstermektedir" (Sev, 2009)

gibi özelliklere dikkat etmek önemlidir.

4.1.7 Boyalar

Boyaların kullanımı, ilk insanlar tarafından hayvan ve bitkilerden elde edilerek gerçekleştirilmiştir. Kına, safran, çivit, turnusol bitkileri, kırmızı böceği sayesinde elde edilen boyalar, yapılarda, yapı içi donatı ve araçlarda kullanılmaktaydı.

Boyaların iç mekân iklimine etkisini, yaşam döngülerini ve kaynak etkinliklerini incelemek, sağlıklı malzeme seçim kriterlerinin oluşturulması alanında, üzerinde durulması gereken konulardır.

4.1.7.1 İç mekân iklimine etkisi

Boyalar, insan sağlığı açısından dikkat edilmesi gereken malzemelerden biridir. Boyalardan çıkan zararlı gazların insan sağlığını tehdit etmemesi için pul pul dökülmesi, toz yapmaması, küf ve mantar oluşturmaması, kirletici maddelerle veya temizleyici maddelerle çözülmemesi gerekmektedir. Ne yazık ki birçoğu aromatik solvent, kurşun ve asbest içermektedir ve uygulandıktan sonra kısa bir süre büyük miktarda zehirli gaz emisyonuna neden olmaktadır. Çeşitli boyaların mevcut VOC değerleri, Çizelge 4.12'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.12 : Çeşitli boyaların mevcut VOC değerleri

Boya	Mevcut VOC (g/l)
İç cephe	30-60
Dış cephe	50-150
Astar ve son kat sistemleri	100-200
Çelik malzeme boyaları	150-350

Boyalar, uygulanmaları sırasında yüksek miktarda toluen açığa çıkartmaktadır. Bu durum, baş dönmesi, bulantı, konfüzyon vb. durumlara, göz bozukluğuna, karaciğer ve böbrek etkilerine, burun ve boğaz tahrişlerine sebep olmaktadır.

Boyalardan çıkan zararlı gazlar incelendiğinde en yüksek pay toluene aittir. Bunun yanında Bromoklorometan, p-Ksilen, Etilbenzen, 1,1,1-Trikloroetan, Diklorometan ve Bromoform bileşikleri boyalardan çıkan diğer zararlı uçucu organik bileşiklerdir.

Yapı içerisinde kullanılacak boyaların insan sağlığına etkilerini azaltmak için;

- "İçerisinde hafifletilmiş linseed yağı, bitkisel yağlar ve doğal koruma yağları bulunan boya türleri ahşap, kil, tuğla malzemeli yüzeyler üzerinde koruyucu olarak, arı peteği, şelak ve carnauba wax'ı ile doğal inceltici içeren boyalar da yer döşemelerinde, ahşap, seramik ve taş yüzeylerde kullanılabilir". (Berktaş, 2006).
- İç mekân bolca havalandırılmalı,
- Boya kuruyana kadar mekândan uzak durulmalı,
- Boya uygulanırken kıyafetler ile vücut tamamen kapalı olmalıdır.

4.1.7.2 Yaşam döngüsü

Alman Standardı DIN 55945 boyayı "Boya, akıcılıktan macun kıvamına kadar bir viskozite gösterip, bir yüzeye sürme, püskürtme, daldırma vs. şeklinde taşınan, fiziksel ve/veya kimyasal olarak kuruyup, yüzeyde bir boya filmi oluşturan madde veya madde karışımlarıdır" olarak tanımlamaktadır. Boya türleri, su ve solvent bazlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. "Su bazlı boyalar, solvent bazlı boyalara göre daha az uçucu organik kirletici yayarlar" (Weschler, 2009). Boyanın kimyasında; bağlayıcılar, pigmentler, çözücüler ve kimyasallar olmak üzere dört temel unsur bulunur.

Boyanın üretimi ve kullanımı sırasında (karıştırılması, uygulanması ve kurutulması) çözünen ve havaya karışan organik bileşikler bulunmaktadır. Gaz salınımı boya kuruyana kadar azalarak devam eder. "Konvansiyonel organik solvent bazlı boyaların

petrol bazlı çözücü içerikleri yaklaşık % 50 iken geleneksel su bazlı boyaların çözücü içerikleri sadece % 7'dir. Dolayısıyla doğal boya ürünleri daha az uçucu organik bileşik emisyonlarına sahiptir" (Guo ve Murray, 2000, s. 28-36).

Dış cephe boyaları, yapı dışı etkenlere sürekli olarak maruz kalmaktadır. Bu durum boyanın solmasına ve yıpranmasına sebep olmaktadır. Sıcaklık, yağmur ve diğer dış etkenler sebebiyle yüzeyde çatlaklar oluşmakta, bu durum, boyaların ömürlerini kısaltmaktadır. Bu yüzden yapıda kullanılan boyaların mümkün olduğunca su geçirgenliğinin az olmasına dikkat edilmelidir.

4.1.7.3 Kaynak etkinliği

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile az miktarda boya kullanılarak çok büyük yüzeyler boyanabilmektedir. Bu da kaynak etkinliği sağlarken, insan sağlığına daha az olumsuz etki oluşturmaktadır. Duvar yüzeylerinde boya yerine yüzey kaplaması olarak geri dönüştürülmüş kâğıt kullanılabilir.

Bölüm Sonu

Yıldan yıla gelişen ve bilgilenen toplum, teknolojinin ve buna bağlı olarak kullanılacak kaynakların artışı ile daha kullanışlı ancak insan sağlığına daha zararlı mekânlar üretmeye başlamıştır. Bunun en önemli sebeplerinden biri iç mekânda kullanılan, işlenmiş yapı malzemeleridir. Sanayileşmenin artması, iş olanaklarının fazlalığı ve ekonomik yetersizlik sebebiyle köylerden kentlere göçen halk, kentlerde hızlı büyümelere sebep olmuş, nüfus artışıyla birlikte, kentsel çevre kalitesinde düşüş yaşanmaya başlanmış, endüstriyel ilerleme ile de doğadan doğal haliyle alınan malzemeler yapaylaştırılmıştır.

Yapı malzemeleri, içerdikleri çeşitli kirleticilerle insan sağlığını ve çevreyi etkilemektedir. Yapıda kullanılacak malzemelerin, yaşam döngüleri süresince çevreye olan etkileri incelenerek, kaynak etkinliği en fazla olan ve aynı zamanda kaynak etkinliği antropojenik yollarla yenilenebilen şekilde tercih edilmesi gerekmektedir. Tasarım süresince ahşap, alçı, kerpiç gibi doğal ve üzerine herhangi bir koruyucu ya da kimyasal uygulanmamış malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Yapı malzemelerinden çıkan kirleticilerin etkileri, Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 : Yapı malzemeleri, kirleticileri ve insan sağlığına etkileri.

Yapı Ürünleri	Yapı Malzemeleri	Kirleticiler	İnsan sağlığına etkisi
Duvarlar	Alçı Blok, Levha	Radon, toluen, ksilen, asbest	Akciğer kanseri, görmede bozukluk, mukoza yapı irritasyonu...
	Beton	Radon, toluen, asbest	Mide, akciğer, bağırsak kanseri, asbestoz...
	Taş	Radon	Akciğer kanseri
	Tuğla	Radon	Akciğer kanseri
Kaplamlar	Alçı levha	Radon, toluen, ksilen, asbest	Akciğer kanseri, asbestoz, mezotelis...
	Sıva	Toluen, formaldehit, etil benzen, asbest	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım, cilt kızarıklıkları, akciğerde ödem...
	Boya, vernik, cila	Asetaldehit, benzen, etil benzen, etil tolüen, formaldehit, hegzan, ksilen, stearin, tolüen, kurşun trimetilbenzen	Bilinç kaybı, uyuşukluk, baş dönmesi, lösemi, baygınlık, astım, akciğer hasarı, boğazda tahriş...
	Duvar kağıdı	Toluen, mantar	baygınlık, astım, akciğer hasarı,
	Halı	Asetaldehit, butadin, etil benzen, formaldehit, hekzan, ksilen, stearin, tolüen, trimetilbenzen, mantar, ev tozu akarları	baygınlık, astım, akciğer hasarı, baş ağrısı, silikosis, asbestoz, ur oluşumları, genetik bozukluklar...
	İşlem görmüş ahşap, yapay ahşap	Asetaldehit, benzen, etil benzen, formaldehit, hekzan, ksilen, stearin, tolüen, trimetilbenzen, küf, mantar, kurt	baygınlık, astım, akciğer hasarı, alerji, böbrek yetmezliği, mukoza yapı irritasyonu, baş ağrısı, bulantı...
	Taş	Radon	Akciğer kanseri

Çizelge 4.13 (devamı) : Yapı malzemeleri, kirleticileri ve insan sağlığına etkileri.

Yapı Ürünleri	Yapı Malzemeleri	Kirleticiler	İnsan sağlığına etkisi
Yapıştırıcılar		Etil benzen, benzen, formaldehit, stearin, tolüen, asbest	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım...
Yalıtımlar		Asetaldehit, etil benzen, formaldehit, stearin, asbest	Aplastik anemi, lösemi ve çeşitli kan hastalıkları...
Mobilyalar	Plastik	Formaldehit	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım, cilt kızarıklıkları, akciğerde ödem, ölüm...
	Sentetik kumaş	Formaldehit	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım, cilt kızarıklıkları, akciğerde ödem, ölüm...
	İşlem görmüş ahşap, yapay ahşap	Asetaldehit, benzen, etil benzen, hegzan, hekzan, kloroform, ksilenler, metilen, klorür, stearin, tolüen, tri-kloroetilen, evtozu akarları, formaldehit	Bilinç kaybı, uyuşukluk, göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım, cilt kızarıklıkları, akciğerde ödem, sarılık, hepatit, tümör, kanser...
Sıcak-soğuk su sistemleri		Radon, asbest, lejyonella bakterisi	Lejyonella, bağırsak, mide, akciğer kanseri, asbestoz...
İklimlendirme sistemleri		Formaldehit, ozon, lejyonella bakterisi,	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, astım, cilt kızarıklıkları, akciğerde ödem, koku alamama, gece görüşünde düşüş, lejyonella, ölüm...
Pişirme ve ısıtma araçları		Karbonmonoksit, karbondioksit, azotdioksit, kükürtdioksit, formaldehit tolüen, asbest, PM	Panik atak, nefes daralması, astım, göz rahatsızlıkları, uyuşukluk, baş ağrısı, koordinasyon bozukluğu, ölüm...
Ofis aygıtları		Asetaldehit, etil benzen, formaldehit, klisenler, sterin, tolüen, ozon	Koku alamama, gece görüşünde düşüş, bellek yitimi, hapşırma, akciğerde ödem, ölüm...

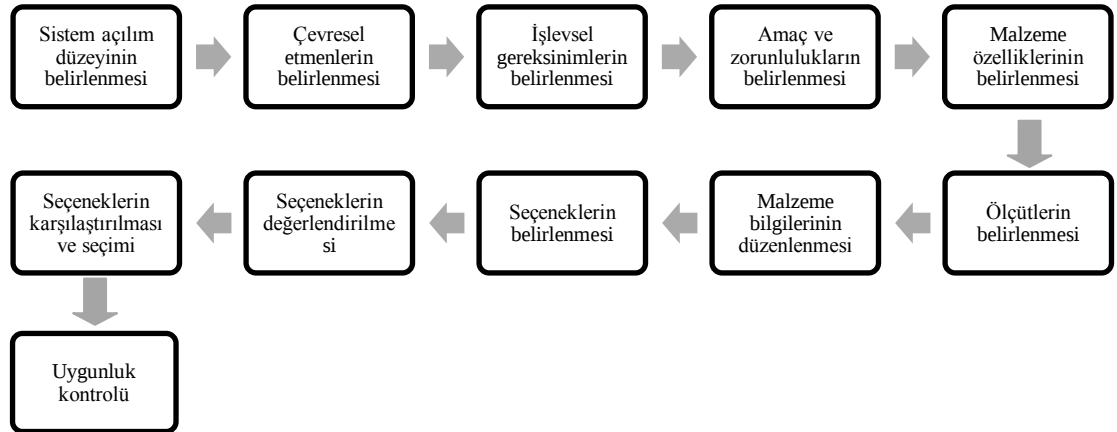
5. MALZEME SEÇİM KRİTERLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Değerlendirmenin Amacı

Bu değerlendirmenin amacı, mevcut veya yeni yapılacak yapılarda insan sağlığı açısından en iyi malzemeyi seçebilmek ve yanlış malzeme seçimleri sonucunda oluşan iç mekân hava kirliliğini en aza indirebilmektir.

5.2 Yöntem

Bu bölümde malzeme seçim kriterleri değerlendirilirken, Arıoğlu Yöntemi'nden yararlanılmıştır (Şekil 5.1). "Bu yöntemin amacı, tasarım aşamasında, kullanıcının eylemlerini genel ve öznel değerlendirmelere göre konfor içinde sürdürebilmesi için gereksindiği yapıyı oluşturacak malzemelerin rasyonel olarak seçiminde göz önüne alınması gereken parametrelerin, süreçlerin saptanarak düzenlenmesi ve en uygun seçeneğin seçilmesinde sistematik bir yolun belirlenebilmesidir" (Arıoğlu, 1993).



Şekil 5.1 : Arıoğlu yöntemi akış şeması.

Arıoğlu Yöntemi içindeki seçim sistemi, yapı malzemelerinin tüm düzeylerinde söz konusu olan parametreleri ve ardışık süreçleri içermektedir. Seçim sistemine paralel bir sistem niteliğinde olan 'Bilgi İletişim Sistemi' içinde bir model geliştirilmiştir. "Bu modele göre malzeme seçiminde gereksinilen ve ortak bir dil ile kullanılabilen tüm bilgiler tek kaynaktan elde edilebilmektedir" (Arıoğlu, 1993).

Arıoğlu yönteminde izlenecek adımlar aşağıda gösterilmektedir (Arıoğlu, 1993).

ADIM 1: Sistem Açılım Düzeyinin Belirlenmesi

Amaca doğru ilk adım olup, malzeme seçiminin hangi düzeyde ele alınarak yapılacağı karardır.

ADIM 2: Çevresel Etmenlerin Belirlenmesi

Sistem açılım düzeyine bağlı olarak, bu düzeydeki malzeme seçiminde (sınırlandırıcı, boyutlandırıcı, yönlendirici) olan üst ve paralel sistemler içeriğindeki etmenlerin analiz ve sentezidir.

ADIM 3: İşlevsel Gereksinimlerin Belirlenmesi

Seçim düzeyindeki çevrede yer alan etmenlerden kaynaklanan kullanıcı gereksinimlerinin malzemeden beklenen işlevsel gereksinimlere dönüştürülmesi işlemidir.

ADIM 4: Amaç ve Zorunlulukların Belirlenmesi

Malzemeden beklenen işlevsel gereksinimler ve çevrenin koyduğu sınırlar çerçevesinde ulaşılması düşünülen sonuçların belirlenmesi işlemidir.

ADIM 5: Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

İşlevsel gereksinimleri karşılayabilecek malzemelerin sahip olması gereken özelliklerin, benzer bir deyişle malzemeden beklenen özelliklerin belirlenmesi işlemidir.

ADIM 6: Ölçütlerin Belirlenmesi

Amaç ve zorunluluklar çerçevesinde malzemeden beklenen özelliklerin alt ve üst sınırlarını veren değerlerin belirlenmesi işlemidir.

ADIM 7: Malzeme Bilgilerinin Düzenlenmesi

Gerek seçim sürecindeki işlemlerin bilinçli olarak yapılması gerekse seçim sonucunun isabetliliğini arttırmak amacıyla malzeme ve kullanımıyla ilgili bilgilerin Bilgi İletişim Merkezinden sağlanarak düzenlenmesi işlemidir.

ADIM 8: Seçeneklerin Belirlenmesi

Malzemeden beklenen özellikler ve özelliklerin sınır değerleri göz önüne alınarak, olası malzemelerin belirlenmesini içeren analiz ve sentez işlemleridir.

ADIM 9: Seçeneklerin Değerlendirilmesi

Belirlenen seçeneklerin beklenen özelliklere ait değerleri hangi oranda içerdiğinin belirlenmesine yönelik işlemler dizisidir.

ADIM 10: Seçeneklerin Karşılaştırılması ve Seçimi

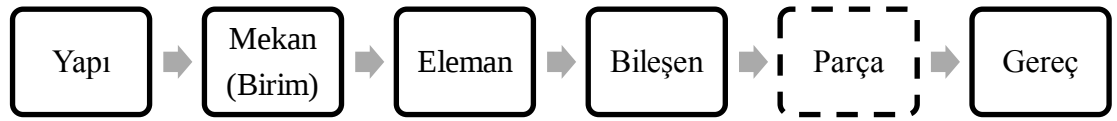
Değerlendirilerek, beklenen özellikleri hangi oranda içerdiği belirlenen seçeneklerin birbirlerine olan üstünlüklerinin analiz edilerek en uygun olan seçeneğin seçilmesi karardır.

ADIM 11: Uygunluk Kontrolü

En uygun seçeneğin seçilmesi ile son bulan seçim sürecinin olası yanlışlıklar ve eksikliklerin giderilmesi amacıyla tekrarı ve seçim sonucunun uygunluğunun, dolayısı ile seçim yönteminin kullanılabilirliğinin saptanmasına yönelik işlemlerdir.

5.2.1 Sistem açılım düzeyinin belirlenmesi

Yapı malzemeleri seçim sistemi yapı, mekân, eleman, bileşen, parça, gerek olmak üzere altı düzeyi içermekte ve her düzeyde malzeme seçimi söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada malzemeler, parça düzeyinde ele alınmaktadır.



Şekil 5.2 : Yapı malzemeleri için sistem açılım düzeyi kararı.

5.2.2 Çevresel etmenlerin belirlenmesi

"Yapı malzemeleri seçim sisteminin çevresinde yer alan sistemler çevresel etmenlerin kaynağını oluşturur ve bu etmenler belirli başlıklar altında toplanabilmektedir" (Arioğlu, 1993).

Kullanılan yöntemde, tüm çevre sistemler içeriğindeki etmenler bir araya getirilerek bir kontrol listesi oluşturulmuştur (Şekil 5.3). Çalışma kapsamında doğal ve yapay(beton) taş malzemeler, ahşap esaslı malzemeler, metal esaslı malzemeler, polimer esaslı malzemeler, pişmiş toprak esaslı malzemeler, yalıtım malzemeleri ve boya için belirlenen çevresel etmenler listesi, Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

5.2.3 İşlevsel gereksinimlerin belirlenmesi

Seçim düzeyindeki çevrede yer alan etmenlerden kaynaklanan kullanıcı gereksinimlerinin malzemeden beklenen işlevsel gereksinimlere dönüştürülmesi işlemidir. Kullanılan yöntemde, tüm işlevsel gereksinimler bir araya getirilerek bir kontrol listesi oluşturulmuştur (Şekil 5.4).

Çalışma kapsamında doğal ve yapay(beton) taş malzemeler, ahşap esaslı malzemeler, metal esaslı malzemeler, polimer esaslı malzemeler, pişmiş toprak esaslı malzemeler, yalıtım malzemeleri ve boya için belirlenen işlevsel gereksinme listesi, Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.

- a. Kullanıcının Yapısı- Eylemleri (Konutta yer alan eylemler)
0. Genel
 1. Fiziksel-ussal yapısı
 2. Sosyolojik yapısı
 3. Dinlenme-uyuma alışkanlığı
 4. Beslenme-piştirme alışkanlığı
 5. Eğitim-kültür düzeyi
 6. Sağlık-temizlenme alışkanlığı
 7. İç-dış ilişkiler
 8. Eğlence-özel uğraşlar
 9. Töreler
- b. Diğer Yapı Malzemelerine Bağlı Etmenler
0. Genel
 1. Diğer yapılara
 2. Yapıya
 3. Mekan
 4. Elemanlara
 5. Bileşenlere
 6. -----
 9. -----
- c. Isı İle İlgili Etmenler
0. Genel
 1. Güneş ısısı
 2. Kimyasal olaylardan oluşan ısı
 3. Eylemlerden oluşan ısı
 4. Elektrikli araçlardan oluşan ısı
 5. Isı değişimleri
 6. Düşük sıcaklık
 7. Don ve buzlanma
 -
 9. -----
- d. Ses İle İlgili Etmenler
0. Genel
 1. Darbe sesi (yürüme-vurma)
 2. Dış gürültü (trafik)
 3. Yüksek ses-çığlık
 4. Ritmik ses
 5. -----
 6. Müzik sesi
 -
- e. Işık İle İlgili Etmenler
0. Genel
 1. Dış aydınlık (doğal ışık)
 2. İç aydınlık (yapay ışık)
 3. Işık rengi, parlaklık
 4. Kızıl ötesi ışınlar
 5. Ultraviyole
 6. Radyoaktif ışınlar
 7. Diğer
 -
 9. -----
- f. Su- Nem- Diğer Sıvılar
0. Genel
 1. Doğal kaynaklar, yağış rejimi
 2. Yer altı su seviyesi
 3. Şehir suyu
 4. Su basıncı
 5. Su baskını-sel
 6. Kirli su (atıksu)
 7. Sızıntı, akma, sıçrama
 8. Hava nemi- ortam nemi
 9. Diğer sıvılar
- g. Elektrik İle İlgili Etmenler
0. Genel
 1. Elektrik akımı
 2. Statik elektrik
 3. Endüksiyon
 4. Yüksek voltaj
 5. Elektrik kaçağı
 6. Elektrikli aletler
 -
 9. -----
- h. Düşey Yük ve Kuvvetler
0. -----
 1. Kendi yükü
 2. Kullanma yükü
 3. Kar yükü
 4. Eskime ve bakımdan oluşacak yükler
 5. Yüklerden oluşan kuvvetler
 -
 9. -----
- i. Yatay Yük ve Kuvvetler (deprem, rüzgar)
- j. Yangın
- k. Diğer etmenler
0. Genel
 1. Hayvanlar
 2. Bitkiler
 3. Mikro organizmalar
 4. Gazlar
 5. Tozlar
 6. Kazalar
 7. Hırsızlık
 8. Hava kirliliği
- l. Servis Ömrü
- m. Yapım sistemi- kararları
- n. Yasa ve kurumlar
- o. -----
- p. Donatı ve araçlar (teknoloji)
- r. İnsan gücü ve işçilik
- s. Yapım- iklim ilişkisi
- t. Kaynaklar
- n. Deney birikimi
- v. Üretim hızı
- y. Maliyet
0. -----
 1. Gereç-bileşen maliyeti
 2. İşçilik maliyeti
 3. Nakliye-depolama maliyeti
 4. Araç maliyeti
 5. Elektrik tüketimi
 6. Yakıt tüketimi
 7. -----
 -

Şekil 5.3 : Çevresel etmenler kontrol listesi (Arioğlu, 1993).

Çizelge 5.1 : Seçilen malzemeler için belirlenen çevresel etmenler.

MALZEMELER	ÇEVRESEL ETMENLER
Doğal ve yapay(beton) taş esash malzemeler	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9) Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Ahşap esash malzemeler	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Metal esash malzemeler	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Elektrik ile ilgili etmenler, Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Polimer esash malzemeler	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Elektrik ile ilgili etmenler, Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Pişmiş toprak esash malzemeler	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Elektrik ile ilgili etmenler, Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Yalıtım malzemeleri	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Elektrik ile ilgili etmenler, Düşey yük ve kuvvetler , Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler, Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet
Boyalar	Kullanıcının yapısı-eylemleri, Diğer yapı malzemelerine bağlı Etmenler, Isı ile ilgili etmenler, Ses ile ilgili etmenler, Işık ile ilgili etmenler, Su-nem- diğer sıvılar (0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9), Düşey yük ve kuvvetler (0, 1, 2, 4, 5), Yatay yük ve kuvvetler, Yangın, Diğer etmenler (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8), Servis Ömrü, Yapım sistemi-kararları, Yasa ve kurumlar, Donatı ve araçlar, İnsan gücü ve işçilik, Yapım-iklim ilişkisi, Kaynaklar, Deney Birikimi, Üretim hızı, Maliyet

Kullanıma İlişkin İşlevsel Gereksinimler

a. Kullanıcının Yapısı- Eylemleri (Konutta yer alan eylemler)

0. Genel
1. Boyutsal uygunluk
2. Biçimsel uygunluk
3. Renk uygunluğu
4. Doku- desen uygunluğu
5. Kolay temizlenebilme
6. -----
9. -----

0. Genel
1. Yapısal çevreye uygunluk
2. Yapıya uygunluk
3. Mekana uygunluk
4. Diğer elemanlara uygunluk
5. Diğer bileşenlere uygunluk
6. -----
9. -----

c. Isı İle İlgili Etmenler

0. Genel
1. Güneşe karşı korunma
2. Kimyasal olaylardan oluşan ısıdan korunma
3. Eylemlerden oluşan ısıdan korunma
4. Elektrikli araçlardan oluşan ısıdan korunma
5. Isı değişimlerinden korunma
6. Düşük sıcaklıktan korunma
7. -----
9. -----

d. Ses İle İlgili Etmenler

0. Genel
1. Darbe sesinden korunma
2. Dış gürültüden korunma
3. İç gürültüden korunma
4. Ses üretmeme
5. Sesin duyulmasının sağlanması
6. -----
9. -----

e. Işık İle İlgili Etmenler

0. Genel
1. Gün ışığının sağlanması
2. Yapay ışık sağlanması
3. Işığın uygun yayılması
4. Kızıl ötesi ışınların kontrolü
5. Ultraviyoleye karşı korunma
6. Radyoaktif ışınlardan korunma
7. Diğer
9. -----

f. Su- Nem- Diğer Sıvılar

0. Genel
1. Yağışlardan korunma
2. Zemin suyunu karşı korunma
3. Yeterli nemin sağlanması
4. Su sızmalarının önlenmesi
5. Basınç değişimlerinden etkilenmeme
6. Su baskınlarından korunma
7. Temiz suyun sağlanması
8. Kirliliğin uzaklaştırılması
9. Asitli, tuzlu sulardan korunma

g. Elektrik İle İlgili Etmenler

0. Genel
1. Elektrik akımlarından korunma
2. Statik elektrikten korunma
3. -----
4. Elektrik kaçaklarından korunma
5. -----
6. Elektrikli aletler için yeterli akımın sağlanması
9. -----

0. Genel
1. Sabit yüklerin emniyetle taşınması
2. Kullanma yüklerinin emniyetle taşınması
3. Kar yüklerinin taşınması
4. Diğer yüklerin taşınması
5. Yüklerden oluşan kuvvetlere karşı korunma
9. -----

i. Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem) gereksinimler

j. Yangın ile ilgili gereksinimler

k. Diğer gereksinimler

0. Genel
1. Hayvanlar ile ilgili korunma-bakım
2. Bitkilerle ilgili korunma-bakım
3. Mikrop ve böceklerle karşı korunma
4. Gaz üretmeme-korunma
5. Toz üretmeme-korunma
6. Kazalara karşı korunma
7. Hırsızlığa karşı korunma
8. Hava kirliliğinden korunma

l. Servis Ömrü ile ilgili gereksinimler

YAPIMA İLİŞKİN İŞLEVSEL GEREKSİNİMLER

m. Yapım sistemi ile ilgili gereksinimler

n. Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler

o. -----

p. Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler

r. İnsan gücü ve işçilik gereksinimleri

s. Yapım- iklim ilişkisi ile ilgili gereksinimler

t. Kaynak kullanımı ile ilgili gereklilikler

n. Deney birikimi düzeyi

v. Üretim hızı ile ilgili gereklilikler

y. Maliyet ile ilgili gereksinimler

0. Genel
1. Gereç-parça ve bileşen maliyeti ile ilgili
2. İşçilik maliyeti ile ilgili
3. Nakliye-depolama maliyeti ile ilgili
4. Araç maliyeti ile ilgili
5. Elektrik tüketimi miktarı
6. Yakıt tüketim miktarı
7. -----
- z. -----

Şekil 5.4 : İşlevsel gereksinme kontrol listesi (Arıoğlu, 1993).

Çizelge 5.2 : Seçilen malzemeler için belirlenen işlevsel gereksinimler.

MALZEMELER	İŞLEVSEL GEREKSİNİMLER
Doğal ve yapay(beton) taş esash malzemeler	Kullanıcıya bağlı, Isı ile ilgili, Ses ile ilgili (0, 3, 4), Işık ile ilgili (0, 1, 2, 3), Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler (0, 1), Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Ahşap esash malzemeler	Kullanıcıya bağlı, Isı ile ilgili, Ses ile ilgili (0, 3, 4), Işık ile ilgili (0, 1, 2, 3), Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler (0, 1), Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Metal esash malzemeler	Kullanıcıya bağlı, Isı ile ilgili, Ses ile ilgili (0, 3, 4), Işık ile ilgili (0, 1, 2, 3), Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler (0, 1 2), Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Polimer esash malzemeler	Kullanıcıya bağlı, Isı ile ilgili, Ses ile ilgili (0, 3, 4), Işık ile ilgili (0, 1, 2, 3), Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler (0, 1, 2, 4), Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Pişmiş toprak esash malzemeler	Kullanıcıya bağlı, Isı ile ilgili, Ses ile ilgili (0, 3, 4), Işık ile ilgili, Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler (0, 1, 2), Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Yalıtım malzemeleri	Kullanıcıya bağlı (1, 2, 4, 5), Isı ile ilgili, Ses ile ilgili, Işık ile ilgili, Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili, Elektrik ile ilgili etmenler, Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri
Boyalar	Kullanıcıya bağlı (1, 3, 4, 5), Isı ile ilgili, Işık ile ilgili (0, 1, 3), Su-nem-diğer sıvılar ile ilgili (0, 1, 3, 4, 5, 9), Elektrik ile ilgili etmenler, Yatay Yük ve Kuvvetler (rüzgar, deprem), Yangın, Diğer gereksinimler, Servis Ömrü, Yapım sistemi gereksinimleri, Yasa ve kurumlara bağlı gereklilikler, Donatı ve araçlara bağlı gereklilikler, İnsan gücü ve işçilik, Yapım- iklim ilişkisi, Kaynak kullanımı, Deney birikimi düzeyi, Üretim hızı, Maliyet gereksinimleri

5.2.4 Amaç ve zorunlulukların belirlenmesi

"Malzemeden beklenen işlevsel gereksinimler ve çevrenin koyduğu sınırlar çerçevesinde ulaşılması düşünülen sonuçların belirlenmesi işlemidir" (Arioğlu, 1993). Kullanılan yöntemde, malzemelerin seçiminde amaçlar ve zorunluluklar kontrol listesi oluşturulmuştur (Şekil 5.5) (Şekil 5.6). Çalışma kapsamında sağlıklı malzemelerin seçiminde belirlenen amaçlar ve zorunluluklar listesi Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

a. Genel	m. Kullanılabilirlik (mekan ve diğer malzemelerle)
b. Kullanıma bağlı amaçlar	n. Biçim ve boyut uygunluğu
c. Güvenlik	o. Değiştirilebilirlik
d. Konfor	p. Ekonomiklik
e. Sağlık	r. Yapım kolaylığı
f. Kullanışlılık	s. Bulunabilirlik
g. Uygunluk	t. Standart uygunluğu
h. -----	-----
k. Yapıma bağlı amaçlar	z. -----
l. Gerçekleştirilebilirlik	

Şekil 5.5 : Amaçlar kontrol listesi (Arioğlu, 1993).

a. Genel	9. -----
b. Yasalar (imar yasası)	e. Şartnameler
c. Tüzükler	f. Standartlar (Bkz. T.S.E Kataloğu)
d. Yönetmelikler	g. Yönergeler
0. Genel	h. Özel belgeler
1. Isı yönetmeliği (TS 825)	-----
2. Ses yönetmeliği	p. Sinama teknikleri
3. Deprem yönetmeliği (TDY 75)	r. Ölçme teknikleri
4. Yangın Yönetmeliği (TS 1263)	s. Değerlendirme teknikleri
5. Asansör Yönetmeliği	-----
6. -----	z.-----

Şekil 5.6 : Zorunluluklar kontrol listesi (Arioğlu, 1993).

Çizelge 5.3 : Amaçlar ve zorunluluklar listesi

AMAÇLAR	ZORUNLULUKLAR
Genel	Genel
Kullanıma bağlı amaçlar	Yasalar (imar yasası)
Sağlık	Yönetmelikler
Kullanışlılık	Şartnameler
Uygunluk	Standartlar
Değiştirilebilirlik	Sinama teknikleri
Ekonomiklik	Ölçme teknikleri
Bulunabilirlik	Değerlendirme teknikleri

5.2.5 Malzeme özelliklerinin belirlenmesi

"İşlevsel gereksinimleri karşılayabilecek malzemelerin sahip olması gereken özelliklerin, benzer bir deyişle malzemeden beklenen özelliklerin belirlenmesi işlemidir" (Arioğlu, 1993). Ekonomiklik, Türkiye'deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki ve yeniden kullanım/geri dönüşüm oranları bütün malzemeler için ortak olarak seçilmiştir.

5.2.6 Ölçütlerin belirlenmesi

"Amaç ve zorunluluklar çerçevesinde malzemeden beklenen özelliklerin alt ve üst sınırlarını veren değerlerin belirlenmesi işlemidir" (Arioğlu, 1993). Yapıda kullanılan malzemelerin ölçütleri, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Çizelge 5.7, Çizelge 5.8, Çizelge 5.9, Çizelge 5.10'da gösterilmektedir.

5.2.7 Malzeme bilgilerinin düzenlenmesi

"Gerek seçim sürecindeki işlemlerin bilinçli olarak yapılması gerekse seçim sonucunun isabetliliğini arttırmak amacıyla malzeme ve kullanımıyla ilgili bilgilerin Bilgi İletişim Merkezinden sağlanarak düzenlenmesi işlemidir" (Arioğlu, 1993). Malzeme bilgileri, Bölüm 4'te her bir malzemenin altında detaylı olarak aktarılmıştır.

5.2.8 Seçeneklerin belirlenmesi

Seçenekler, yapıda en çok kullanılan malzemelere göre belirlenmiştir.

- Doğal ve yapay(beton) taşlardan mermer, granit, oniks ve beton;
- Ahşap esaslı malzemelerden ahşap, kontrplak, yonga levha ve MDF;
- Metal esaslı malzemelerden çelik, alüminyum ve kurşun; polimer esaslı malzemelerden PVC, PP ve HDPE;
- Pişmiş toprak esaslı malzemelerden seramik, cam ve tuğla;
- Yalıtım malzemelerinden camyünü, taşıyünü, XPS ve EPS;
- Boyalardan ise poliüretan, akrilik ve epoksi esaslı boyalar seçilmiştir.

5.2.9 Seçeneklerin değerlendirilmesi

Seçeneklerin kullanım değerlerini ve değişim değerlerini belirleyen özelliklerin tek ölçekte ölçülerek seçeneklerin aralarındaki değer farkının ne oranda olduğunu belirlenebilmesi için 'aralıklı ölçek' kullanılacaktır. "Değerlendirme için yeterli görünen aralıklı ölçekte, seçeneklerden beklenen özelliklerin ölçülmesine olanak verecek bir değere dönüştürülmesi ve birimin saptanması gerekmektedir" (Arioğlu, 1993).

5.2.9.1 Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemeler

Seçilen doğal taş esaslı malzemelerin özellikleri Çizelge 5.4'te verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin radyoaktivite, kütlece su emme, koku desipol değerleri, kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, eğilme dayanımı (taşınma ve kaplama), aşınma dayanımı iç, ses yutuculuk, ekonomiklik, Türkiye'deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım-geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.4 : Seçilen doğal taş malzemelerin özellikleri.

ÖZELLİKLER	Mermer	Granit	Oniks	Beton
Radyoaktivite	-	4,7	-	2,3
Kütlece su emme, max, %	0,4	0,75	0,6	9,1
Koku desipol değerleri	Orta	Orta	Orta	Çok
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Orta	Çok	Çok	Az
Eğilme dayanımı (MPa)- taşınma, kaplama	870,25 (5,99)	1066,75 (7,36)	426,7 (2,94)	-
Aşınma dayanımı-İç	1	1,5	1	-
Ses yutuculuk	0,01	0,005	0,007	0,01
Ekonomiklik	Orta	Orta	Az	Orta
Türkiye'deki kaynak etkinliği	Orta	Az	Orta	Orta
İnsan sağlığına etkisi	Az	Çok	Orta	Çok
Çevresel etki	Çok	Çok	Çok	Çok
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Orta	Orta	Orta	Çok
Yarar/ölçüt Değerlendirmesi	3.15	2.25	2.65	2.70

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Granit	Beton		Mermer Oniks		

Şekil 5.7 : Radyoaktivite yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Beton		Granit Oniks	Mermer		

Şekil 5.8 : Kütlece su emme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Beton		Mermer Oniks Granit			

Şekil 5.9 : Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Beton		Mermer	Granit Oniks		

Şekil 5.10 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Oniks	Mermer	Granit	Beton	

Şekil 5.11 : Eğilme dayanımı taşıma-kaplama yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Beton	Mermer Oniks	Granit		

Şekil 5.12 : Aşınma dayanımı-iç yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Granit Oniks		Mermer Beton		

Şekil 5.13 : Ses yutuculuk yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Oniks		Mermer Granit		Beton	

Şekil 5.14 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Granit	Mermer Oniks		Beton	

Şekil 5.15 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Granit Beton		Oniks	Marble		

Şekil 5.16 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Mermer Granit Oniks	Beton				

Şekil 5.17 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Oniks	Mermer Granit	Beton		

Şekil 5.18 : Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6’da verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre mermer, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.5 : Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
Radyoaktivite			10	0,10
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme			5	0,05
İnsan sağlığına etkisi	ZORUNLU	50	15	0,15
Çevresel etki			10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Koku desipol değerleri			10	0,10
Ses yutuculuk	KORUYUCU	30	5	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği			15	0,15
Kütlece su emme			5	0,05
Eğilme dayanımı	İSTEĞE BAĞ- LI	20	5	0,05
Aşınma dayanımı			5	0,05
Ekonomiklik			5	0,05
	TOPLAM	100	%100	1.0

Çizelge 5.6 : Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemelerin karşılaştırması.

SEÇENEKLER									
Özellikler ve Önem Katsayıları	Mermer		Granit		Oniks		Beton		
Radyoaktivite x 0,10	4	0,40	1	0,10	4	0,40	2	0,20	
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,05	3	0,15	4	0,20	4	0,20	1	0,05	
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	4	0,60	1	0,15	3	0,45	1	0,15	
Çevresel etki x 0,10	1	0,10	1	0,10	1	0,10	2	0,20	
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	3	0,30	3	0,30	2	0,20	4	0,40	
Koku desipol değerleri x 0,10	3	0,30	3	0,30	3	0,30	1	0,10	
Ses yutuculuk x 0,05	4	0,20	2	0,10	2	0,10	4	0,20	
Türkiye’deki kaynak etkinliği x 0,15	3	0,45	2	0,30	3	0,45	5	0,75	
Kütlece su emme x 0,05	4	0,20	3	0,15	3	0,15	1	0,05	
Eğilme dayanımı x 0,05	3	0,15	4	0,20	2	0,10	5	0,25	
Aşınma dayanımı x 0,05	3	0,15	4	0,20	3	0,15	2	0,10	
Ekonomiklik x 0,05	3	0,15	3	0,15	1	0,05	5	0,25	
TOPLAM		3,15		2,25		2,65		2,70	

5.2.9.2 Ahşap esaslı malzemeler

Seçilen ahşap esaslı malzemelerin özellikleri Çizelge 5.7’de verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, eğilme dayanımı, koku desipol değerleri, benzen, toluen, ksilen yoğunluğu, su buharı direnç faktörü, yangın dayanımı, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, formaldehit emisyonu, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.7 : Ahşap esaslı malzemelerin özellikleri.

ÖZELLİKLER	Ahşap	Kontrplak	Yonga Levha	MDF
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Çok	Orta	Orta	Orta
Eğilme dayanımı (MPa)	60-130	73	18	44
Koku desipol değerleri	Az	Çok	Çok	Orta
Benzen, toluen, ksilen yoğunluğu	Az	Çok	Çok	Çok
Su buharı direnç faktörü (μ)	40-400	50-400	20-360	20-50
Yangın Dayanımı	Orta	Az	Az	Az
Ekonomiklik	Çok	Orta	Orta	Orta
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Çok	Orta	Orta	Orta
Formaldehit emisyonu ($\mu\text{g}/\text{m}/\text{saat}$)	Az	7-1100	100-200	210-2300
İnsan sağlığına etkisi	Az	Orta	Orta	Çok
Çevresel etki	Orta	Çok	Çok	Çok
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Çok	Orta	Orta	Orta
Yarar/ ölçüt Değerlendirmesi	3.75	2.20	2.15	2.80

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Kontrplak		MDF Yonga levha	Ahşap	

Şekil 5.19 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Yonga levha		MDF	Ahşap	Kontrplak	

Şekil 5.20 : Eğilme dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kontrplak Yonga levha	Ahşap	MDF			

Şekil 5.21 : Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kontrplak Yonga levha	MDF		Ahşap		

Şekil 5.22 : Benzen, toluen, ksilen yoğunluğu yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
MDF		Yonga Levha	Kontrplak Ahşap		

Şekil 5.23 : Su buharı direnç faktörü yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Ahşap Kontrplak Yonga levha	MDF		

Şekil 5.24 : Yangın dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Ahşap	Kontrplak Yonga levha	MDF		

Şekil 5.25 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Kontrplak Yonga levha MDF	Ahşap		

Şekil 5.26 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kontrplak		Yonga levha	MDF	Ahşap	

Şekil 5.27 : Formaldehit emisyonu yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kontrplak Yonga levha	MDF			Ahşap	

Şekil 5.28 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Kontrplak Yonga levha MDF	Ahşap			

Şekil 5.29 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Yonga levha MDF	Kontrplak	Ahşap		

Şekil 5.30 : Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Ahşap esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9’da verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre ahşap, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.8 : Ahşap esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
Formaldehit emisyonu	ZORUNLU	50	10	0,10
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme			5	0,05
İnsan sağlığına etkisi			15	0,15
Çevresel etki			10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Koku desipol değerleri	KORUYUCU	30	10	0,10
Yangın dayanımı			5	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği			10	0,10
Benzen, toluen, ksilen yoğunluğu			5	0,05
Eğilme dayanımı			5	0,05
Su buharı direnç faktörü	İSTEĞE BAĞLI	20	5	0,05
Ekonomiklik			10	0,10
TOPLAM		100	%100	1.0

Çizelge 5.9 : Ahşap esaslı malzemelerin karşılaştırması.

SEÇENEKLER								
Özellikler ve Önem Katsayıları	Ahşap		Kontrplak		Yonga levha		MDF	
Formaldehit emisyonu x 0,10	5	0,50	1	0,10	3	0,30	4	0,40
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,05	5	0,25	2	0,10	4	0,20	4	0,20
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	5	0,75	1	0,15	1	0,15	2	0,30
Çevresel etki x 0,10	3	0,30	2	0,20	2	0,20	2	0,20
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	4	0,40	3	0,30	2	0,20	2	0,20
Koku desipol değerleri x 0,10	2	0,20	1	0,10	1	0,10	3	0,30
Yangın dayanımı x 0,05	3	0,15	3	0,15	3	0,15	4	0,20
Türkiye’deki kaynak etkinliği x 0,10	4	0,40	3	0,30	3	0,30	3	0,30
Benzen, toluen, ksilen yoğunluğu x 0,05	4	0,20	1	0,05	1	0,05	2	0,10
Eğilme dayanımı x 0,05	4	0,20	5	0,25	1	0,05	3	0,15
Su buharı direnç faktörü x 0,05	4	0,20	4	0,20	3	0,15	1	0,05
Ekonomiklik x 0,10	2	0,20	3	0,30	3	0,30	4	0,40
		3,75		2,20		2,15		2,80

5.2.9.3 Metal Esaslı Malzemeler

Seçilen metal esaslı malzemelerin özellikleri izelge 5.10’da verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin partikül madde tutuculuk, koku desipol değerleri, akma dayanımı, elektroiklimsel kirlilik, kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, yangın dayanımı, erime sıcaklığı, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.10 : Seçilen metal esaslı malzemelerin özellikleri.

ÖZELLİKLER	elik	Aluminyum	Kurşun
Partikül madde tutuculuk	Orta	çok	çok
Koku desipol değerleri	Orta	Orta	Orta
Akma dayanımı (MPa)	600	145	10
Elektroiklimsel kirlilik	çok	Orta	ok
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Az	çok	çok
Yangın dayanımı	çok	Orta	Az
Erime sıcaklığı (enerji) (C)	1450 - 1520	660	327
Ekonomiklik	Orta	Az	ok
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Orta	Orta	Orta
İnsan sağlığına etkisi	Orta	Orta	çok
Çevresel etki	çok	çok	çok
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Orta	çok	çok
Yarar/lt Değerlendirmesi	2,65	2,80	2,15

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kurşun	Aluminyum	Çelik			

Şekil 5.31 : Partikül madde tutuculuk yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Aluminyum Kurşun Çelik			

Şekil 5.32 : Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kurşun		Aluminyum		Çelik	

Şekil 5.33 : Akma dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Çelik	Kurşun	Aluminyum			

Şekil 5.34 : Elektroiklimsel kirlilik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Çelik	Aluminyum	Kurşun		

Şekil 5.35 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kurşun		Aluminyum	Çelik		

Şekil 5.36 : Yangın dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Çelik		Aluminyum		Kurşun	

Şekil 5.37 : Erime sıcaklığı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kurşun		Aluminyum		Çelik	

Şekil 5.38 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Çelik Aluminyum Kurşun			

Şekil 5.39 : Türkiye'deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Kurşun	Aluminyum Çelik				

Şekil 5.40 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Çelik Aluminyum Kurşun					

Şekil 5.41 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Çelik	Kurşun	Aluminyum	

Şekil 5.42 : Yeniden kullanım/ geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Metal esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12’de verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre alüminyum, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.11 : Metal esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
Elektroiklimsel kirlilik	ZORUNLU	50	10	0,10
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme			5	0,05
İnsan sağlığına etkisi			15	0,15
Çevresel etki			10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Koku desipol değerleri	KORUYUCU	30	10	0,10
Yangın dayanımı			5	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği			10	0,10
Partikül madde tutuculuk			5	0,05
Erime sıcaklığı			5	0,05
Akma dayanımı	İSTEĞE BAĞLI	20	5	0,05
Ekonomiklik			10	0,10
TOPLAM			100	%100

Çizelge 5.12 : Metal esaslı malzemelerin karşılaştırması.

SEÇENEKLER						
Özellikler ve Önem Katsayıları		Çelik	Alüminyum		Kurşun	
Elektroiklimsel kirlilik x 0,10	1	0,10	3	0,30	2	0,20
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,05	2	0,10	3	0,15	4	0,20
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	2	0,30	2	0,30	1	0,15
Çevresel etki x 0,10	1	0,10	1	0,10	1	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	3	0,30	5	0,50	4	0,40
Koku desipol değerleri x 0,10	3	0,30	3	0,30	3	0,30
Yangın dayanımı x 0,05	4	0,20	3	0,15	1	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği x 0,10	3	0,30	3	0,30	3	0,30
Partikül madde tutuculuk x 0,05	3	0,15	2	0,10	1	0,05
Erime sıcaklığı x 0,05	1	0,05	3	0,15	5	0,25
Akma dayanımı x 0,05	5	0,25	3	0,15	1	0,05
Ekonomiklik x 0,10	5	0,50	3	0,30	1	0,10
		2,65	2,80		2,15	

5.2.9.4 Polimer Esaslı Malzemeler

Seçilen polimer esaslı malzemelerin özellikleri Çizelge 5.13’de verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, erime sıcaklığı, ısı iletkenlik, radyoaktivite, su absorpsiyonu, eğilme dayanımı, asbest oranı, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.13 : Seçilen polimer esaslı malzemelerin özellikleri.

ÖZELLİKLER	PVC	PP	HDPE
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Çok	Orta	Orta
Erime sıcaklığı (° C)	212	60	130
Isıl iletkenlik (Wm-1K-1)	0.12-0.17	0.12	0.45-0.52
Radyoaktivite	Çok	Az	Orta
Su absorpsiyonu	0.06	0.01-0.03	<0.01
Eğilme dayanımı (psi)	481000	180000	200000
Asbest oranı	Çok	Orta	Orta
Ekonomiklik	Az	Çok	Orta
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Orta	Orta	Orta
İnsan sağlığına etkisi	Çok	Orta	Orta
Çevresel etki	Çok	Orta	Orta
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Çok	Çok	Orta
Yarar/ ölçüt Değerlendirmesi	2,45	3,25	2,85

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		PP HDPE	PVC		

Şekil 5.43 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
PVC	HDPE		PP		

Şekil 5.44 : Erime sıcaklığı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	HDPE		PVC PP		

Şekil 5.45 : Isıl iletkenlik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PVC	HDPE	PP		

Şekil 5.46 : Radyoaktivite yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
			PVC	HDPE PP	

Şekil 5.47 : Su absorpsiyonu yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PVC		HDPE	PP	

Şekil 5.48 : Eğilme dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PVC	PP HDPE			

Şekil 5.49 : Asbest oranı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PP	HDPE	PVC		

Şekil 5.50 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		PVC PP HDPE			

Şekil 5.51 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PVC	PP HDPE			

Şekil 5.52 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	PVC	PP HDPE			

Şekil 5.53 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		HDPE	PVC PP		

Şekil 5.54 : Yeniden kullanım/geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Metal esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.14 ve Çizelge 5.15'te verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre Polipropilen (PP), sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.14 : Polimer malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
Radyoaktivite	ZORUNLU	50	10	0,10
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme			5	0,05
İnsan sağlığına etkisi			15	0,15
Çevresel etki			10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Türkiye’deki kaynak etkinliği	KORUYUCU	30	10	0,10
Asbest oranı			15	0,15
Ekonomiklik			5	0,05
Erime sıcaklığı	İSTEĞE BAĞLI	20	5	0,05
Su absorpsiyonu			5	0,05
Eğilme dayanımı			5	0,05
Isıl iletkenlik			5	0,05
			5	0,05
TOPLAM		100	%100	1.0

Çizelge 5.15 : Polimer esaslı malzemelerin karşılaştırması.

SEÇENEKLER						
Özellikler ve Önem Katsayıları	PVC		PP		HDPE	
Radyoaktivite x 0,10	2	0,20	4	0,40	3	0,30
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,05	4	0,20	3	0,15	3	0,15
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	2	0,30	3	0,45	3	0,45
Çevresel etki x 0,10	2	0,20	3	0,30	3	0,30
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	4	0,40	4	0,40	3	0,30
Türkiye'deki kaynak etkinliği x 0,10	3	0,10	3	0,10	3	0,10
Asbest oranı x 0,15	2	0,30	3	0,45	3	0,45
Ekonomiklik x 0,05	4	0,20	2	0,10	3	0,15
Erime sıcaklığı x 0,05	1	0,05	4	0,20	2	0,10
Su absorpsiyonu x 0,05	4	0,20	5	0,25	5	0,25
Eğilme dayanımı x 0,05	2	0,10	5	0,25	4	0,20
Isıl iletkenlik x 0,05	4	0,20	4	0,20	2	0,10
		2,45			3,25	2,85

5.2.9.5 Pişmiş Toprak Esaslı Malzemeler

Seçilen pişmiş toprak esaslı malzemelerin özellikleri Çizelge 5.16’da verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, erime sıcaklığı, ısı iletkenlik, nem tutuculuk, kırılma mukavemeti, porozite, koku desipol değerleri, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.16 : Seçilen pişmiş toprak esaslı malzemelerin özellikleri.

ÖZELLİKLER	Seramik	Cam	Tuğla
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Çok	Çok	Orta
Erime sıcaklığı (° C)	1750-2050	1200-1500	1500-2200
Isıl iletkenlik (W/m°C)	1,5-2,5	0,85	0,81
Nem tutuculuk	Çok	Az	Orta
Kırılma mukavemeti (MPa)	120	27	30-45
Porozite (%)	Az	Az	22-24
Koku desipol değerleri	Orta	Az	Orta
Ekonomiklik	Orta	Orta	Çok
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Çok	Çok	Çok
İnsan sağlığına etkisi	Orta	Az	Az
Çevresel etki	Az	Orta	Az
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Çok	Çok	Çok
Yarar/ ölçüt Değerlendirmesi	3,15	3,80	3,35

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Tuğla	Cam Seramik		

Şekil 5.55 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Seramik	Tuğla	Cam		

Şekil 5.56 : Erime sıcaklığı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Cam Tuğla	Seramik		

Şekil 5.57 : Isıl iletkenlik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Seramik	Tuğla		Cam	

Şekil 5.58 : Nem tutuculuk yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Seramik	Tuğla	Cam			

Şekil 5.59 : Kırılma mukavemeti yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Tuğla			Seramik Cam	

Şekil 5.60 : Porozite yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Seramik Tuğla	Cam		

Şekil 5.61 : Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Seramik Cam	Tuğla		

Şekil 5.62 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
			Seramik Cam Tuğla		

Şekil 5.63 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Seramik	Cam Tuğla		

Şekil 5.64 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Cam	Seramik Tuğla			

Şekil 5.65 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
			Seramik Cam Tuğla		

Şekil 5.66 : Yeniden kullanım/geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Pişmiş toprak esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18’de verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre cam, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.17 : Pişmiş toprak esaslı malzemelerin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme			10	0,10
İnsan sağlığına etkisi			15	0,15
Çevresel etki	ZORUNLU	50	10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Nem tutuculuk			5	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği			10	0,10
Koku desipol değerleri	KORUYUCU	30	15	0,15
Ekonomiklik			5	0,05
Erime sıcaklığı			5	0,05
Porozite	İSTEĞE BAĞLI	20	5	0,05
Kırılma mukavemeti			5	0,05
Isıl iletkenlik			5	0,05
	TOPLAM	100	%100	1.0

Çizelge 5.18 : Pişmiş toprak esaslı malzemelerin karşılaştırması.

SEÇENEKLER						
Özellikler ve Önem Katsayıları	Seramik		Cam		Tuğla	
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,10	4	0,40	4	0,40	3	0,30
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	3	0,45	4	0,60	4	0,60
Çevresel etki x 0,10	3	0,30	2	0,20	3	0,30
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	4	0,40	4	0,40	4	0,40
Nem tutuculuk x 0,05	2	0,10	5	0,25	3	0,15
Türkiye’deki kaynak etkinliği x 0,10	4	0,40	4	0,40	4	0,40
Koku desipol değerleri x 0,15	3	0,45	4	0,60	3	0,45
Ekonomiklik x 0,05	3	0,15	3	0,15	4	0,20
Erime sıcaklığı x 0,05	2	0,10	4	0,20	3	0,15
Porozite x 0,05	5	0,25	5	0,25	2	0,10
Kırılma mukavemeti x 0,05	1	0,05	3	0,15	2	0,10
Isıl iletkenlik x 0,05	2	0,10	4	0,20	4	0,20
		3,15		3,80		3,35

5.2.9.6 Yalıtım Malzemeleri

Seçilen yalıtım malzemelerinin özellikleri Çizelge 5.19’da verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin asbest oranı, ısı iletkenlik, basınç dayanımı, yangına dayanım, su absorpsiyonu, su buharı direnç faktörü, işlenebilirlik, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.19 : Seçilen yalıtım malzemelerinin özellikleri.

ÖZELLİKLER	Cam yünü	Taş yünü	EPS	XPS
Asbest oranı	Orta	Orta	Çok	Çok
Isıl iletkenlik (W/m.K)	0,035-0,045	0,035-0,045	0,032-0,040	0,030-0,040
Basınç dayanımı (kPa)	3,5	15-80	60-200	140-700
Yangına dayanım	Orta	Çok	Az	Az
Su absorpsiyonu (kg/m ²)	≤3	≤3	≤0,5	≤0,7
Su buharı direnç faktörü	1	1	20-100	50-300
İşlenebilirlik	Çok	Orta	Az	Az
Ekonomiklik	Az	Çok	Çok	Az
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Çok	Orta	Çok	Orta
İnsan sağlığına etkisi	Orta	Orta	Çok	Çok
Çevresel etki	Orta	Orta	Çok	Çok
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Çok	Çok	Orta	Orta
Yarar/ ölçüt Değerlendirmesi	2,75	2,65	2,20	2,25

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	EPS XPS	Cam yünü Taş yünü			

Şekil 5.67 : Asbest oranı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Cam yünü Taş yünü	XPS EPS			

Şekil 5.68 : Isıl iletkenlik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Cam yünü	Taş yünü		EPS	XPS	

Şekil 5.69 : Basınç dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
EPS XPS		Cam yünü	Taş yünü		

Şekil 5.70 : Yangına dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Cam yünü Taş yünü		EPS XPS		

Şekil 5.71 : Su absorpsiyonu yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Cam y. Taş yünü		EPS	XPS		

Şekil 5.72 : Su buharı direnç faktörü yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
XPS EPS			Taşyünü	Cam yünü	

Şekil 5.73 : İşlenebilirlik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Taş yünü	EPS	Cam yünü	XPS	

Şekil 5.74 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		XPS Taş yünü	Cam yünü EPS		

Şekil 5.75 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	EPS XPS	Cam yünü Taş yünü			

Şekil 5.76 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	EPS XPS	Cam yünü Taş yünü			

Şekil 5.77 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	EPS XPS		Cam yünü Taş yünü		

Şekil 5.78 : Yeniden kullanım/geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Seçilen yalıtım malzemelerinin önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması izelge 5.20 ve izelge 5.21’de verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre camyünü, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.20 : Yalıtım malzemelerinin önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI	
İnsan sağlığına etkisi	ZORUNLU	50	15	0,15
Çevresel etki			10	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			10	0,10
Asbest oranı			5	0,05
Türkiye’deki kaynak etkinliği	KORUYUCU	30	10	0,10
Yangına dayanım			10	0,15
Ekonomiklik			5	0,05
Su absorbsiyonu			5	0,05
Su buharı direnç faktörü	İSTEĞE BAĞLI	20	5	0,05
İşlenebilirlik			5	0,05
Basınç dayanımı			5	0,05
Isıl iletkenlik			5	0,05
TOPLAM		100	%100	1.0

Çizelge 5.21 : Yalıtım malzemelerinin karşılaştırması.

SEÇENEKLER								
zellikler ve önem Katsayıları	Camyünü		Taşyünü		EPS		XPS	
İnsan sağlığına etkisi x 0,15	3	0,45	3	0,45	2	0,30	2	0,30
Çevresel etki x 0,10	3	0,30	3	0,30	2	0,20	2	0,20
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	4	0,40	4	0,40	2	0,20	2	0,20
Asbest oranı x 0,05	3	0,15	3	0,15	2	0,10	2	0,10
Türkiye’deki kaynak etkinliği x 0,10	4	0,40	3	0,30	4	0,40	3	0,30
Yangına dayanım x 0,10	3	0,30	4	0,40	1	0,10	1	0,10
Ekonomiklik x 0,05	4	0,20	2	0,10	3	0,15	5	0,25
Su absorbsiyonu x 0,05	2	0,10	2	0,10	4	0,20	4	0,20
Su buharı direnç faktörü x 0,05	1	0,05	1	0,05	3	0,15	4	0,20
İşlenebilirlik x 0,05	5	0,25	4	0,20	1	0,05	1	0,05
Basınç dayanımı x 0,05	1	0,05	2	0,10	4	0,20	5	0,25
Isıl iletkenlik x 0,05	2	0,10	2	0,10	3	0,15	3	0,15
		2,75		2,65		2,20		2,25

5.2.9.7 Boyalar

Seçilen boyaların özellikleri izelge 5.22’de verilmiştir. Bu tabloda malzemelerin kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme, korozyon dayanımı, darbe dayanımı, koku desipol değerleri, benzen oranı, parlaklık aralığı, kimyasal dayanım, ekonomiklik, Türkiye’deki kaynak etkinliği, insan sağlığına etkisi, çevresel etki, yeniden kullanım/ geri dönüşüm özellikleri verilmiş, bu özellikler karşılaştırılarak oluşturulan yarar/ölçüt tabloları sonrasında insan sağlığı için en uygun malzeme bulunmuştur.

Çizelge 5.22 : Seçilen boyaların özellikleri.

ÖZELLİKLER	Poliüretan	Akrilik	Epoksi
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	Orta	ok	Orta
Korozyon dayanımı	Orta	Orta	ok
Darbe dayanımı	Orta	Az	ok
Koku desipol değerleri	çok	Az	ok
Benzen oranı	çok	Orta	ok
Parlaklık aralığı	5-90%	5-95%	30-90%
Kimyasal dayanım	Orta	Az	ok
Ekonomiklik	Orta	Az	Orta
Türkiye’deki kaynak etkinliği	Orta	Orta	Orta
İnsan sağlığına etkisi	çok	Orta	çok
Çevresel etki	çok	Orta	ok
Yeniden kullanım/ geri dönüşüm	Orta	Orta	Az
Yarar/ lt Değerlendirmesi	2,25	2,75	2,40

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Poliüretan Epoksi	Akrilik		

Şekil 5.79 : Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Poliüretan Akrilik	Epoksi		

Şekil 5.80 : Korozyon dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Akrilik	Poliüretan	Epoksi		

Şekil 5.81 : Darbe dayanımı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Poliüretan Epoksi			Akrilik		

Şekil 5.82 : Koku desipol değerleri yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Poliüretan Epoksi		Akrilik		

Şekil 5.83 : Benzen oranı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Akrilik Poliüretan		Epoksi	

Şekil 5.84 : Parlaklık aralığı yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Akrilik	Poliüretan		Epoksi	

Şekil 5.85 : Kimyasal dayanım yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Akrilik	Epoksi	Poliüretan		

Şekil 5.86 : Ekonomiklik yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
		Poliüretan Epoksi Akrilik			

Şekil 5.87 : Türkiye’deki kaynak etkinliği yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Poliüretan Epoksi		Akrilik			

Şekil 5.88 : İnsan sağlığına etkisi yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
Epoksi Poliüretan		Akrilik			

Şekil 5.89 : Çevresel etki yarar/ölçüt tablosu.

1	2	3	4	5	Yarar
Yararı yok	Az yararlı	Yararlı	Çok yararlı	En fazla yarar	Ölçüt
	Epoksi	Poliüretan Akrilik			

Şekil 5.90 : Yeniden kullanım/geri dönüşüm yarar/ölçüt tablosu.

Boyaların önemlilik dereceleri ve karşılaştırılması Çizelge 5.23 ve Çizelge 5.24'te verilmektedir. Bu değerlendirmeye göre akrilik, sağlık açısından kullanıma en uygun malzeme olarak görülmektedir.

Çizelge 5.23 : Boyaların önemlilik dereceleri ve önem katsayıları.

ÖZELLİKLER	ÖNEM AĞIRLIĞI %		ÖNEM KATSAYISI
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme	ZORUNLU	50	10
İnsan sağlığına etkisi			0,10
Çevresel etki			0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm			0,10
Benzen oranı			0,10
Türkiye'deki kaynak etkinliği	KORUYUCU	30	10
Koku desipol değerleri			15
Ekonomiklik			5
Korozyon dayanımı	İSTEĞE BAĞLI	20	5
Darbe dayanımı			5
Kimyasal dayanım			5
Parlaklık aralığı			5
	TOPLAM	100	%100
			1.0

Çizelge 5.24 : Boyaların karşılaştırması.

SEÇENEKLER						
Özellikler ve Önem Katsayıları	Poliüretan		Akrilik		Epoksi	
Kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilme x 0,10	3	0,30	4	0,40	3	0,30
İnsan sağlığına etkisi x 0,10	1	0,10	3	0,10	1	0,10
Çevresel etki x 0,10	1	0,10	3	0,30	1	0,10
Yeniden kullanım/geri dönüşüm x 0,10	3	0,30	3	0,30	2	0,20
Benzen oranı x 0,10	2	0,20	3	0,30	2	0,20
Türkiye'deki kaynak etkinliği x 0,10	3	0,30	3	0,30	3	0,30
Koku desipol değerleri x 0,15	1	0,15	4	0,45	1	0,15
Ekonomiklik x 0,05	4	0,20	2	0,10	3	0,15
Korozyon dayanımı x 0,05	3	0,15	3	0,15	4	0,20
Darbe dayanımı x 0,05	3	0,15	2	0,10	4	0,20
Kimyasal dayanım x 0,05	3	0,15	2	0,10	5	0,25
Parlaklık aralığı x 0,05	3	0,15	3	0,15	5	0,25
	2,25		2,75		2,40	

Seçilen doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemeler, ahşap esaslı malzemeler, metal esaslı malzemeler, polimer esaslı malzemeler, pişmiş toprak esaslı malzemeler, yalı-
tım malzemeleri ve boyalar insan sağlığını etkileyen çeşitli özelliklerine göre kendi
içlerinde karşılaştırılmıştır. Her bir malzeme için seçilen özellikler, önem ağırlıkları-
na göre sınıflandırılmış, ve önem katsayılarıyla sayısallaştırılmıştır. Malzemelerin
sağlık açısından kullanıma en uygun olanı seçilmiştir (izelge 5.25).

Çizelge 5.25 : İnsan sağlığına en uygun/ en uygunsuz malzemeler.

MALZEMELER	İNSAN SAğLIğI İÇİN EN UYGUN	İNSAN SAğLIğI İÇİN EN UYGUNSUZ
Doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemeler	Mermer	Granit
Ahşap esaslı malzemeler	Ahşap	Yonga levha
Metal esaslı malzemeler	Aluminyum	Kurşun
Polimer esaslı malzemeler	PP	PVC
Pişmiş toprak esaslı mal- zemeler	Cam	Seramik
Yalıtım malzemeleri	Camyünü	EPS
Boyalar	Akrilik	Poliüretan

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, iç mekan ikliminde insan sağlığını biyolojik, psikolojik ve sosyolojik yönden etkileyen faktörler anlatılmıştır. İç mekan iklimindeki karbondioksit, karbonmonoksit, asbest, radon gibi gazların insan sağlığına olan etkileri aktarılmış, bu gazların ve yapı içi kirleticilerinin oluşumunda malzemenin büyük bir rolü olduğu gösterilmiştir.

Malzemelerin değerlendirilmesi, Arıoğlu Yöntemi'ne göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle göre ilk olarak malzemelerin sistem açılım düzeyi, çevresel etmenleri, işlevsel gereksinimleri belirlenmiş, amaç ve zorunluluklar kapsamında malzeme özellikleri seçilmiş, ölçütlerin belirlenmesi, malzeme bilgilerinin düzenlenmesi sonucunda seçenekler belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Seçilen doğal ve yapay(beton) taş esaslı malzemeler, ahşap esaslı malzemeler, metal esaslı malzemeler, polimer esaslı malzemeler, pişmiş toprak esaslı malzemeler, yalıtım malzemeleri ve boyalar insan sağlığını etkileyen çeşitli özelliklerine göre kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Her bir malzeme için seçilen özellikler, önem ağırlıklarına göre sınıflandırılmış, ve önem katsayılarıyla sayısallaştırılmıştır. Malzemelerin sağlık açısından kullanıma en uygun olanları doğal ve yapay(beton) taşlar için mermer, ahşap esaslı malzemeler için doğal ahşap, metal esaslı malzemeler için alüminyum, polimer esaslı malzemeler için polipropilen, pişmiş toprak esaslı malzemeler için cam, yalıtım malzemeleri için camyünü ve boyalar için akrilik esaslı boyalar olarak bulunmuştur.

Yapı Biyolojisi, yapı kullanıcısının genetik özelliklerini göz önünde bulundurarak, yapıyı en ideal şekilde tasarlamayı hedefleyen ve yapının insan üzerindeki olumsuz etkilerini gidermeye çalışan bir bilim dalıdır. İnsan, bulunduğu çevreden olumlu/olumsuz etkilendiği için; insanın çevresi, mümkün olduğunca iyi koşullarda tutulmalıdır.

Nüfusun giderek artması, teknoloji ve ekonominin gelişmesi ile yapının inşa edileceği yerden çıkartılan ve doğal olarak kullanılan yapı malzemeleri, içerisine insan sağlığına ve çevreye zararlı çeşitli maddeler eklenerek yapaylaştırılmaktadır. Bu durum, insanlarda kanser, alerji, astım, kas ağrıları gibi çok tehlikeli hastalıklara sebep ol-

makta, hatta yapı içerisindeki zararlıların tespit edilmemesi durumunda, ölüme bile sebebiyet vermektedir. Yaşantımızın büyük bir kısmını yapılarda geçirdiğimiz göz önüne alındığında, yapı şartlarının iyileştirilmesi yalnızca akustik koşullar, sıcaklık, ısı yalıtımı ile mümkün olmamaktadır. Yapının tasarımından itibaren insanın sosyolojik, biyolojik ve psikolojik gereksinmelerine önem verilmeli, yapı ve iç mekânı oluşturan öğelerinin fiziksel ve sosyal anlamda insan sağlığına ve çevreye etkisinin en aza indirgenmesi amaçlanmalıdır.

Yapı malzemelerinin seçiminde ilk olarak malzemenin özellikleri incelenmeli, yaşam döngüsü göz önüne alınarak çevreye ve insana zararlı etkileri olmayan malzemeler tercih edilmelidir. Yapıdan kaynaklı rahatsızlıkların tespiti için biyoklimatik yapı analizine başvurulmalı, zararlı malzemelerin yapıdan mümkün olduğunca çıkartılması sağlanmalıdır. Yapıda kullanılacak malzemelerin insan sağlığını olumsuz yönde etkilememesi için yün, ahşap, keten gibi doğal yapı malzemeleri tercih edilmelidir. İç mekân, gerekli oranda havalandırılmalı, radon, asbest, formaldehit gibi zararlı gazlar açığa çıkaran yapı malzemeleri kullanılmamalıdır.

Sağlıklı bir yapı üretebilmek için iç mekân ikliminin nem oranı, aydınlatması ve sıcaklık derecesi tasarımcı ve kullanıcının birlikte çalışmasıyla ayarlanmalıdır. Yapıda elektrikten kaynaklanan kirliliğin engellenmesi için kullanılan cihazlar ve elektrik döşemesine dikkat edilmelidir. Gürültü kontrolü, yapıda kullanılabilecek sağlıklı malzemeler ile yapılmalıdır.

Yapı biyolojisi kavramının uygulanmasını sağlamak ve malzeme seçiminin insan ve çevre üzerindeki olumlu etkilerini arttırmak için;

- Yapı biyolojisi kavramının medya, sunum, kitap, broşür vb. aracılığı ile bilirliliğinin arttırılması,
- Yapı biyolojisi temel ilkelerini esas alan checklistlerin/ standartların ülke/ bölge/ insan bazında oluşturulması ve yapı tasarımında görev alan herkesin bu ilkelerin ışığında hareket etmesi,
- Yapı kullanıcılarının yapının tasarımından itibaren her evresinde yer alması ve yapının buna göre şekillenmesi,
- Yapının tasarımından itibaren görev alan herkesin sabit kalması, görev değiştirmemesi,

- Yapı maliyetinin önceden hesaplanarak, hesaplamalara uygun olarak kullanılması,
- Yapının tasarımından önce kullanıcının biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinimlerinin belirlenmesi (hamilelik, alerjik yapıda olma, insanlarla birlikte olma ihtiyacı, renklere duyarlılık vb.),
- Yapının tasarımından itibaren kullanıcılarla sürekli iletişimde olan doktorların bulunması ve kullanıcının belirlenen tarihlerde yaşadığı/ yaşayabileceği hastalıkların raporunun tutulması,
- Doğanın sınırsız bir kaynak olmadığı göz önüne alınarak, kaynakların yerinde kullanılması, mümkün olduğunca geri dönüşüm yapılması,
- Her malzemenin yaşam döngüsü süreçlerinin incelenerek kullanıma alınması,
- Malzemelerin yapının inşa edileceği yerden temin edilmesi,
- Tüm ülkeler tarafından çevreye ve insan sağlığına duyarlı malzemelerin kullanımının zorunlu hale getirilmesi,
- Yapının tüm evrelerinin ve yapı içerisinde kullanılacak malzemelerin denetiminin zorunlu hale getirilmesi,
- Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (MSDS) (Şekil A.1), yapı malzemelerinin hangi firma tarafından üretildiğini, malzemenin teknik özelliklerini, insan sağlığına etkisini gösteren bir formdur. Bu formun oluşturulmasının her firma için zorunlu hale getirilmesi ve kullanıcıların/tasarımcıların malzeme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ilk olarak bu formlara başvurması bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir.
- Biyoklimatik Yapı Analizinin özellikle Türkiye'deki etkinliğini arttırmak amacıyla bu konuda üniversitelerde eğitim verilmesi, lisans sonrası sertifika eğitimlerinin düzenlenmesi,
- Türkiye'de Biyoklimatik Yapı Analizi için kullanılacak olan laboratuvarların sayısının arttırılması, bu laboratuvarlarda kullanılacak araç-gereçlerin mümkün olduğunca temin edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdülrahimov, R., Abdülrahimova, R. ve Kavraz, M.** (2004). Ses Yutucu Malzeme ve Konstrüksiyonların Değişik Mekânlarda Kullanım Yöntemleri. 2. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, Sempozyum Bildiriler Kitabı, İstanbul.
- Adams, C. Elizabeth, L.** (2005). *Alternative Construction Contemporary Natural Building Methods*. John Wiley & Sons, Londra, İngiltere.
- AIA** (1992). *Environmental Resource Guide*. American Institute of Architects, Washington.
- Akboğa, Ö. & Baradan, S.** (2011). Asbestin İnşaat Sektöründeki Yeri ve Maruziyetinin Önlenmesi. *TMH*, 469, 5, 73-74.
- Akın, G.** (2014). İnsan Sağlığı ve Çevre Etkileşimi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 54, 105-116.
- Akman, A.** (1990). *Yapı Biyolojisi – Yapı Ekolojisi ve Yapıların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerini Ortaya Koyan Biyoklimatik – Diyagnostik Bir Araştırma*. Teramed Yayınları, İstanbul.
- Akman, A.** (2005). İnsan Sağlığı, Sağlıklı Yapı ve Yapı Biyolojisi, *Yapı Dergisi*, 279, 89-92.
- Akman, A.** (1997). Yapılarda Elektrikğin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Yapı Dergisi (YEM Yayınları)*, 183, ss:100-102.
- Akman, A.** (2013). Neden “yapıda biyoloji”. *Ekolojik Yapı ve Yerleşim Dergisi*, 15, 64-67.
- Akman, A.** (t.y.). *Kayseri Yöresi Geleneksel Kırsal Yapı Dokusunun İnsan Sağlığına Etkileri Bakımından İncelenmesi*. (Doktora Tezi). And Akman’dan temin edilmiştir.
- Aksoy, U., T. & Toktaş, S.** (2011). Dış Duvar Uygulamalarında Ses Geçirimsizlik ve Ses Yalıtım Özellikleri, *e-Journal of New World Sciences Academy*, Volume: 6, Number: 4.
- Akyazı, Ö., Usta, M., A., Akpınar, A., S.** (2011). Kapalı Ortam Sıcaklık ve Nem Denetiminin Farklı Bulanık Üyelik Fonksiyonları Kullanılarak Gerçekleştirilmesi. *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS’11)*, 16-18 Mayıs, Elazığ, Türkiye.
- Alçay, A. Ü. & Yalçın, S.** (2015). İç Ortam Havası Biyoaerosoller ve Mikrobiyal Hava Kalitesi Ölçüm Metodları. *ABMYO Dergisi*. 39, 17-30.
- Alkaya, E., Böğürücü, M., Ulutaş, F.** (2012). Yaşam Döngüsü Analizi ve Bina Isı Yalıtım Malzemeleri İçin Uygulamalar. *Çevre Bilim ve Teknoloji*, 4, 261-274.

- Alyüz, B. & Veli, S.** (2006). İç Ortam Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşikler Ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Trakya Univ J Sci*, 2, 109–116.
- Arioğlu, N.** (1993). Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Anadolu Sağlığı** (2013). İş güvenliği Uzmanlığı Temel Eğitim Programı, 204. http://www.anadoluisagligi.com/img/file_820.pdf erişim tarihi: 15.03.2016.
- Anink, D.** (1996). *Handbook of Sustainable Building : An Environmental Preference Method For Selection Of Materials For Use In Construction And Refurbishment*, James & James, Londra.
- Apak, H. & Balanlı, A.** (2013). Sağlıklı Yapı ve Radon. *Çevre Tasarım Kongresi*, Uludağ Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Bursa, 12-13 Aralık.
- Arcan, E. F. & Evci, F.** (1992). *Bina Bilgisi Çalışmaları Mimari Tasarıma Yaklaşım*. 2K Yayınları, İstanbul.
- Arpacioğlu, Ü.** (2012). Mekânsal Kalite ve Konfor için Önemli bir Faktör: Güneşiği, *Mimarlık Dergisi*, 368, Kasım-Aralık.
- Arya, A. P.** (1999), *Çekirdek Fiziğinin Esasları*. Bakanlık Matbaacılık, Erzurum.
- Asan, Ü.** (2000). Ulusal Orman Envanteri Kavramı ve Türkiye'deki Durum. *T.C. Orman Bakanlığı, Teknik Bülten*, 2.
- ASHRAE** (1998). *ASHRAE Temel El Kitabı – Çevre Sağlığı*. (N. Demircioğlu ve M. Toksoy Çev.), Teknik Yayıncılık, İstanbul.
- ASHRAE** (2005). *ASHRAE Handbook- Fundamentals*. Atlanta.
- Baker-Laporte, P., Eliot, E., Banta, J.** (2001). *Prescriptions for A Healthy House*. New Society Publishers, Kanada.
- Balanlı, A., & Küçükcan, B.** (1999). Yapı Biyolojisi ve Üniversite Kütüphanesi Kullanıcısı. *21. Yüzyılda Üniversite Kütüphanelerimiz Sempozyumu*, Edirne, Türkiye, 22-24 Kasım.
- Balanlı, A., & Öztürk, A.** (1993-1994). Yapı Biyolojisi-Kavram; Sistem Yaklaşımı İle Yapı Biyolojisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınlanmamış Ders Notu*, İstanbul.
- Balanlı, A., & Öztürk, A.** (1995a). Yapı Biyolojisi Kavramına Çevresistemden Yaklaşım. *Yapı Dergisi*, 159, 37-39.
- Balanlı, A., & Öztürk, A.** (1995b). Yapının İç ve Dış Çevresinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi. *Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu*, İzmir.
- Balanlı, A., & Öztürk, A.** (2006). *Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar*. Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Balanlı, A., & Taygun, G., T.** (2002). Polivinil Klorürün Çevreye Etkilerinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi. *I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, İstanbul, 9-13 Ekim.
- Balanlı, A., & Taygun, G., T.** (2005). Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi. *YTÜ Mim. Fak. e-Dergisi*, 1.

- Balanlı, A., Vural, M. S., Taygun, T.** (2004). Yapı Ürünlerindeki Radonun Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi. 2. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, İTÜ, 6-7-8 Ekim.
- Balanlı, A., Vural, M. S., Taygun, T.** (2006). Yapı Ürünlerindeki Formaldehitin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi. 3. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi*, s. 430-438, ODTÜ, Ankara, 15-17 Kasım.
- Balıkçı, K.** (2002). *Manyetik Alanların İnsana Olan Etkisinin İstatistiksel Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayram, H.** (2004). Dış Ortam Hava Kirliliği ve Etkileri. *Göğüs Hastalıkları Dergisi*, 2, Diyarbakır.
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F., E., Kargın, M., Bülbül, B.** (2004). “Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölge-mizde Hava Kirliliği Sorunu” Paneli Ardından. *Dicle Tıp Dergisi*, 2, 105-112.
- Berktaş, O.** (2006). *Ekoloji - İç Mimarlık İlişkisi Ve Eko- Ev*. (Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bhamra, T. & Lofthouse, V.** (2007). *Design For Sustainability : A Practical Approach*. Gower Publishing Limited, İngiltere.
- Bhatia L.** (2011). *Impact of Bioaerosol on Indoor Air Quality - A Growing Concern*, *Advances In Bioresearch*, 2, 120-123.
- Bholah, R., Fagoonee, I., Subratty, A. H.** (2000). Sick Building Syndrome in Mauritius: Are Symptoms Associated with the Office Environment?, *Indoor and Built Environment*, 1, 44-51.
- BIA (Building Industry Authority).** (1992). New Zealand Building Code, Clause B2 Durability, Building Industry Authority, Wellington, New Zealand.
- Blocker H. G., & Jeffers J. M.** (1970). *The Aesthetic Point of View, Contextualizing Aesthetics: From Plato to Lyotard*, Wadsworth Publishing Company, California.
- Brenner, N. & Schmid, C.** (2014). The ‘Urban Age’ in Question, *International Journal of Urban and Regional Research*, 38, 731-755.
- Brookings, D. G.** (1990). *The Indoor Radon Problem*. Columbia University Press, New York.
- Brown, S. K.** (1999). Assessment Of Pollutant Emissions From Dryprocess Photocopiers. *Indoor Air*, 9, 259-267.
- Bulgurcu, H.** (t.y.). *Havalandırma ve İç Hava Kalitesi*. Erişim: 21 Temmuz 2016, http://deneysan.com/Content/images/documents/havalandirma-1_46167331.pdf.
- Bulhaz, Ç.** (2010). *Sürdürülebilir Konut İç Mekan Tasarımında Malzemenin Yeri*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Bulut, H.** (2007). Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi. *VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Tekson, 415-427.
- Bulut, H., Yeşilnacar, M. İ., Rastgeldi, T., Aslan, M., Uçar, D.** (2008). Toz Bulutlarının İç ve Dış Ortam Hava Kalitesine Etkileri: Şanlıurfa Örneği. *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu*, 369-377, Konya, 30-31 Mayıs.
- Burke, A. K., Stancato, A. C., Paulon, V. A., Hadler, J. C.,** (2003). Study Of Radon Emanation From Polymer Modified Cementitious Materials. *Building and Environment*, 38, 1291-1295.
- Bülbül, M. Ş.** (2003). *Radyasyon*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Canbaz, M.** (2012). *Cam, Seramik ve Pişmiş Kil Atıklarının Beton Teknolojisinde Değerlendirilmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- CDCP (Center for Disease Control and Prevention)** (2011). *NIOSH Home Workplace Safety & Health Topic, Indoor Environmental Quality*. Erişim: 21 Temmuz, <https://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/>.
- Chen, A., & Vine, E. L.** (1999). A Scoping Study On The Cost Of Indoor Air Quality Illnesses: An Insurance Loss Reduction Perspective. *Environmental Science and Policy*, 2, 457-464.
- Ching, F. D. K.** (1943). *Architecture, Form, Space & Order*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction)** (1999). *Agenda 21 on Sustainable Construction*. CIB Report Publication 237, Rotterdam, Netherlands.
- Collette, S.** (2010). Building Biology an Introduction. *MCSA News*, 12.
- Çakır, C.** (2010). *İş Ve İşçi Sağlığı Açısından İşyeri Kirleticileri*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çetin, M.** (2008). *Ozon Tabakası*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Alan Eğitiminde Araştırma Projesi, İstanbul.
- Çevre Bakanlığı** (1998). *Çevre Kirliliği Kitabı*. Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü** (2014). *Çanakkale İli Temiz Hava Eylem Planı*, 6, Çanakkale.
- Çilingiroğlu, S.** (2010). İç Hava Kalitesi. *Şablon*, 23.
- Çobanoğlu N., & Kiper N.** (2006). Bina İç Solunan Havada Tehlikeler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49, 71-75.
- Çobanoğlu. Z.. & Güler. Ç.** (1994). *Kapalı Ortam Hava Kirlenmesi*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara.
- Çorbacı, F.** (2015). *Yapı Malzemelerinin Kullanımında Mimari Faktörler*. (Yüksek Lisans Tezi), Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık Programı.

- Demirel, G.** (2010). *İskenderun ve Payas'taki İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Uçucu Organik Bileşiklere Kişisel Maruziyetlerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir:
<http://docplayer.biz.tr/4883363-Iskenderun-ve-payastaki-ilkogretim-okulu-ogrencilerinin-btex-bilesenlerine-maruziyeti.html>
- Dietert, R. R., Etzel, R. A., Chen, D., Halonen, M., Holladay, S. D., Jarabek, A. M., Landreth, K., Peden, D. B., Pinkerton, K., Smialowicz, R. J., Zoetis, T.** (2000). Workshop To Identify Critical Windows Of Exposure For Children's Health: Immune And Respiratory Systems Work Group Summary. *Environmental Health Perspective*, 108, 483–490.
- Dinç, P. & Onat, E.** (1998). Tasarlanmış Çevrelerin Kullanım Süreçlerinde Değerlendirilmesi. *Yapı Dergisi*, 201.
- Ekersular, M.** (2007). *Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığında Soğutma Kanallarının En Uygun Konumunun Belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Tasarım ve İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze.
- Ekinci, C. E.** (2003). *Yalıtım Teknikleri*. Atlas - Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Ekinci, C. E., Işıksolu, Y., Demirci, H., Ozan, S. S., İşçi, N., Aydın, K.** (2005). Yapı Biyolojisi Bölüm 1: Yapı Biyolojisi ve Fiziği. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Elazığ.
- Ekinci, C. E., İşçi, N., Alyavuz, F.** (2007). Yapılar Nasıl Hastalanır. e-Journal of New World Sciences Academy 2007, Volume: 2, Number: 1. Erişim tarihi: 06.08.2016 file:///C:/Users/nil/Downloads/5000062842-5000150578-1-PB.pdf
- Emri, G., Schaefer D., Held, B., Herbst C., Zieger W., Horkay, I., Bayerl, C.** (2004). Low Concentrations Of Formaldehyde Induce DNA Damage And Delay DNA Repair After UV Irradiation In Human Skin Cells. *Exp. Dermatol*, 13, 305-315.
- EPA** (2000). Radiation: Risks and Realities - Natural Radiation. Erişim: 25 Ağustos 2016, <http://www.epa.gov/radiation/rrpage/rrpage3.html>.
- EPA** (2002). *2000 Toxics Release Inventory (TRI) Public Data Release Report Executive Summary*, U.S. Environmental Protection Agency/Office of Environmental Information, Washington, D.C.
- EPA** (2006). *Life Cycle Assessment Principles and Practice*, Cincinnati, Ohio.
- Eriç, M. & Ersoy, H. Y.** (1995). Yapı Biyolojisi Ekolojik Denge ve Yapı Malzemesi İlişkisi. *Yapı Dergisi*, 163, 83-87.
- Eriç, M.**, (2002). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. Literatür Yayıncılık ve Dağıtım, İstanbul.
- Eriksson N. M. & Stenberg B. G. T.** (2006). Baseline Prevalance Of Symptoms Related To Indoor Environment. *Scandinavian Journal of Public Health*; 34, 387-396.

- Ersoy, H. Y.** (1994). Yapı Biyolojisi; İnsan, Yapı Ve Çevre. *Yapı Dergisi*, 146, 56-61.
- Esin, T.** (2004). İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü. *Yapı Dergisi*, 275, 99-103.
- Esin, T., Coşgun, N.** (t.y.). *Betonarme Yapım Sistemlerinin Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi*.
- Fanger, P.O.** (2006). What is IAQ?. *Indoor Air* 16, 328–334.
- Fırat, F. K., Akbaş, F.** (2015). İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Çalışmalarının Geliştirilmesi ve Ekonomi Üzerine Etkileri. *International Conference on Eurasian Economies, Çevre ve Enerji*, 4.
- Fox, S. I.** (1999). *Human Psysiology*, WCB/ McGraw- Hill Company, USA.
- Goldstein R. J.** (2010). Heat Transfer: A Review of 2005 Literature, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53, 21-22, ss.4397-4447.
- Göler, S.** (2009). *Biçim, Renk, Malzeme, Doku ve Işığın Mekân Algısına Etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan G.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Green, G. M. & Baker, F.** (1991). *Work, Health and Productivity*, Oxford Üniversitesi Yayını, New York.
- Guo H., Murray F.** (2000) Characterization Of Total Volatile Organic Compound Emissions From Paints, *Clean Products and Processes*, 2, 28-36.
- Gupta S., Khare M., Goyal R.** (2007). Sick Building Syndrome- A Case Study In A Multistory Centrally Air-Conditioned Building In The Delhi City, *Building and Environment*, 42.
- Gül, F.** (2013). İnsan - Doğa İlişkisi Bağlamında Çevre Sorunları Ve Felsefe. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 17-21.
- Güler, Ç.** (2005). *Yapı Biyolojisinin Kuramsal Temelleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Güler, Ç. & Çobanoğlu Z.** (2001). Gürültü, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 19.
- Güleryüz, P.** (2014). *Yapı Biyolojisi Kapsamında Sağlıklı Yapı, Mekansal Nitelikler Ve Malzeme Seçimi*. (Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günay, R.** (2007). *Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları*, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Güner, Ç.** (2000). Gürültünün Sağlık Üzerinde Etkileri. Erişim tarihi: 14.05.2016 <http://www.ttb.org.tr/STED/sted0700/5.html>
- Gürdallar, M.** (2004). Hijyen ve İç Hava Kalitesi Bakımından HVAC Sistemlerinin Temizliği. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 82. 20-32.
- Gürültü Kontrol Yönetmeliği.** (1986). Erişim: 18 Ağustos 2016. http://www.maden.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=18
- Güyağüler, T.** (t.y.) *Toz*. Erişim: 27.07.2016,
- Hess-Kosa K.** (2001). *Indoor Air Quality: Sampling Methodologies*. Lewis Publishers, CRS Press, New York.

http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/99a23a2291e2126_ek.pdf.

- Hoda, N.** (2015). İklimlendirme Sistemlerinde İç Hava Kalitesi İçin Havanın Filtrelenmesi. *Tesisat Mühendisliği*, 149 - Eylül/Ekim.
- Illston, J. M.,** (1994). *Construction Materials: Their Nature and Behaviour*. E&FN Spon, London.
- İmamoğlu, O.** (1992). *Psikolojik Açıdan İnsan Çevre İlişkileri*, İnsan Çevre Toplum Der. Ruşen Keleş, Ankara.
- İnalhan, G.** (1999). *Tasarım Yoluyla Çevresel İmajın Oluşturulmasında İletişimin Etkisi Bahçeşehir Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İnceoğlu, N.** (1978). *Bina Programlama Yöntem ve Teknikleri*. Ders Notları, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Işikel, K. & Bayraktar, M.** (t.y.). Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtım Ürünleri İle Çözümü. Erişim tarihi: 12.04.2016.
http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/284df1155ec3e67_ek.pdf?dergi=182
- Jones. A. P.** (1999). Indoor Air Quality And Health. *Atmospheric Environment*, 33.
- Kalınkara, V.** (2001). *Konutta İç Dekorasyon*. Teknik yayınevi, Ankara.
- Kaya, B. Ü.** (2013). Sürdürülebilir Sağlıklı İç Mekan Tasarımı Ve Malzeme Seçimi. *Akıllı ve Yeşil Binalar Kongresi*, 79 Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara, 23-24 Mayıs.
- Kennedy, J. F.** (2004). *Building Without Borders: Sustainable Construction For The Global Village*. New Society Publishers.
- Kennedy, N. F.** (2012). *Mimarlığı Sosyolojik Olarak Anlamak*. TMMOB Mimarlar Odası, Ankara Şubesi, Bilkent Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Ankara
- Kılıç M. & Yüce, A. E.** (2014). PVC ve PET Atıkların Seçimli Flotasyonu: Bölüm:1 Plastikler, Çevresel Etkileri ve Geri Dönüşümü. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29, 79-93.
- Kıran, A. & Polatoğlu, Ç.** (2011). *Bina Bilgisine Giriş*, Yıldız Teknik Üniversite Yayınları, İstanbul.
- Kısa, O.** (2009). *İklimlendirme Soğutma Programı İç Hava Kalitesi*. Ders Notları, Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya.
- Korur, S., Oğuzalp, E., H., Korkmaz, S., Z.** (2011). Yapı Biyolojisi ve Elektroiklimsel Kirlilik, *New World Sciences Academy*, 6.
- Kovan, V.** (2002). *Plastik Malzeme Türleri ve Bunların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Deney ve Yöntemler*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kuşaslan, A.** (2007). Yapıların Çocuk Sağlığı Üzerinde Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı, İstanbul.

- Küçükcan, B.** (2005). *Üniversitelerde Kütüphane Binaları Kullanım Verimliliğinin Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi*. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kwok N. H., Lee S. C., Guo H., Hung W. T.** (2003). Substrate Effects On VOC Emissions From An Interior Finishing Varnish. *Building and Environment*, 38.
- Lawson, B.** (2003). *Building Materials, Energy And Environment: Towards Ecologically Sustainable Development*. Raia Canber
- Lim S., Lee K., Seo S., Jang S.** (2011). Impact Of Regulation On Indoor Volatile Organic Compounds In New Unoccupied Apartment In Korea. *Atmospheric Environment*, 45.
- Makofske, W. J. & Edelstein, M. R.** (1988). *Radon and Environment*. Noyes Publications, USA.
- Masters, G. M.** (1998). *Risk Assessment Introduction to Environment Engineering and Science*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Mavruk, A.** (2005). *Yüreğir ve Seyhan (Adana) İlçelerinde Ana Arterlerdeki Toz Ve Gürültü Dağılım Haritalarının Hazırlanması*, (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- McLennan, J., F.** (2004). The Philosophy of Sustainable Design: the future of architecture, Ecotone, Kanada.
- Mehta, P. K.** (2001). Reducing The Environmental Impact Of Concrete, *Concrete International*, October, 61–66.
- Morgan, C. T.** (1993). *Psikolojiye Giriş*, Meteksan, Ankara.
- Myers I. & Maynard R. L.** (2005). Polluted Air-Outdoors And Indoors, *Occupational Medicine*, 55, 432–438.
- Ngowi, A. B.** (2001). Creating Competitive Advantage by Using Environment Friendly Building Processes. *Building and Environment*, 36, 291-298.
- Oğuz, E. & Çelik, Z.** (2001). Suların Ozonlanmasındaki Gelişmeler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3, 367- 372.
- Öncüler, C.,** (1995). *Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları*, Ege Üniversitesi. Basımevi, Bornova, İzmir.
- Özalp, M.** (1996). *Kontraplaklarda Dolgu Maddesi Oranının Eğilme Mukavemeti Ve Formaldehit Ayrışmasına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Şuradan temin edilmiştir: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Özbudak, Y. B., Gümüş, B., Çetin, F., D.** (t.y.). İç Mekan Aydınlatmasında Renk ve Aydınlatma Sistemi İlişkisi. Erişim tarihi: 16.07.2016. http://www.emo.org.tr/ekler/0db17c6772e2a26_ek.pdf
- Özçelik G., Meral Ç., Gürsel, A. P.** (2013). Yapı Kimyasallarına Çevresel Çerçeveden Bakış. *Chemical Admixtures on Structures 4th Symposium and Exhibition with International Participants*, 179-197.

- Özçevik, A.** (2005). *Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek*. (Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özkan, G.** (t.y.). *Türkiye ve Dünya Mermer ve Doğal Taş Ekonomisi, Uluslararası Spesifikasyonlar, Potansiyeller, İç Tüketim, İthalat, İhracat ve İstihdam*. İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Made Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Öztürk, A.** (1988). *Yapı İçi Kirliliği ve İnsan Sağlığına Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Seminer Çalışması. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Öztürk, A. & Balanlı, A.** (1995). *Yapı Biyolojisi Kavram ve Kapsam, Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 20-21 Ekim 1995, 135-140.
- Öztürk, D., & Eren, H. A.** (2010). Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2.
- Öztürk, M.** (2005). *Şehir İçi Bölgelerde Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Öztürk, S.** (1990). *Tarım İlaçları*. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 11-71.
- Pavoni, J., Heer, J. E., Hagerty, D. J.** (1975). *Handbook of Solid Waste Disposal: Materials and Energy Recovery*, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Peavy, H.S.**, (1985). *Environmental Engineering*. McGraw-Hill, USA, 696s.
- Peker, R.** (2001). Gelişim Psikolojisine Genel Bakış, *Gelişim ve Öğrenme*, 1-10.
- Plotnik, R.** (2009). *Psikolojiye Giriş*, Kaknüs Yayınları, İstanbul.
- Pope C. A., III Burnett R. T., Thun M. J.** (2002). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, And Long-Term Exposure To Fine Particulate Air Pollution. *Journal of The American Medical Association*, 287.
- Rice, D. & Barone, S. Jr.** (2000). Critical Periods Of Vulnerability For The Developing Nervous System: Evidence From Humans And Animal Models, *Environmental Health Perspective*, 108.
- Romondou, K. & Koundouri, P.** (2009), Environmental Effects on Public Health: An Economic Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6.
- Roodman, D. M. & Lenssen, N.** (1995). A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction. *Worldwatch Paper*, 124.
- Rossi, M. Lent, T.** (2006). Creating Safe And Healthy Spaces: Selecting Materials That Support Healing. in *Designing the 21st Century Hospital*, Center for Health Design and Health Care Without Harm, 66.
- Ruck, N. C.** (1989). *Building Design and Human Performance*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Sandalcı, T.** (t.y.). Kirleticilerin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerinde Etkileri. Yıldız Teknik Üniversitesi Ders Notu, Erişim yeri:

- Sarp, A.** (2007). *Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirlik Sürecine Yönelik Bir Model Önerisi*. (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, FBE Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Schmidt, A. C.** (2004). A Comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products Made of Stone Wool, Paper Wool and Flax: Comparative Assessment, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9, 53-66.
- Sel, E.** (2006). *Dünya Ve Türkiye Ölçeğinde Doğal Taş ve Seramik Kaplama Malzemelerinin Sektörel Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Semerci, N. & Özer, B.** (2004). Duyuşsal Davranışların Kazandırılmasında Tarih Derslerinin Öğretiminin Önemi. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, 6-9 Temmuz, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Seo J., Kato S., Ataka Y., Chino S.** (2009). Performance Test For Evaluating Thereduction Of Vocs In Rooms And Evaluating The Lifetime Of Sorptive Building Materials. *Building and Environment*, 44, 207–215.
- Soysal, A. & Demiral, Y.** (2007). Kapalı Ortam Hava Kirliliği. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6, 221–226.
- Starr, C.** (2000). *Biology: Concepts and Applications*. Brooks/ Cole Thompson Learning, USA.
- Stenberg B. & Wall S.** (1995). Why Do Women Report “Sick Building Symptoms” More Often Than Men?, *Social Science Med.*, 40, 491-502.
- Su, B. A.** (2001). *Ergonomi*. Atılım Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Sylvatica, G. N.** (1999). *An Exploratory Life Cycle Study of Selected Building Envelope*, Athena Sustainable Materials Institute, Canada.
- Şahin, H. T.** (2005). Formaldehid Tutkalı ve Folmaldehid Emisyonu, *Laminart*, 39.
- Şahin, H. T., Filiz, M., Kaya, A. İ., Sütçü, A., Usta, P., Çiçekler, M., Bozkurt, C.** (t.y.). Ahşap Esaslı Malzemelerden Formaldehit Emisyonu ve Etkileri. *Laminart*, 73, 116-119.
- Şenkal, F.** (2001). Yapıda Oluşan Nem ve Küfün İnsan Sağlığına Etkileri, *Yapı Dergisi*, 233, 89-90.
- TAEK** (2000). *Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği*, 23999, Madde 37, 24.03.2000, Ankara.
- Tatar, S. & Özkalemkaş, E.** (2007). *Seramik Yapıştırıcılarındaki Krom(VI) İndirgenerek Neden Olduğu Deri Hastalıklarının Önlenmesi*. Özel Ege Lisesi, İzmir.
- Taygun, G. T.** (2005). *Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi*. (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, FBE Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tezel-Özbek, Z.** (2002). Ev Tozu Akarcıklarından Etkilenme ve Korunma Yolları, *Türk Standartları Enstitüsü Tüketici Bülteni*, 4, 169-170.

- Topar, A. H.**, (1996). *Yapıda Elektroiklimsel Kirlilik İle İnsan Sağlığı İlişkisi ve Alınabilecek Önlemler*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Topçu İ. B. & Canbaz, M.** (t.y.). *Eskişehir’de Yapılan Bir Anket Işığında Beton Katkı Maddelerinin Kullanımı*
- Tuğlu, H. U.** (2005). *Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Yapılar Ve Malzeme*. (Yüksek Lisans Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tuncer, A. & Soyer, Ö. U.** (2005). Hasta Bina Sendromu. *Astım Allerji İmmünoloji*, 3, 97-102.
- Tünay, O. & Alp, K.** (1996). *Hava Kirlenmesi Kontrolü*, Mega Ajans, İstanbul.
- Utlı, Z. & Hepbaşlı, A.** (2005), Analysis of Energy and Exergy Use of The Turkish Residential–Commercial Sector, *Building and Environment*, 40, 5, ss.641-655.
- Ülker, S.** (2009). *Isı Yalıtım Malzemelerinin Uygulamaya Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ünal, O.** (t.y.). 1. Bölüm: Doğal Taşlar, Yapı Malzemesi Ders Notları.
- Ünsal, A. & Şen, H.** (2008). *Beton ve Beton Malzemeleri Laboratuvar Deneyleri*. TC Ulaştırma Bakanlığı ve Karayolları Genel Müdürlüğü, Eylül.
- Ünügür, M. & Ağat, N.** (1993). *Bina Bilgisi 2 Ders Notları*, İ.T.Ü., İstanbul.
- Vaizoğlu A. S., Aycan S., Deveci M. A., Acer T., Bulut B., Bayraktar U., Akyollu B., Çelik M., Arslan U., Akpınar F., Barış Z., Arslan S., Deniz A., Evci E.D., Güler Ç.** (2003). Determining Domestic Formaldehyde Levels in Ankara, Turkey, *Indoor Built Environment*, 12, 329-335.
- Vaizoğlu, S., Tekbaş, F., Evci D.** (2003). Kapalı Ortam Hava Kalitesi ve Sağlığa Etkisi. *Tesisat Market*. 51.
- Van der Voort, T. J. M., Van Wegen, H. B. R.** (2005). *Architecture in use: An Introduction to the Programming, Design and Evalution of Buildings*. Architectural Press, Netherlands.
- Vatan, C.** (2002). *Plastik Malzemelerin Geridönüşümü: Otomotiv Endüstrisinden Örnekler*, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Ürünleri Tasarımı.
- Vural, M.** (2004). *Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi*. (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vural M. S. & Balanlı A.** (2005). Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği Ve Risk Değerlendirme De Ön Araştırma. *Megaron YTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1.
- Wadden, R. A. & Scheff, P. A.** (1983). *Indoor Air Pollution/Characterization, Prediction, and Control*. John Wiley&Sons, Inc., USA.
- Walgraeve C., Demeestere K., Dewulf J., Van Huffel K., Van Langenhove H.** (2011). Diffusive Sampling Of 25 Volatile Organic Compounds In Indoor Air: Uptake Rate Determination And Application In Flemish Homes For The Elderly, *Atmospheric Environment*, 45, 5828-5836.

- Watson, D. & Labs, K.** (1992). *Climatic Design: Energy-Efficient Building Principles And Practices*, New York, USA.
- Weschler C. J.** (2009). Changes in indoor pollutants since the 1950s. *Atmospheric Environment*, 43, 153-169.
- WHO (World Health Organisation)** (1999). *Basic Documents*. (42nd ed.), Geneva
- WHO** (2002). Reducing Risks, Promoting Healthy Life, The World Health Report 2002, World Health Organization, France.
- Wiglusz R., Sitko E., Nikel G., Jarnuszkiewicz I., Igielska B.** (2002). The Effect Of Temperature On The Emission Of Formaldehyde And Volatile Organic Compounds (Uobs) From Laminate Flooring-A Case Study. *Building and Environment*. 37, 41-44.
- Yalçınkaya, A.** (1995). *Yapı Malzemesi ve Çevre Etkileşimi*. (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yaşar, H.** (2001). A.g.e., 111.
- Yaşar, H., Renklidağ, T., Yaşar, B.** (2004). Asbest Maruziyetine Bağlı Hastalıklar ve Adli Tıp Yönü, *Toksikoloji Dergisi*, 2.
- Yezioro, A.** (2009). A Knowledge Based CAAD System for Passive Solar Architecture, *Renewable Energy*, 34, ss.769–779.
- Yıldırım, K.** (t.y.). *Bitkilerin İç Mekan Kirleticileri Üzerine Etkileri*. Alındığı yer: <http://w3.gazi.edu.tr/~kemaly/Calismalar/bitki.pdf>
- Yurtseven, E.** (2007). *İki Farklı Coğrafi Bölgedeki İlköğretim Okullarında İç Ortam Havasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Yurtseven, E.** (2012). İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi Hava Kalitesi Yönetimi. *1. Ulusal Sağlık Kuruluşları Çevre Yönetim Sempozyumu*, İstanbul, 29-30 Kasım.
- Yücel, A., Aycan, S., Özkan, S., Vaizoğlu, S.** (2011). Bir Kamu Binası Çalışanlarında Hasta Bina Sendromu, *Sağlık ve Toplum*, 3.
- Yücel, B., Arıkan, İ. H.** (t.y.). *Binalarda Radon Ve Sağlık Etkileri*. Alındığı yer: <http://me.emu.edu.tr/haybar/Radon/BinalardaRadon.pdf>, alındığı tarih: 27.07.2016.
- Yüksek İ., Mıhlayanlar, E.** (2015). Yaşam Döngüsü Sürecinde Yapı Malzemesi Çevre Etkileşimi. *2nd International Sustainable Buildings Symposium*, Ankara, 28-30 Mayıs.
- Zeydan, Z. E., Zeydan, Ö., Yıldırım, Y.** (t.y.). Hasta Bina Sendromu, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*.
- Zhou J., You Y., Bai Z., Hu Y., Zhang J., Zhang N.** (2011). Health Risk Assessment Of Personal Inhalation Exposure To Volatile Organic Compounds In Tianjin, China, *Science of the Total Environment*, 409, 452-459.
- Url-1** <<http://www.ekoyapidergisi.org/325-ic-mekan-hava-kalitesi-insan-sagligi-etkilesimi.html>>, erişim tarihi 05.07.2015.

- Url-2**<<http://farukarslan.com/konuk-yazar/yeni-bir-insan-psikolojisi-ve-a-maslowun-ihiyaclar-piramidi/>>, erişim tarihi 02.05.2016.
- Url-3**<<http://www.turkish-media.com/forum/topic/265111-sosyoloji-toplum-bilim-ne-dir/>>, erişim tarihi 02.05.2016.
- Url-4**< <http://ohdecasaa.com/ergonomia-na-cozinha/>>, erişim ta rihi 15.07.2015.
- Url 5** <http://www.cevrettek.com/ShowProduct.aspx?pageID=SuArtima_OzonveOzonlamaSistemleri&pagenumber=3>, erişim ta rihi 15.07.2015.
- Url-6**<http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/27776d0d29964cb_ek.pdf>, erişim ta rihi 15.07.2015.
- Url-7** <<http://frmsinsi.net/showthread.php?p=1058460>>, erişim ta rihi 15.07.2015.
- Url-8** <<https://ewg8yj.wordpress.com/2014/12/>>, erişim tarihi 23.12.2016.
- Url-9**<<http://ozakmuhendislik.com/pdf/14-%20En%20Az%20Ayd%C4%B1nl%C4%B1k%20D%C3%BCzeyleri%20Tablosu.pdf>>, erişim tarihi 23.12.2016.
- Url-10**<http://www.izoder.org.tr/sesyalitimi/genel/SES%20YALITIMI_GIRIS.pdf>, erişim tarihi 26.07.2015.
- Url-11**<<http://www.erketasarim.com/hizmet-lca-bina-yasam-dongusu-degerlendirme-si>>, erişim tarihi 28.07.2015.
- Url-12**<<http://bunnyvista.wordpress.com/category/building-materials/stone/>>, erişim tarihi 05.08.2015.
- Url-13**<<http://www.aiacolorado.org/>>, erişim tarihi 07.08.2015.
- Url-14** <<http://www.renklinot.com/soru-cevap-2/turkiyede-metallerin-geri-donusumu-nasil-yapilir.html>>, erişim tarihi 05.04.2016.
- Url-15**<http://web.itu.edu.tr/ozgulkeles/dersler/MalzemeBilimi_01_2010.pdf>, erişim tarihi 07.08.2015.
- Url-16** <http://www.kaltun.com.tr/images/Dosyalar/KUVARS_MSDS_01_TR.PDF>, erişim tarihi 21.06.2016.

EKLER

EK A: Biyoklimatik Yapı Analizi Ölçüm Aletleri

EK B: MSDS Form Örneği

EK A



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.1 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Elektromanyetik alan dedektörü. (b)Elektromanyetik alan metresi. (c)LF analiz edici (d)Vücut voltaj metresi. (e)Voltmetre. (f)Multimetre.



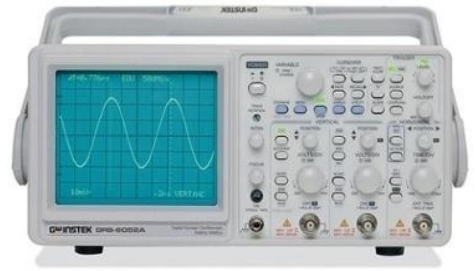
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

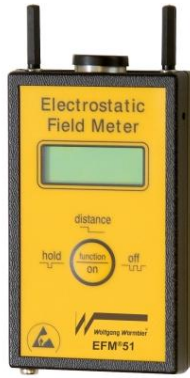
Şekil A.2 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)El elektrotu. (b)Parmak elektrotu. (c)LF spectrum analiz edici. (d)Salınımizler. (e)Frekans sayıcı. (f)RF metre.



(a)



(b)



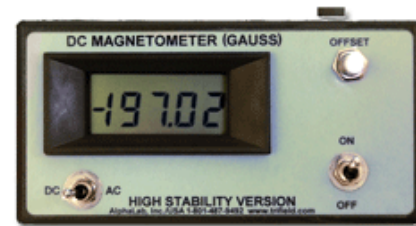
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.3 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)RF probe. (b)RF analiz edici. (c)Elektrostatik alan metresi. (d)Elektrostatik probe. (e)Statik sensör. (f)Mıknatıs ölçer.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.4 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Manyetik alan göstergesi. (b)Manyetostatik sensör. (c)Mekanik sıvı dolgulu pusula. (d)Elektronik akı pusulası. (e)Geiger-müller tüpü. (f)Yüksek hakim dedektörü.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.5 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Oranlı sayaç. (b)Radon monitörleri. (c)Pasif dozimetreler. (d)Ses seviyesi ölçer. (e)Titreşim ölçer. (f)Lazer vibrometre.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.6 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Titremeli ışıkölçer. (b)Pozometre. (c)Bio check F (d)Direk okuma dedektör tüpleri. (e)Formaldehit metre. (f)Hava örnekleme pompası.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.7 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Fotoiyonizasyon dedektörü. (b)Parçacık örnekleme aletleri. (c)Bant. (d)Mikroskop. (e)Lazer parçacık sayacı. (f)Kondensasyon parçacık sayacı.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.8 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Termometre. (b)Higrometre. (c)Bina nem ölçer. (d)İç mekan hava kalitesi veri toplayıcısı. (e)Karbondioksit monitörleri. (f)Barometre.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil A.9 : Biyoklimatik Yapı Analizi: (a)Hava akımı indikatör tüpleri. (b)Ondoskop. (c)Büyüteç. (d)Kalem mikroskop. (e)Petri kutusu. (f)Yüzey ve sıvı testleri için kullanılan tüpler.



GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Sayfa No: 1/15

91/155/EEC ve "Tehlikeli Maddeler Ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkında Yönetmelik" (26/12/2008-27092 Mük.) uyarınca hazırlanmıştır

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenlenme Tarihi: 01/03/2011

1. MADDE VE FİRMA TANITIMI

1.1 Madde Hakkında Bilgiler

Ticari Adı	KUVARS
CAS No	14808-60-7
EINECS No	238-878-4
EINECS Adı	Kuvars
Moleküler Formülü	O ₂ Si
Eş Anlamlılar	SiO ₂ , "crystalline silica", agate, flint, amethyst, celite, chalcedony, cherts, "silica flour", chert, flintshot, "Gold Bond R", Imsil, Novaculite, "ground quartz", onyx, alpha-quartz, "rose quartz", Min-u-sil, Sil-co-sil, "silicic anhydride", "silicon dioxide", oxide, "Silver Bond B", Snowit, Silex, "Silica 300WQ", "quartz sand", "Silica Ferro 400", "WIA Raw Materials Code 0710", "Alsigran Micro 5", "ASTM Testig Sands", "Glass Sand", "Flint Silica", "DM Series", F-Series, "Foundry Sands", FJ-Series\FP-Series, H-Series, L-Series, N-Series, NJ-Series, OK-Series, P-Series, T-Series, "Hydraulic Fracing Sands", "Min-U-Sil Ground Silica", "Mystic White #1 Dry", "Penn Sand", Q-Rok, Supersil, "Mason Sand", "GS Series", "Per Spec"

1.2 Kullanımı/Uygulama Alanı

Seramik, Cam, Porselen, Boya ve Kaplama Sanayi

1.3 Üretici / İthalatçı/ Teslimatı yapan:

Firma Adı	KALTUN MADENCİLİK SAN. VE TİC. A.Ş.
	www.kaltun.com.tr
Adresi	Aydın - Muğla Kara Yolu Kenarı Çine AYDIN
Tel	+ 90 256 729 16 00
Fax	+ 90 256 729 16 15
E-mail	kaltun@kaltun.com.tr

1.4 Güvenlik Bilgi Formu Hakkında Bilgi Veren

Sabriye GÜNGÖR – Kalite Güvence Yöneticisi

1.5 Acil Hallerde Danışma

Firma Danışma	+ 90 256 729 16 00
Acil İlk Yardım Merkezi	112
Zehir Danışma Merkezi	114
İtfaiye	110

2. BİLEŞİMİ/İÇERİK HAKKINDA BİLGİ

2.1 Kimyasal Tanımlama

2.1.1 Tanımlama:

Kuvars, Silisyum dioksit - kristal form.

2.1.2 İhtiva ettiği tehlikeli maddeler:

Madde veya Bileşik	EINECS No	CAS No.	İÇERİK	Sınıflandırma
Kuvars	238-878-4	14808-60-7	> % 99,98	Xn; R48/20



www.kaltun.com.tr | KUVARS

Şekil B.1: MSDS Form Örneği (Url-16).

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1

Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001

Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

2.1.3 Ek uyarılar:

Konu ile ilgili risk tanım cümlelerinin tamamı 16. bölümde verilmektedir.

3. TEHLİKELERİN TANIMLARI

3.1 Sınıflandırma / Tehlike tanımı:

Yerel yönetmelikler¹ ve AB direktifleri 67/548/EEC çerçevesinde "Xn-Zararlı" olarak sınıflandırılmıştır.

3.1.1 İnsan ve çevre için özel tehlike uyarıları:

Xn-Zararlı



R48/20 Zararlı: Uzun süreli solunması halinde sağlığa ciddi hasar tehlikesi.

3.2 Sağlık Üzerindeki Potansiyel Akut Etkileri

Kristalin silika IARC² tarafından "muhtemel kanserojen" olarak listelenmiştir.

Uzun süreli solunabilir kuvars tozuna maruz kalma silikozis ve pnömokonyosis'e yol açabilir

Gözde

Bu malzemenin, bazı kişilerde gözlerde tahrişe ve hasara yol açabileceğini öne sürmek için bazı deliller mevcuttur.

Deride

Malzemenin temas neticesinde ters sağlık etkileri veya cilt tahrişi meydana getirdiği düşünülmektedir.

Açık kesikler, aşınmış veya tahriş olmuş cilt bu malzemeye maruz bırakılmamalıdır.

Kesik, aşınma veya lezyonlar gibi yollarla kan dolaşımına girişi; zararlı etkilerle birlikte sistemik hasar oluşturabilir. Malzemeyi kullanmadan önce cildi inceleyiniz ve herhangi bir harici yaralanmanın uygun bir şekilde korunduğundan emin olunuz.

Solunması Halinde

Malzemenin solunum tahrişi meydana getirdiği düşünülmektedir. Bununla beraber toz veya dumanlarının, özellikle uzun süreli periyotlarda inhalasyonu, solunumla ilgili rahatsızlık ve bazen sıkıntı meydana getirebilir.

Malzemenin normal kullanımı esnasında oluşan tozların inhalasyonu, kişinin sağlığına zarar verebilir.

Yutulması Halinde

Her ne kadar ağız yoluyla alınının zararlı etkilere neden olduğu düşünülmese de (EC Direktiflerinde sınıflandırıldığı gibi), özellikle organlarda (örn. karaciğer, böbrek) önceden mevcut olan bir hasar varlığında, malzeme ağızdan alının sonrasında kişinin sağlığı için zarar verici olabilir.

Ürünün fiziksel şekli nedeniyle normal olarak tehlikeli değildir.

Malzeme gastrointestinal kanal için fiziksel tahriş edicidir.

Uzun Süreli etkiler

Mesleki maruziyet sınır değerlerinin altındaki maruz kalmalarda herhangi bir ters etkisi kanıtlanmamıştır.

3.3 Çevre Üzerindeki Etkileri

Kaza durumunda

(dökülme/sızıntı)

Dökülmesi halinde gerekli önlemleri alın ve yerel yönetmeliklere göre hareket ediniz.

3.4 Fiziksel ve Kimyasal Tehlikeler

Şekil B.1 (devamı): MSDS Form Örneği (Url-16).

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

Yangın ve patlama tehlikesi yoktur.

3.5 Sınıflandırma sistemi:

Sınıflandırma, tehlikeli maddeler ve hazırlanışlarıyla ilgili mevcut AB ve Türkiye yerel yönetmelikleri ile uyumludur.

3.6 Ek bilgiler:

Taşıma esnasında oluşacak kazalara ve dökülmelere karşı alınacak tedbirler için "Güvenlik Bilgi Formuna ve Ürün Taşımacılık Acil Durum Kartına bakınız.
Ürün yerel yönetmelikler uyarınca bu belgede belirtilen esaslara göre etiketlenmiştir.
Toksikoloji bilgileri için 11. Bölüme bakınız.

4. İLK YARDIM ÖNLEMLERİ

4.1 İlk yardım önlemlerinin tanımları.

4.1.1 Genel uyarılar:

Kirlenmiş ürüne maruz kalmış giysileri derhal çıkartın ve emin şekilde uzaklaştırın.
Yardım esnasında kişisel korunmanıza dikkat edin.

4.1.2 Solunum:

Dumanları veya yanma ürünleri solunduğunda kirlenmiş alandan uzaklaştırın.
Hastayı yatırın. Sıcak tutun ve dinlendirin.
Takma diş gibi protezler hava yolunu tıkayabileceğinden uygun olduğu durumlarda ilk yardıma başlamadan önce çıkarılmalıdır.
Solunum durmuş ise sunni solunum uygulayın, tercihen (zehirlenmiş şahıslarda solunumu temin eden) istek valfli (demand valve) canlandırma maskesi, balon maske sistemi (bag-valve mask) cep maske sistemi kullanılmalıdır.
Gerekliyorsa CPR³ uygulayın.
Hastaneye veya doktora ulaştırın.



4.1.3 Deri ile temas:

Maruz kalan bölgeyi bol miktarda su ile ıslatın ve yıkayın.
Belirtiler artarsa tıbbi yardım alın.



4.1.4 Göz ile temas:

Gözlerde kontak lens varsa hemen çıkarın.
Gözleri vakit geçirmeden akan temiz su ile yıkayın.
Gözün her tarafının iyice yıkandığından emin olmak için göz kapakları açık tutulmalı ve ara sıra alt ve üst kapak kaldırılmalıdır.
Ağrı devam ederse veya tekrarlırsa tıbbi yardım sağlayın.
Gözlerde meydana gelen yaralanmadan sonra kontak lenslerin sadece yetkili personel tarafından çıkartılması gerekir.



4.1.5 Yutma:

Ağız su ile çalkalayın.



4.2 Doktor İçin Not:

Semptomatik tedavi uygulayın (belirtilere göre tedavi edin).

5. YANGINLA MÜCADELE ÖNLEMLERİ

5.1 Genel bilgiler

5.2 Uygun söndürücü maddeler:

Her tür yangın söndürücü madde kullanılabilir.

5.3 Maddenin, yanarken oluşturduğu özel tehlikeler:

Ayrışma sonucu silikon dioksit (SiO₂), metal oksitleri gibi zehirli dumanlar oluşabilir, Aşındırıcı dumanlar yayabilir.

5.4 Özel koruyucu donanım:

Yangınla mücadele esnasında nefes koruyucu aparat, koruyucu gözlük, eldiven ve kimyasal koruyucu giysi kullanınız.

5.5 Diğer bilgiler

Yangınla mücadele artıklarının kanalizasyona ve yer altı sularına ulaşmasına izin verilmemelidir.

Personeli güvenli alana çıkartın.

6. KAZA SONRASI YAYILMAYA KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER

6.1 Kişisel güvenlik önlemleri/Personelin Korunması:

- Tüm dökülenler acilen temizlenmelidir.
- Cilt ve gözlerle temasından kaçının.
- Sızdırmaz eldivenler ve güvenlik gözlükleri kullanın.
- Kuru yöntemlerle temizleyin ve toz oluşturmaktan kaçının

6.2 Çevreyi koruyucu önlemler:

AZ MİKTARDAKİ DÖKÜNTÜLER

- Elektrikli süpürgeyle veya normal süpürgeyle süpürün.
- Dökülen malzemeyi temiz, kuru, sızdırmaz ve etiketli kaplara koyun.

BÜYÜK DÖKÜLMELER

- Orta derecede tehlike. - DİKKAT: Alandaki personeli bilgilendirin.
- Acil Servisi arayın ve konum ile tehlikenin niteliğini bildir.
- Koruyucu elbise kullanmak suretiyle kişisel teması kontrol ediniz.
- Mümkün olan her türlü imkânı kullanarak dökülen maddenin drenaj veya su şebekesine sızmasına engel ol.
- Mümkünse ürünün geri kazanılmasını sağlayınız.

6.3 Temizleme/Toplama/İmha yöntemleri:

KURU: Kuru temizleme prosedürlerini kullanınız ve toz oluşumunu önleyiniz. Kalıntıları toplayınız ve bertarafı için sıkıca kapatılmış plastik torbalara veya diğer kaplara yerleştiriniz.

ISLAK: Vakumlu elektrik süpürgesiyle/kürekle temizleyiniz ve bertarafı için etiketlenmiş kaplara yerleştiriniz.

DAİMA: Alanı aşağıya doğru bol miktarda su ile yıkayınız ve akan suyun drenaj kanallarına girmesini engelleyiniz.

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenlenme Tarihi: 01/03/2011

Drenaj sistemine veya su yollarına bulaşma halinde Acil Servislere danışınız.
Temizleme işlemi esnasında ortamı havalandırın.
Döküldüğü anda derhal uygun önlem alınmalı ve temizlenmelidir.
Toplanan maddeyi yerel yönetmeliklere göre imha edin.
Zararlı madde karışmış malzemeyi muhafaza altında madde 13'e göre tasfiye ediniz.

6.4 Ek uyarılar:

Güvenli kullanım ile ilgili bilgileri 7. bölümden alınız.
Kişisel koruyucu teçhizat ile ilgili bilgileri 8. bölümden alınız.
Tasfiye ile ilgili bilgileri 13. bölümden alınız.

7. KULLANIM/ELLEÇLEME VE DEPOLAMA

7.1 Kullanım/Elleçleme:

Sağlık, güvenlik ve çevrenin korunmasını teminen, tehlikeli kimyasallarla çalışılan işlerde ve işyerlerinde alınacak tedbirlere ilişkin 26/12/2003 tarihli ve 25328 sayılı Resmi Gazete 'de yayınlanarak yürürlüğe giren "Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" hükümlerine uygun olarak hareket edilmeli, işyerindeki çalışma usullerinin planlanmasına ve örgütsel tedbirlerin alınmasına özen gösterilmelidir.

Güvenli kullanım için uyarılar:

Deri, göz temasından ve solumaktan kaçınınız.
Maruziyet riski varsa koruyucu kıyafet kullanın.
Boşluklarda ve çukurlarda birikmesini önleyin
Ortamdaki derişimi kontrol edilmeden kapalı alanlara GİRMEYİN.
Uyumlu olmayan malzemeler ile temasından kaçınınız.
Kimyasalların kullanımı sırasında yutulmasını, göze ve cilde temasını önlemek için endüstriyel hijyen standartlarına uyulması zorunludur.
Kullanırken, yemek YEMEYİN, İÇMEYİN VE SİGARA KULLANMAYIN.
Kullanılmadıklarında kapları emniyetli bir şekilde sızdırmaz olarak muhafaza edin.
Kapların hasar görmesini engelleyin.
Kullanımdan sonra elleri daima sabun ile yıkayın.
İş elbiselerinin tekrar kullanımdan önce ayrı olarak yıkanması gerekir.
Kullanırken iyi çalışma yöntemlerini uygulayın.

Yangın ve patlamadan korunmak için uyarılar:

Bu ürün alevlenmez.

7.2 Depolama:

Depolarda ve ambalajlarda aranan özellikler:

Serin ve kuru bir yerde depolayınız.
Ambalajların ağzı sıkıca kapalı olmalıdır.
Üreticinin depolama ve kullanma önerilerini dikkate alın.
Güvenli bir çalışma ortamının sağlanması için ortam havasının maruziyet standartları bakımından düzenli bir şekilde kontrol edilmesi gerekir

Ortak depolamada depolama ile ilgili uyarılar:

Gıda maddelerinden, hayvansal yemlerden ve tehlikeli olarak sınıflandırılmış kimyasal maddelerden uzak depolayınız ve ayrı muhafaza ediniz.

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

Depolama şartları ile daha fazla bilgi:

Maddelerin bulunduğu depo düzenli olarak temizlenmeli ve iyi bir şekilde havalandırılmalıdır. Kapalı ambalajında ve havalandırılan kuru ve serin bir yerde depolayın. Orijinal ambalajında kapağı sıkıca kapalı olarak saklayın. Kullanılmadıkları zaman ambalajları kapalı tutun.

8. MARUZ OLMA KONTROLLERİ / KİŞİSEL KORUNMA

8.1 Mesleki Maruziyet Limitleri:

Madde veya Bileşik	EINECS ¹ No	CAS ² No.	İÇERİK	Sınır Değer				Özel İşaretleme ⁶	Kaynak
				TWA ³ (8 Saat)		STEL ⁴ (15 Dk)			
				mg/m ³ ⁹	ppm ¹⁰	mg/m ³	ppm		
Kuvars	238-878-4	14808-60-7	> % 99,98	0,05	-	-	-	-	NIOSH

8.2 Maruziyet Kontrolleri:

Kişisel korunmanın gerekli olduğu yerlerde kullanılacak donanım ve uygun koruma yöntemleri 9.2.2004 tarihli ve 25368 sayılı "Kişisel Korumaya Donanım Yönetmeliğine uygun olarak tanımlanmıştır.

8.2.1 Teknik Sistem Tasarımı Hakkında Bilgi:

Ürünün mesleki maruziyet sınır değerlerinin üzerine çıkılma riskini önlemek için çalışma ortamının çok iyi havalandırıldığından ve temizlendiğinden emin olun. Hava filtreleme sistemini NIOSH¹¹ ve CEN¹² sistemlerine uygun kurunuz. Kullanım alanını ürünün çevreye bulaşmasını engelleyecek şekilde tasarlayınız. Göz, El ve vücut yıkama yerlerini çalışma alanlarına yakın kurunuz. Bölüm 7'i inceleyiniz.

Mühendislik Kontrolleri:

Genellikle lokal havalandırma gereklidir. Fazla maruz kalma riski bulunduğu anda, onaylı hava beslemeli soluma cihazı kullanın. Yeterli koruma için cihazın doğru şekilde takılması gereklidir. Özel durumlarda hava beslemeli solunum cihazı gerekli olabilir. Bazı durumlarda onaylı bir kendi kendine yeterli solunum cihazı (SCBA) gerekli olabilir. Depo veya kapalı depolama bölgelerinde yeterli havalandırma sağlanmalıdır. İşyerindeki işlemlerden oluşan hava kirleticileri değişik "kaçma" hızına sahiptir ve bu hız onları ortamdan uzaklaştırmak üzere dolaşan gerekli temiz havanın "yakalama hızını" belirler.

Kirleticinin cinsi:	Hava hızı:
Çözücü buharları, yağ çözücüler vb.nin, tanktan buharlaşması (durağan havada)	0.25-0.5 m/s (50-100 f/dak.)
Döküm işleri, kaplara kesintili dolum işleri, düşük hızlı taşıma bantlarında nakiller, kaynak, asitle spreylama, kaplama ve dekupaj işlerinden kaynaklanan aerosoller ve dumanlar (aktif oluşturma bölgesine düşük hızda salınım)	0.5-1 m/s (100-200 f/min.)
Direk spreylama, dar mekanlarda spreylama, varil dolumu, bant dolumu, kırıcı tozlar, gaz boşaltımı (hızlı hava hareketi bölgesinde aktif oluşturma),	1-2.5 m/s (200-500 f/min.)
Öğütme, aşındırıcı kumlama, yıkılma, yüksek hız tekerliği tarafından üretilen tozlar, (yüksek bir ilk hızla çok hızlı hava hareketi olan bölgeye bırakılırlar.)	2.5-10 m/s (500-2000 f/dak.)

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenlenme Tarihi: 01/03/2011

Her bir aralık için uygun değer aşağıdakilere göre değişir:

Aralığın alt sınırı	Aralığın üst sınırı
1: Oda hava akımı minimum veya yakalama için elverişli bozmakta	1: Oda hava akımlarını
2: Düşük toksikliğe sahip veya sadece önemsiz etkileri bulunan	2: Çok toksik kirleticiler
3: Ara sıra, düşük üretim kullanım	3: Yüksek üretim, yaygın
4: Büyük çeker ocak veya hareket halinde büyük hava kütlesi	4: Küçük çeker ocak - sadece yerel kontrol

Basit teorik bilgilerin gösterdiği gibi, hava hızı, atılma borusunun ağzından uzaklaştığında hızla düşer. Hız genelde atılma noktasından olan uzaklığın karesi ile orantılı olarak azalır (basit durumlarda). Bu nedenle atılma noktasındaki hava hızı kirlenme kaynağı olan uzaklığa göre ayarlanmalıdır. Atılma noktasından 2 metre uzaklıktaki bir tankta oluşturulan çözücülerin atılması için vantilatördeki hava hızı örneğin, en az 1-2m/s(200-400 g/dakika) olmalıdır. Dışarı atma cihazları kullanıldığında bunların yapısında performansta azalmaya neden olabilen diğer mekanik etkenler, teorik hava hızlarının 10 veya daha fazla bir faktör ile çarpılmasını gerektirir.

8.2.2 Kişisel koruyucu ekipman/donanım:

8.2.2.1 Genel korunma ve hijyen önlemleri:

Gıda maddelerinden, içeceklerden ve hayvan yeminden uzak tutunuz.
Kirlenmiş, sıvı bulaşmış giyim eşyalarını derhal çıkartınız.
Ellerinizi iş bitiminde ve işe ara verince yıkayınız.
Bu maddeyi kullanırken herhangi bir gıda maddesi yemeyin, içmeyiniz.
Sigara kullanmayınız.

8.2.2.2 Solunum ile ilgili önlemler:

Risk değerlendirmelerinde hava temizleyici sistemin yetersiz olduğu yerlerde ABEK (EN14387) tipi kartuşlu, tam yüz korumalı solunum cihazı kullanın.
Hava temizleyici sistemin yeterli olduğu yerlerde dahi EN141 tipi maskeler kullanın.
Solunum cihazı ve havalandırma sistemlerinin NIOSH (ABD) ve CEN (AB) gibi kuruluşlar tarafından onaylı olmasına dikkat edin.
Almanya kişisel korunma uygulamalarına göre ZH-1/134 solunum kataloğuna uygun maske seçilmelidir.



Respiratör seçimi (NIOSH Standartlarına göre)

0.5 mg/m³' e kadar:

(APF¹³ = 10) N95, R95, veya P95 filtreleri takılmış herhangi bir solunum cihazı yeterlidir.
Aşağıdaki filtrelerde kullanılabilir.
N99, R99, P99, N100, R100, P100.

1.25 mg/m³' e kadar:

(APF = 25) Herhangi bir yüksek yeterlilikte partikül filtreli güçlü hava temizleyici (APF = 25) Sürekli akış modunda çalışan herhangi bir hava sağlayan respiratör.

2.5 mg/m³' e kadar

(APF = 50) N100, R100, veya P100 filtreleri olan yüz korumalı respiratörü.
(APF = 50) Tam yüz korumalı herhangi bir partikül filtreli güçlü hava temizleyici..

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

25 mg/m³'e kadar:

(APF = 1000) Pozitif basınç modunda veya basınç ihtiyacı altında çalışabilen herhangi bir hava sağlayıcı respiratörü.

Bilinmeyen konsantrasyonlardaki acil davranış şekli

(APF = 10,000) Tam yüz korumalı, pozitif basınç modunda veya basınç ihtiyacı altında çalışabilen basınç dayanımlı ve tam yüz korumalı respiratör.

Kaçış:

(APF = 50) Herhangi bir hava temizleme sistemi, tam yüz korumalı respiratör (N100, R100, veya P100 filtrelili).

8.2.2.3 Ellerinin Korunması:

Koruyucu eldiven kullanın.

Eldivenlerin seçiminde delinmelere karşı dayanıklılık, geçirgenlik oranları ve bozulmaların göz önünde bulundurulması yeterli olacaktır.

Eldivenlerin kullanıldıktan sonra imha edilmesi gerekir.



8.2.2.4 Gözlerinin korunması:

Yanları korumalı koruyucu gözlükler.

Kimyasal koruma gözlüğü.

Kontak lensler özel bir tehlike taşırlar, yumuşak lensler tahriş edici malzemeleri emebilir ve bütün lenslerde bu malzemeler depolanarak birikime neden olur.

Kontak lens KULLANMAYIN.

NIOSH ve EN 166 standartlarına uygun göz koruma kullanın.



8.2.2.5 Vücudunun korunması:

İş tulumu, P.V.C. Önlük kullanın. Koruyucu krem kullanılabilir.



8.2.3 Çevresel Maruziyet Kontrolleri:

Çevrenin korunmasına yönelik mevcut mevzuat çerçevesindeki hükümlülükler tam olarak yerine getirilmelidir.

9. FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER

9.1 Genel Bilgiler

Görünüm (Atmosfer Sıcaklığı)	Kristalize toz
Renk	Beyaz
Koku	Kokusuz

9.2 Önemli Sağlık Güvenlik ve Çevre Bilgileri

pH – Değeri (20 °C)	Uygulanamaz
Kaynama Noktası (°C)	2230
Erime aralığı (°C)	1610-1713
Buhar Basıncı (kPa)	1.33 @1732 °C
Kendiliğinden tutuşma Sıcaklığı (°C)	Uygulanamaz
Alt Patlama Sınırı	Uygulanamaz
Üst Patlama Sınırı	Uygulanamaz
Parlama Noktası (°C) kapalı kap	Uygulanamaz
Yanma Özellikleri	Ürün yanıcı özellik göstermez.
Molekül Ağırlığı	60,08

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1
Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001
Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

Özgül Ağırlığı (Su=1)	2,635-2,660
Çözülebilirlik Özelliği	
Su içinde	Çözünmez
Not : Yukarıdaki özellikler, Tehlikeli Maddelerin ve Müstahzarların Sınıflandırılması, Ambalajlanması ve Etiketlenmesi Hakkında Yönetmelikte ek-3 Bölüm A' da öngörülen yöntemlere veya karşılaştırılabilir diğer bir yöntemle göre belirlenmiştir.	

10. STABİLİTE VE REAKTİVİTE

- 10.1 Kimyasal Stabilitesi :**
Normal şartlar altında stabildir.
- 10.2 Tehlikeli reaksiyonlar/Kaçınılması gereken malzemeler (Su, hava, asitler, bazlar, oksitleyiciler veya tehlikeli reaksiyona neden olabilecek herhangi bir başka özel maddelerle.):**
Kuvvetli alkaliler, kuvvetli okside ediciler, florinli bileşikler.
- 10.3 Termik ayrışma / kaçınılması gereken durumlar (Tehlikeli tepkimelere neden olabilecek sıcaklık, basınç, ısı, şok (çarpma) ve benzeri sakınılması gereken şartlar altında.):**
Termal bozulmalara sebebiyet vermemesi için direk ısıya maruz bırakmayınız.
Konteynerlerin ısınması ve fiziksel zarar görünmesinden kaçınılmalıdır.
- 10.4 Tehlikeli ayrışım maddeleri:**
- | | |
|--|--|
| Bozunarak kararsız ürünlere dönüşme olasılığı. | Yanma reaksiyonunda Silikon oksitler oluşur |
| Stabilizatörlere duyulan ihtiyaç ve stabilizatörlerin mevcudiyeti, | Yok |
| Zararlı ekzotermik tepkime olasılığı | Bilgi Yok |
| Eğer varsa, fiziksel görünümündeki değişikliğin güvenlik açısından önemi | Bilgi Yok |
| Su ile temas halinde, eğer varsa, oluşacak herhangi bir zararlı ayrışım ürünü, | Bilgi Yok |
| Tehlikeli Bozunma Ürünleri | Yanma halinde silikon dioksit (SiO ₂), metal oksitleri |
- 10.5 Ek Bilgi :**
Tehlikeli polimerizasyon oluşmaz.

11. TOKSİKOLOJİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

- 11.1 Genel:**
Sürekli veya uzun süreli temastan ciltte hafif iritasyonlara (tahriş) neden olabilir.
Toz mekanik etkiyle göz mukozasında hafif tahrişe yol açabilir.
- 11.2 Akut Toksisitesi**
LD 50 oral (Sıçan) 96 saat: > 500 mg/kg
- 11.3 Aşındırıcılık ve Tahriş etkisi (Korozivite ve İritasyon)**
- 11.4 Kronik Toksisite (Kanserojenik Etkisi) :**
UYARI: SADECE solunum maruziyeti için:
Bu madde IARC tarafından Grup 1:İNSANLARA KARŞI KANSEROJEN olarak sınıflandırılmıştır.

KUVARS

Düzenleme Sayısı: 1

Hazırlama Tarihi: 01/03/2011

Form No: 162001

Yeniden Düzenleme Tarihi: 01/03/2011

11.5 Diğer Toksikolojik Etkileri:	
Alerjik Etki	Bilinen bir etkisi yoktur
Tekrarlanan Dozlardaki Etkisi	■ Zararlı: İnhalasyon yoluyla uzun süreli maruziyetlerde sağlık için ciddi hasar tehlikesi . İş ortamında ince dağılımlı tozların yüksek seviyelerine tekrarlı maruziyetler, pnömokonyoz olarak bilinen vakalara sebep olabilir, pnömokonyoz, etkisine bakılmaksızın solunumla alınan her türlü tozların akciğerde birikmesidir. Bu durum, partiküllerin önemli bir miktarının 0.5 mikrondan (1/50,000 inç) daha küçük halde bulunduğu durumda özellikle geçerlidir. Röntgen filminde akciğerde lekeler görülür. Pnömokonyoz semptomları progresif kuru öksürük, efor sarf edildiğinde nefes darlığı, artan göğüs genişlemesi, halsizlik ve kilo kaybı şeklinde olabilir. Hastalık ilerledikçe öksürük iplik benzeri mukozaya yol açar, yaşam kapasitesi gitgide azalır ve nefes darlığı daha da ciddileşir. Pnömokonyoz, tozların akciğerde birikmesi ve bunların mevcudiyetinde meydana gelen doku reaksiyonudur. Ayrıca kollajenöz ve kollajenöz olmayan tipler olarak sınıflandırılmıştır. İyi huylu özellik gösteren kollajenöz olmayan pnömokonyoz, minimal stromal reaksiyon olarak tanımlanır, başlıca retikül lifleri ve bozulmamış alveoler yapıdan meydana gelir ve imkan dahilinde geri döndürülebilir.
Bayıltıcı Etki	Bilinen bir etkisi yoktur
Duyarlılık Yaratma (Sensitizasyon)	Bilinen bir etkisi yoktur
Gelişimsel Toksikolojik Etkiler (Teratojenik etkisi)	Bilinen bir etkisi yoktur
Doğurganlık	Bilinen bir etkisi yoktur
11.6 Sağlık Üzerindeki etkileri:	
Gözle Temasında	Bu malzemenin, bazı kişilerde gözlerde tahrişe ve hasara yol açabileceğini öne sürmek için bazı deliller mevcuttur.
Ciltle Temasında	Malzemenin temas neticesinde ters sağlık etkileri veya cilt tahrişi meydana getirdiği düşünülmemektedir (hayvan modelleri kullanılan Avrupa Komisyonu direktiflerindeki sınıflandırmaya göre). Yine de malzeme ile çalışırken uygun hijyen tedbirlerinin alınması için, maruziyetin asgari seviyede tutulması ve çalışma ortamında uygun eldivenlerin kullanılması gerekir. Açık kesikler, aşınmış veya tahriş olmuş cilt bu malzemeye maruz bırakılmamalıdır. Kesik, aşınma veya lezyonlar gibi yollarla kan dolaşımına girişi; zararlı etkililerle birlikte sistemik hasar oluşturabilir. Malzemeyi kullanmadan önce cildi inceleyiniz ve herhangi bir harici yaralanmanın uygun bir şekilde korunduğundan emin olunuz.
Solunması Halinde	Malzemenin solunum tahrişi meydana getirdiği düşünülmemektedir (hayvan modelleri kullanılan Avrupa Komisyonu direktiflerindeki

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Nil KOKULU
Doğum Tarihi ve Yeri : 07/06/1990 Konak
E-posta : nilkokulu@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık F., Mimarlık

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2010 yılında İtalya’da Studio di Mauro Alpini’de çalıştı.
- 2013 İtalya’da yaptığı proje Venedik Bienali’nde sergilendi.
- 2013-2014 Polimeks İnşaat’ta çalıştı
- 2015 yılında Tabanlıoğlu Mimarlık’ta çalıştı.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- Kokulu, N., Özgünler, S., A., 2016. The Effects of Building Materials on Building Biology and the Resultant Air Quality, *International Conference of Sustainable Development*, 19-23 Ekim.