

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR DIŞ DUVAR SİSTEMİ İÇİN
TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Uğur KAYA**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

ŞUBAT 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR DIŞ DUVAR SİSTEMİ İÇİN
TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uğur KAYA

(502071721)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Şubat 2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. A. Nil TÜRKERİ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Leyla TANAÇAN (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Gökçe Tuna TAYGUN
(YTÜ)

ŞUBAT 2010

ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Doç. Dr. Nil Türkeri'ye, çalışmalarıyla bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Leyla Tanaçan'a, yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi için gerekli anket çalışmalarımda bana destek olan Marmara Bölgesi'ndeki üretici firmalara ve maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

Şubat 2010

Uğur Kaya

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Sorun	1
1.2 Amaç	3
1.3 Kapsam.....	3
1.4 Yöntem.....	6
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	7
2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı	7
2.2 Sürdürülebilirliğin Tarihsel Gelişimi	9
2.2.1 Stockholm konferansı	10
2.2.2 Montreal protokolü	10
2.2.3 Ortak geleceğimiz raporu.....	10
2.2.4 Rio zirvesi	11
2.2.5 Kyoto protokolü	12
2.2.6 Johannesburg zirvesi.....	12
2.3 Çevresel Sürdürülebilirlik	13
2.3.1 Çevre	13
2.3.1.1 Doğal çevre	14
2.3.1.2 Ekosistem	15
2.3.1.3 Yapma çevre	15
2.4 Sürdürülebilirlik Bakış Açısıyla Bina ve Bina Alt Sistemleri.....	16
2.4.1 Bina ve bina alt sistemleri.....	16
2.4.1.1 Bina	17
2.4.1.2 Mekan	18
2.4.1.3 Yapı elemanı, malzeme ve bileşen	19
2.4.2 Sürdürülebilir bina	20
2.4.3 Sürdürülebilir çatı sistemi	24
2.4.3.1 Bitkilendirilmiş çatı sistemi	26
2.4.3.2 Yansıtıcı çatı sistemi	27
2.4.3.3 Çatı güneş pilleri	28
2.4.4 Sürdürülebilir dış duvar sistemleri.....	30
2.4.4.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi	31
2.4.4.2 Cephe güneş pilleri	33
2.4.4.3 Toprak dış duvar sistemleri	33

2.4.4.4 Saman balyasından dış duvar sistemleri	37
2.4.5 Sürdürülebilir malzeme	38
3. YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ	41
3.1 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Tanımı	41
3.2 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Amacı	42
3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Sürdürülebilirliğe Etkileri	42
3.4 Yaşam Döngüsü Süreçleri	43
3.4.1 Hammadde temini ve işlenmesi	43
3.4.2 Üretim	44
3.4.3 Yapım	44
3.4.4 Kullanım	45
3.4.5 Bakım ve onarım	45
3.4.6 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme	46
3.5 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Aşamaları	46
3.5.1 Hedef ve kapsamın tanımlanması	46
3.5.2 Envanter analizi	47
3.5.3 Etki değerlendirme	48
3.5.4 Yorum	48
3.6 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Anketi	49
3.6.1 Anketin hedef ve kapsamının tanımlanması	49
3.6.2 Anketin envanter analizi	50
3.6.2.1 Hammadde temini, işlenmesi ve üretim aşamaları analizi	50
3.6.2.2 Yapım aşaması analizi	52
3.6.2.3 Kullanım aşaması analizi	52
3.6.2.4 Bakım ve onarım aşamaları analizi	52
3.6.2.5 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme aşamaları analizi	53
3.6.3 Anketin etki değerlendirme	53
4. DIŞ DUVAR SİSTEMİ TASARIMI	55
4.1 Performans yöntemi	56
4.2 Kullanıcı Gereksinimleri	58
4.3 Çevresel Etmenler	62
4.3.1 Yükler	62
4.3.2 Rüzgarla itilen yağmur suyu	63
4.3.3 Güneş ışınımı	64
4.3.4 Su buharı	67
4.4 Malzemeler, Bileşenler ve Sistemler	68
4.4.1 Taşıyıcılık	68
4.4.1.1 Taşıyıcı dış duvar sistemi	68
4.4.1.2 Taşıyıcı olmayan dış duvar sistemi	70
4.4.2 Yağmur suyunun kontrolü	71
4.4.2.1 Kütle duvar	74
4.4.2.2 Yüzey geçirimsiz duvar	75
4.4.2.3 İç drenaj sistemli duvar	76
4.4.2.4 Havalandırmaz boşluklu duvar	77
4.4.2.5 Havalandırmalı boşluklu duvar	78
4.4.2.6 Basınç dengeli duvar	79
4.4.3 Isıl performans	80
4.4.3.1 Yansıtıcı malzemeler	81
4.4.3.2 Isıl hareket derzleri	81

4.4.3.3 Isıl geçirgenlik değeri düşük dış duvar sistemi	81
Isı depolama kapasitesine sahip çekirdek	82
Isı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzeme	83
4.4.3.4 Pasif güneş sistemleri	83
Doğrudan kazanımlı sistem	87
Isı depolamalı sistem	91
Termosifon sistem	94
4.4.4 Su buharı akımının kontrolü	97
4.4.4.1 Su buharı geçirimli duvar sistemi	97
4.4.4.2 Su buharı geçirimsiz duvar sistemi	98
4.5 Malzeme, Bileşen ve Sistem Özellikleri	99
4.5.1 Mekanik dayanım	99
4.5.2 Su emme oranı	100
4.5.3 Su geçirmezlik	101
4.5.4 Isı iletkenlik katsayısı	101
4.5.5 Güneş ışınımı yansıtıcılık oranı	101
4.5.6 Su buharı difüzyonu-eş değer hava tabakası kalınlığı	102
4.5.7 Hava geçirgenlik değeri	102
4.6 Katmanlaşma Modelleri	103
4.7 Katmanlaşma Modellerinin Değerlendirilmesi	112
5. MARMARA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN DIŞ DUVAR SİSTEMİ	
BİLEŞENLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ.....	115
5.1 Hedef ve kapsamın belirlenmesi	116
5.2 Envanter analizi	118
5.2.1 Duvar çekirdeği malzemeleri	118
5.2.1.1 Yatay delikli pişmiş toprak blok	119
5.2.1.2 Donatısız gazbeton duvar bloğu	119
5.2.2 Su yalıtım malzemeleri	120
5.2.2.1 Cam tülü veya polyster taşıyıcılı APP veya SBS katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	121
5.2.2.2 Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	121
5.2.2.3 Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı	121
5.2.3 Isı yalıtım malzemeleri	121
5.2.3.1 Genleştirilmiş polistrenli ısı yalıtım levhası (EPS)	122
5.2.4 Cephe kaplama malzemeleri	122
5.2.4.1 Metal levha	124
5.2.4.2 Polimer esaslı cephe kaplaması	124
5.2.4.3 Kağıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	124
5.2.4.4 Elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	125
5.2.4.5 Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (klinker)	125
5.2.4.6 Lamine kompozit metal levha	125
5.2.4.7 Akrilik esaslı dış cephe boyası	126
5.2.4.8 Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	126
5.3 Etki değerlendirmesi	126
5.3.1 Hammadde temini ve işlenmesi	127
5.3.2 Üretim	129
5.3.3 Yapım, kullanım, bakım ve onarım	130
5.3.4 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme	132

6. MARMARA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRİLMİŞ YAPI MALZEMELERİ İLE DIŞ DUVAR SİSTEMİ TASARIM SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	135
6.1 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleri ile Dış Duvar Sistemi Tasarımı için Katmanlaşma Modellerinin oluşturulması	136
6.2 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleri ile Dış Duvar Sistemi Tasarımı için Katmanlaşma Modellerinin Değerlendirilmesi	142
6.2.1 Su buharı geçirimli dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi	143
6.2.2 Su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi	150
6.3 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleriyle Tasarlanan Dış Duvar Sistemlerinin Çevresel Performanslarının Değerlendirilmesi	155
6.4 Sürdürülebilir Dış Duvar Sistemleri	156
7. SONUÇ	159
KAYNAKLAR.....	163
EKLER.....	171

KISALTMALAR

AIA	: American Institute of Architects (Amerikan Mimarlar Odası)
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CFC	: Klorflorkarbon
CO₂	: Karbondioksit
EPS	: Expanded polystren (Genleştirilmiş polistren)
ERG	: Environmental Resource Guide (Çevresel Kaynak Kılavuzu)
HCFC	: Hidroklorflorkarbon
LCA	: Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)
LEED	: Leadership in Energy and Environment
NRC	: Natural Resource Canada (Kanada Tabii Kaynakları)
RİY	: Rüzgarla itilen yağmur suyu
YDD	: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
S_d	: Su buharı difüzyonu-eş değer hava tabakası kalınlığı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Hiyerarşik sistem açılımı (Toydemir ve diğ., 2000)	17
Çizelge 2.2 : İÇyapılarına göre yapı malzemelerinin sınıflandırması (Eriç, 2002)....	20
Çizelge 2.3 : Sürdürülebilir binanın amaçları ve ilkeleri (ISO 15392, 2008).....	21
Çizelge 2.4 : Sürdürülebilir malzemeleri, bileşenleri, binaları ve yerleşimleri değerlendirme yöntemleri (Wallbaum, 2008)	23
Çizelge 2.5 : Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Karaosman, 2006, Liu, 2005).....	27
Çizelge 2.6 : Yansıtıcı çatı sisteminin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Liu, 2005)	28
Çizelge 2.7 : Çatı güneş pillerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Liu, 2005, Türe, 2008)	30
Çizelge 2.8 : Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Url-4).....	32
Çizelge 2.9 : Cephe güneş pillerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Thomas ve diğ., 1999, Türe, 2008).....	33
Çizelge 2.10 : Toprak dış duvar sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Weismann ve Bryce, 2006, Du Pisanie, 2009).....	36
Çizelge 2.11 : Saman balyasından dış duvar sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Saatçioğlu, 2000).....	38
Çizelge 3.1 : Dünya genelinde YDD projeleri (Edwards, 2003).....	41
Çizelge 3.2 : Hammadde temini ve işlenmesi süreçleri (Demkin, 1998)	44
Çizelge 3.3 : Hammadde temini, işlenmesi ve üretim süreçleri için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998).....	51
Çizelge 3.4 : Yapım süreci için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998) ...	52
Çizelge 3.5 : Kullanım süreci için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998)	52
Çizelge 3.6 : Bakım ve onarım süreçleri envanter analizi bilgi elemanlarının açıklanması (Demkin, 1998)	53
Çizelge 3.7 : Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri envanter analizi bilgi elemanlarının açıklanması (Demkin, 1998)	53
Çizelge 4.1 : Performans yöntemi	57
Çizelge 4.2 : Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemlerin yapı tarafından karşılanması gereken gereksinimleri (Sarp, 2007)	59
Çizelge 4.3 : Kullanıcının psikolojik yapısını oluşturan davranışların yapı tarafından karşılanması gereken gereksinimleri (Sarp, 2007)	60
Çizelge 4.4 : Kullanıcının sosyolojik yapısını oluşturan sistemlerin yapı tarafından karşılanması gereken gereksinimleri (Sarp, 2007)	60
Çizelge 4.5 : Katmanlaşma modellerinde kullanılan bileşenlerin kısaltmaları.	104
Çizelge 5.1 : Duvar çekirdeği malzemeleri için envanter analizi sonuçları	119
Çizelge 5.2 : Su yalıtım malzemeleri için envanter analizi sonuçları.....	120
Çizelge 5.3 : Isı yalıtım malzemeleri için envanter analizi sonuçları.....	122
Çizelge 5.4 : Cephe kaplama malzemeleri için envanter analizi sonuçları	123

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin başlıca bakış açıları (ISO 15932, 2008).	11
Şekil 2.2 : Sera gazlarının kızılötesi ışınımlara etkisi (Pitts, 2004).....	12
Şekil 2.3 : Binanın yaşam döngüsü boyunca kaynak akışı (Kim, 1998).....	21
Şekil 2.4 : Sürdürülebilir binanın sürdürülebilirliğe bakış açıları	24
Şekil 2.5 : Yeşil çatı katmanları (Liu, 2005)	26
Şekil 2.6 : Yansıtıcı çatı sistemi (Liu, 2005)	28
Şekil 2.7 : Güneş pili bileşenleri (Hollingum, 2001).....	29
Şekil 2.8 : Blok kerpiç ile örülmüş bir dış duvar sistemi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009).....	34
Şekil 2.9 : Omurgalı kerpiç sistem ile yapılmış bir çatı sistemi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009).....	35
Şekil 2.10 : Yığma kerpiç sistem ile yapılmış bir kış bahçesi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009).....	35
Şekil 2.11 : Dövme kerpiç sistem ile yapılmış deneme bilim merkezi, Genesis Building, Taunton, Birleşik Krallık (Kaya, 2009)	36
Şekil 2.12 : Kum torbasından toprak dış duvar sistemi yapımı (Du Pisanie, 2009)..	36
Şekil 2.13 : Saman balyasının taşıyıcı olduğu dış duvar sistemleri (Magwood ve diğ., 2009)	37
Şekil 2.14 : Saman balyasının taşıyıcı olmadığı, prefabrike dış duvar sistemi (Beadle ve diğ., 2009)	38
Şekil 3.1 : Yapı malzemelerinin bina yaşam döngüsündeki akışı (E 1991, 2005)	47
Şekil 4.1 : Elektro manyetik güneş spektrumu (Vita-Finzi, 2008).	64
Şekil 4.2 : Güneş ışınımlarının dalga boylarına göre dış duvar sistemine etkileri ...	65
Şekil 4.3 : Taşıyıcı dış duvar sistemi (Fleming, 2005)	69
Şekil 4.4 : Kolonlara bağlı olarak dolgu duvarların konumları (Nashed, 1996)	70
Şekil 4.5 : Kayıtlı dış duvar sistemi (Türkeri, 2009a)	71
Şekil 4.6 : Suyun dış duvar sisteminin bünyesine girmesi için gerekli koşullar (Nashed, 1996)	72
Şekil 4.7 : Yer çekimi kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996)	73
Şekil 4.8 : Kinetik enerji kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996)	73
Şekil 4.9 : Yüzey gerilimi kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996)	74
Şekil 4.10 : Kapiler basınç kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996)	74
Şekil 4.11 : Kütle duvar (Solda, RİY etkisi altında suyun bünyeye alınması, sağda, suyun buharlaşması, Türkeri, 2009a)	75
Şekil 4.12 : Yüzey geçirimsiz duvar (Türkeri, 2009a).	76
Şekil 4.13 : İç drenaj sistemli duvar (Türkeri, 2009a).....	77

Şekil 4.14 : Havalandırmaz boşluklu duvar (Türkeri, 2009a).....	78
Şekil 4.15 : Havalandırmalı boşluklu duvar (Türkeri, 2009a).....	78
Şekil 4.16 : Basınç dengeli duvar (Türkeri, 2009a).....	80
Şekil 4.17 : Dış duvar sistemleri için taşınım yoluyla ısı iletim direnç değerleri (TS 825, s.8).....	82
Şekil 4.18 : Isı aktarımı kontrol yöntemleri (Watson ve diğ., 1992).....	86
Şekil 4.19 : Doğrudan kazanımlı sistem (Crosbie, 1998).....	87
Şekil 4.20 : Doğrudan kazanımlı sistemde toplayıcı (Crosbie, 1998).....	88
Şekil 4.21 : Doğrudan kazanımlı sistemde depolayıcı (Crosbie, 1998).....	88
Şekil 4.22 : Doğrudan kazanımlı sistemde dışarıdan gölgeleme için kullanılan saçaklar (Crosbie, 1998).....	89
Şekil 4.23 : Doğrudan kazanımlı sistemde sabit ısı yalıtımı (Crosbie, 1998).....	89
Şekil 4.24 : Doğrudan kazanımlı sistemde hareketli ısı yalıtımı (Crosbie, 1998).....	90
Şekil 4.25 : Havalandırmaz ısı depolamalı sistem (Crosbie, 1998).....	91
Şekil 4.26 : Havalandırmalı ısı depolamalı sistem (Crosbie, 1998).....	92
Şekil 4.27 : Isı depolamalı sistemde havalandırmaz soğutma (Crosbie, 1998).....	92
Şekil 4.28 : Isı depolamalı sistemde havalandırmalı soğutma (Crosbie, 1998).....	93
Şekil 4.29 : Termosifon sistem (Crosbie, 1998).....	94
Şekil 4.30 : Nefes alan toplayıcılı termosifon sistem (Crosbie, 1998).....	95
Şekil 4.31 : Soğurucu plakalı hava akımından bağımsız toplayıcılı termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).....	95
Şekil 4.32 : Soğurucu ısı yalıtımlı duvara sahip termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).....	96
Şekil 4.33 : Çift taraflı hava akımına sahip soğurucu plakalı termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).....	96
Şekil 4.34 : Nefes alan havalandırmalı boşluklu duvar (Addleson ve diğ, 1991).....	98
Şekil 4.35 : İç ortam buhar geçirimsiz duvar (Addleson ve diğ, 1991).....	99
Şekil 4.36 : İç ortam buhar ve hava geçirimsiz duvar (Addleson ve diğ, 1991).....	99
Şekil 4.37 : Çekirdek katmanı (Ek B.2).....	104
Şekil 4.38 : Rüzgarla itilen yağmur suyunu kontrol eden dış duvar sistemleri.....	106
Şekil 4.39 : Isı yalıtım malzemelerinin yüzey geçirimsiz duvardaki konumları.....	108
Şekil 4.40 : Kış ve yaz ayları için farklı katmanlaşma modellerine sahip doğrudan kazanımlı pasif sistemli yüzey geçirimsiz dış duvar sistemleri (Ek B.2).....	109
Şekil 4.41 : Buhar geçirimsiz katmanın ısı yalıtımının sıcak tarafında farklı uygulamaları (Ek B.2).....	110
Şekil 4.42 : Su buharı geçirimli ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemleri için katmanlaşma modelleri.....	111
Şekil 4.43 : Katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi için bir örnek: havalandırmalı boşluklu, ısı yalıtımı dış yüzeyde, buhar geçirimsiz dış duvar sistemi (Ek B.2).....	113
Şekil 5.1 : Malzeme üretici firmaların onay tablosu.....	117
Şekil 5.2 : Hammadde temini ve işlenmesi süreçleri için etki değerlendirmesi.....	127
Şekil 5.3 : Üretim süreci için etki değerlendirmesi.....	129
Şekil 5.4 : Yapım, kullanım, bakım ve onarım süreçleri için etki değerlendirmesi.....	131
Şekil 5.5 : Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri için etki değerlendirmesi.....	132
Şekil 6.1 : Sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarım yöntemleri.....	135
Şekil 6.2 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özellikleri.....	137

Şekil 6.3 : Havalandırılmalı boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar (Ek B.3, 1.5.1.1)	140
Şekil 6.4 : Türkiye’ rüzgarla itilen yağmur suyuna maruz kalan bölgelerin haritası (Şahal, 2005)	144
Şekil 6.5 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile yüzey geçirimsiz su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4).....	146
Şekil 6.6 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile ısı depolamalı, yüzey ve su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri, (Ek B.4).....	147
Şekil 6.7 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile termosifon sistemli, yüzey ve su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4).....	148
Şekil 6.8 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırmasız boşluklu su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4).....	148
Şekil 6.9 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırılmalı boşluklu su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4).....	149
Şekil 6.10 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile yüzey ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)	152
Şekil 6.11 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile iç drenaj sistemli ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4).....	153
Şekil 6.12 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırmasız boşluklu ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)	153
Şekil 6.13 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırmasız boşluklu ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)	154
Şekil 6.14 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş tek çekirdekli ve çift çekirdekli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarım seçeneklerinin değerlendirmesi (Ek. B.5)	156

SÜRDÜRÜLEBİLİR DIŞ DUVAR SİSTEMİ İÇİN TASARIM SEÇENEKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Dış duvar sistemleri, yaşam döngüsü boyunca çevresel etmenler etkisi altında iç ortam kullanıcı gereksinmelerini karşılamak amacıyla çevreyi en az olumsuz etkileyen bileşenlerle tasarlanmalıdır. Ancak, Türkiye’de, yaşam döngüsü değerlendirmesine bağlı yöntem, araç ve yönetmeliklerin yetersizliği nedeniyle dış duvar sistemlerinin ve bileşenlerinin çevresel etkileri ihmal edilebilmektedir.

Bu yüksek lisans tezinin ana amacı, sürdürülebilir dış duvar sistemleri için tasarım seçenekleri geliştirmektir. Bu ana amaç doğrultusunda yer alan alt amaçlarda, ilk olarak Marmara Bölgesi’nde üretilen sistem bileşenlerinden duvar çekirdeği, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve dış kaplama malzemelerinin çevresel performanslarının ortaya konması hedeflenmektedir. Ardından, çevreye en az zarar veren dış duvar sistemi bileşenlerini, belirli katmanlaşma modellerinde bir araya getirerek, taşıyıcılık, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve buhar geçirimsizlik performansları karşılanan ve olumsuz çevresel etkileri en az olan dış duvar sistemi tasarım seçeneklerinin ortaya konması hedeflenmektedir.

Alt amaçlar doğrultusunda ilk olarak, yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) standardına bağlı olarak Amerikan Mimarlar Odası’nın tasarladığı Çevresel Kaynak Kılavuzu’nda yer alan anket çalışması Türkçe olarak tekrardan biçimlendirilmiştir. Anket dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, araştırmanın, coğrafi koşullar ve belirli yapı malzemelerine bağlı olarak sınırlandırıldığı hedef ve kapsam tanımlanmaktadır. İkinci aşamada, yapı malzemelerinin beşikten mezara çevresel ayak izlerini gözlemlmek amacıyla gerekli bilgilerin toplandığı envanter çalışması üçüncü aşamada da, toplanan bilgilerin farklı etki gruplarına göre değerlendirildiği etki değerlendirmesi yer almaktadır. Dördüncü ve son aşamada ise, etki değerlendirmesi bağlı olarak yapı malzemelerinin çevresel performansları yorumlanmaktadır. YDD anketinin hazırlanmasının ardından, Marmara Bölgesi’nde üretilen dış duvar sistemi bileşenlerine ait yapı malzemeleri ve bu yapı malzemelerini üretici firmalar belirlenmiştir. YDD anketleri, firmaların üretim tesisleri ziyaret edilip, üretim müdürleri ile birlikte yüz yüze görüşülerek doldurulmuştur. On altı firmaya anket çalışması uygulanarak farklı özelliklerde iki duvar çekirdeği, üç su yalıtımı, bir ısı yalıtımı ve on kaplama malzemesinin çevresel performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda bazı malzemeler hakkında yeterli bilgiye ulaşılamamıştır. Eksik bilgilerle gerçek performansları belirlenemeyen malzemeler karşılaştırılamamaktadır.

Alt amaçlar doğrultusunda ikinci olarak, dış duvar sistemi tasarlamak için Şahal’ın uyguladığı performans yönteminden faydalanılmıştır. Yedi aşamadan oluşan performans yönteminin ilk aşamasında, iç ortam kullanıcı gereksinimleri belirlenmiş, ikinci aşamada kullanıcı gereksinmelerine bağlı çevresel etmenler ortaya konulmuş, üçüncü aşamada, çevresel etmenler etkisi altında dış duvar sisteminin performansı analiz edilmiş, dördüncü aşamada, çevresel etmenler etkisi altında dış

duvar sisteminin hasar görmesini engellemek amacıyla performans gereksinimleri belirlenmiş, beşinci aşamada, performans gereksinimlerini karşılayabilecek malzeme, bileşen ve sistemler tanımlanmış, altıncı aşamada, söz konusu malzemelerin, bileşenlerin ve sistemlerin özellikleri ortaya konulmuştur. Altıncı aşamadan sonra çevresel etmenler etkisi altında dış duvar sistemi performans gereksinimlerini karşılayacak malzeme, bileşen ve sistemlere bağlı katmanlaşma modelleri belirlenmiştir. Yedinci aşamada ise her bir çevresel etmenin, katmanlaşma modelinde yer alan her bir malzeme, bileşen ve sisteme etkisi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile toplam altmış altı adet dış duvar sistemi tasarlanmıştır.

Çalışmanın en son aşamasında performans yöntemine bağlı olarak katmanlaşma modellerinde bir araya getirilen yapı malzemelerinin YDD sonuçlarına bağlı olarak dış duvar sistemi tasarımlarının çevresel performanslarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ancak, yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmelerinde yer alan eksik bilgilere bağlı olarak dış duvar sistemleri tasarımlarının çevresel performansları değerlendirilememiştir.

DEVELOPMENT OF DESIGN ALTERNATIVES FOR SUSTAINABLE EXTERNAL WALL SYSTEM

SUMMARY

Regarding to effects of environmental agents in a whole life cycle period, design of external wall systems must supply indoor user requirements with least adverse effects on environment. However, due to lack of information about life cycle assessment methods, tools and regulations, environmental impacts of external wall systems and their components are neglected in Turkey.

Main goal of this Master of Science thesis is to develop design alternatives for sustainable external wall systems. One of the sub aims is to present environmental performance of external wall system components, which consist of core, waterproofing, thermal insulation and cladding materials. And the other is to put forward of design alternatives of external wall systems, which are assembled with the components that have structural, water tightness, thermal and air tightness performance with least adverse effects on environment.

According to first sub aim, survey system of Environmental Resource Guide, which is designed by American Institute of Architects in a framework of life cycle assessment (LCA), was reorganized in Turkish format. The survey consist of four parts, one of which is the definition of aim and scope of the study, where research boundaries are set by particular materials and geographical positions, and the other is inventory analysis, where data was collected for observing environmental footprints of building materials from cradle to grave. The third part includes the impact assessment, where collected data is evaluated by different impact categories. Due to results of impact assessment, environmental performances of building materials are evaluated at the final part. Subsequent to the preparation of the survey, external wall system component manufacturers in Marmara Region were compiled and sorted in a list. Thereafter, surveys were filled out by visiting manufacturing facilities, where controlled interviews were conducted with facility managers in response of enquiry. Consequently, environmental performance of two core materials, three waterproofing materials, one thermal insulation material and ten cladding materials were assessed by conducting the surveys. Inventory analysis data were not gathered as a whole for some materials. Due to deficient data, environmental performance of some materials cannot be compared.

According to second sub aim, Sahal's performance method was used to design external wall systems. Performance method consists of seven parts. Initially, user requirements for indoor environment are defined. Subsequently, environmental agents, which affect on user comfort, are determined. At the next part, performances of the external wall systems are analysed to determine damages made by environmental agents. At the fourth part, analysed damages take under control by determining performance requirements of external wall systems. At the following

part, materials, components and systems are determined to meet required performances. At the sixth part, properties of selected materials, components and systems are determined. After the sixth part has finished, external wall system assemblies are modelled with selected materials, components and systems, which are proved to present performance requirements of external wall systems to meet desired user requirements against the effects of environmental agents. At the final part, performance of all materials, components and systems, which are assembled in models, are evaluated for all environmental agents. At the end of the evaluation, external wall system components, which are evaluated through their life cycles, are assembled by sixty six design alternatives.

Eventually, designed external wall system assemblies are performed by cumulative environmental impacts of their components. All external wall system design alternatives are failed by their environmental impacts, because of the lack of information gathered by the LCA of their components.

1. GİRİŞ

1.1 Sorun

Günümüzde hızla artan dünya nüfusu karşısında barınma ihtiyacını karşılayacak binalara olan ihtiyaç da artmaktadır. Başta barınma ihtiyacı ile birlikte insanların farklı gereksinimleri doğrultusunda yapma çevrenin birer ürünü olarak tasarlanan binalar, yaşam döngüleri süreçlerinde yer alan yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme aşamalarında tükettikleri doğal kaynaklarla ve oluşturdukları atıklarla doğal çevreyi olumsuz etkilemektedirler (Ngowi, 2000 ve Iyer-Raniga et al. 2008). Binaların doğal çevreye karşı olumsuz etkileri, içinde yer aldıkları yerel, bölgesel ve küresel ekosistemlerin doğal dengelerinin bozulmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda küresel ısınma gibi canlı hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratan iklimsel değişimler gözlemlenmektedir.

Küresel ısınma tehdidine bağlı olarak binaların çevreye karşı zararlı etkilerini azaltmak için 20. yüzyılın son çeyreğinden günümüze ulusal ve uluslar arası farklı çevresel değerlendirme yöntemleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde uygulanan çevresel değerlendirme yöntemleri ile binalar sertifikalandırılarak çevresel etkileri gözlem altına alınmaya ve en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Yeşil bina sertifikaları olarak adlandırılan bu sistemlerden dünyada en çok tanınan ve kullanılan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) sertifikaları binaların çevresel performanslarını değerlendirmektedir. Çevresel performansları uygun olan binalar yeşil bina olarak etiketlenir (Özçelik, 2009).

Binaların çevresel performanslarının değerlendirilmesi sürecinde yapı elemanlarının ve yapı malzemelerinin de çevresel performanslarının değerlendirilmesiyle ilgili farklı yöntemler ve araçlar kullanılmaktadır. Genelde tercih edilen çevresel performans değerlendirme yöntemlerinden biri olan YDD (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi) yöntemi, ISO 14040 Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme serisi standartlarına bağlı olarak yapı malzemelerinin yaşam döngüleri boyunca

çevreye olan etkilerini değerlendirerek çevresel performanslarını ortaya koyarlar (Taygun, 2005; TSE, 1998). YDD yöntemiyle çevresel performansları belirlenen yapı malzemeleri, ENVEST 2 gibi yapı elemanlarının çevresel performanslarını değerlendiren araçlara ve LEED ve BREEAM gibi bina çevre sertifikasyon sistemlerine kaynak oluştururlar. Her bir değerlendirme sisteminin birbiriyle bağlantı halinde bulunduğu süreçte çevresel performansı incelenmiş yapı malzemeleri sürdürülebilir ya da yeşil bina olarak adlandırılan çevreci binaların değerlendirilme sürecine katkıda bulunurlar (Url-19).

Türkiye’de yapı malzemesi üreticileri genelde ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardını kullanarak üretim tesislerinin çevresel etkilerini kontrol altına almaktadırlar. Ancak, sadece üretim aşamasını kapsayan bu standart ile üretilen ürünlerin doğadan elde edilme, üretim sonrası yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçleri incelenmemektedir. Diğer taraftan LEED ve BREEAM gibi sertifika sistemlerin puanlama aşamasında ISO 14040 Çevre Yönetimi- Hayat Boyu Değerlendirme Standardı’na uygun yapı malzemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de ISO 14040 standardına uygun yapı malzemeleri üretilmediğinden dolayı binaların sertifikalandırılmaları sürecinde kullanılacak yapı malzemeleri ISO 14040 standardını karşılayan yabancı üreticilerden ithal edilmektedir (Özdemir, 2008). Yapı malzemelerinin ithal edilmesi ürünlerin alış fiyatını artırmakla birlikte yerel üretimi yavaşlatarak ülkenin sürdürülebilir kalkınmasını da olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, ISO 14040 standardının kullanılmaması nedeniyle Türkiye’de sürdürülebilir binalar ve yapı elemanlarıyla ilgili tasarımlar yapılırken kullanılan yapı malzemelerinin tüm yaşam döngüleri boyunca gösterdikleri çevresel performansları mimarlar tarafından bilinmemektedir.

Çevresel performanslarının değerlendirilmesi sonucunda yerel, bölgesel ve küresel ekosisteme en az zarar veren yapı malzemeleri bir araya gelerek yapı bileşenlerini, yapı bileşenleri bir araya gelerek yapı elemanlarını ve yapı elemanları da bir araya gelerek sürdürülebilir binayı oluşturmaktadır. ENVEST 2 sadece yapı elemanları için sürdürülebilir yapı malzemeleri önerirken bu malzemelerin yapı elemanındaki kullanım önerileri tasarımcıların tercihlerine bırakılmıştır (Url-19). Oysaki sürdürülebilir yapı elemanlarının çevreye karşı olumsuz etkileri de kontrol altına alınırken çevresel etmenler karşısında taşıyıcılık, su yalıtımı, ısı yalıtımı, hava geçirimsizlik vb. gibi performansları da dikkate alınmalıdır. Bu amaç doğrultusunda

sürdürülebilir yapı elemanları tasarımı üzerine farklı çalışmalar yapılmıştır. Hutchinson (2004) ve Liu'ya (2005) göre sürdürülebilir çatı sistemleri “yaşam döngüsü destekleyen tasarım, yapım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinde küresel çevreyi koruyan ve doğal kaynakları verimli kullanan sistem” olarak tanımlanmaktadır. Çatı sistemlerinin sürdürülebilir tasarımları üzerine uluslar arası çalışmalar yer alırken sürdürülebilir bina tasarımı için gerekli bir diğer yapı elemanı olan dış duvar sistemleri için sürdürülebilir tasarım seçenekleri ile ilgili yazarın bilgisi dâhilinde Türkiye’de henüz bir araştırma yapılmamıştır.

1.2 Amaç

Bu tezde hedeflenen ana amaç sürdürülebilir dış duvar sistemleri için tasarım seçenekleri geliştirmektir. Bu ana amaç doğrultusunda yer alan alt amaçlar;

- Bir dış duvar sisteminden beklenen performansı karşılayan bileşenleri oluşturan malzemelerin çevresel etkilerini değerlendirmek ve
- Çevreye en az zarar veren bileşenleri belirli katmanlaşma modellerinde bir araya getirerek taşıyıcılık, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve buhar geçirimsizlik performansını karşılayan ve olumsuz çevresel etkileri en az olan, diğer bir anlatımla sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarım seçeneklerini ortaya koymaktır.

1.3 Kapsam

Sürdürülebilir yapı malzemelerini belirlemek amacıyla bu tez çalışması kapsamında dış duvar sistemi bileşenlerden duvar çekirdeği, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve cephe kaplama malzemeleri incelenmiştir. Tez kapsamında alınan diğer kararlar aşağıda sıralanmaktadır;

- Bina alt sistemlerinden yapı elemanları sistemi incelenirken, taşıyıcı sistem ve servis sistemleri bu tez çalışması kapsamında incelenmemektedir.
- Toprak üstü dış duvar sistemi incelenmiştir.
- Daha az taşıma mesafesi ile daha düşük enerji tüketimine sahip yaşam döngüsü süreçlerine sahip yerel malzemeleri değerlendirmek için Marmara Bölgesi sınırları içerisinde üretim yapan tesisler seçilmiştir.

- YDD çalışması ile yapı malzemelerinin çevresel performansları ortaya konarak sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutu dikkate alınmaktadır.
- Sürdürülebilir kalkınmayı ekonomik bakış açısıyla değerlendirmek için kullanılan yaşam döngüsü maliyet analizi (Life Cycle Cost Analysis – LCCA) bu çalışmada yer almamaktadır (Url-20).
- Toplumsal eşitliği doğrudan destekleyen sosyal adalet, işbirliği, katılımcılık ve güvenlik gibi sistemler incelenmediği için sürdürülebilir kalkınmanın toplumsal boyutu incelenmemektedir (Nemli, 2009).
- Yapı malzemeleri arasından küresel ticareti yapılabilenler incelenmektedir.
- Hammaddelerin kazanımı ve işlenmesi için gerekli girdi ve çıktılar son ürün üreticilerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda değerlendirilmektedir.
- Son ürün olarak değerlendirilen yapı malzemelerinden bazılarının üretimi için gerekli ara ürünler farklı üreticiler tarafından üretilmektedir. Ara ürünlerin üretim süreçlerine ilişkin bilgilere ulaşamadığından dolayı son ürün üreticilerinin bilgisi dahilinde genel üretim süreci değerlendirilmektedir.
- İncelenen yapı malzemeleriyle yapılan dış duvar sistemlerinin uygulamasında üreticiler tarafından belirlenen araç ve gereçler dikkate alınmaktadır.
- Dış duvar sistemlerini oluşturan yapı malzemelerinden iç kaplamalar kapsama dahil edilmediğinden dolayı yapı malzemelerinin iç hava kalitesine etkileri değerlendirilmemiştir.
- Uzun dönem incelemeler yapılamadığından dolayı sadece yapı malzemesi üreticileri tarafından öngörülen dayanıklılık koşulları ve hizmet ömürleri dikkate alınmaktadır.
- Yapı malzemelerinin tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme olanakları, oranları ve yöntemleri son ürün üreticilerinin bilgileri doğrultusunda değerlendirilmektedir.
- Çevresel etkileri incelenen yapı malzemeleri girdilerinden kütlesi ve enerji miktarı %1'in altında kalanlar envanter analizine dahil edilmemiştir.
- Seçilecek yapı malzemelerinin çevresel etkileri yapıda kullanım amaçlarına yönelik özellikleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmelidir. Bu

nedenle çevresel performansları değerlendirilen yapı malzemelerinin karşılaştırmalı seçiminin mimarlar tarafından yapılması uygun görülmüştür.

- Dış duvar sistemlerinin kullanıcı gereksinmelerine göre performansları değerlendirilirken yükler, rüzgarla itilen yağmur suyu, iç ve dış ortam hava sıcaklık farkı, güneş ışınımları ve iç ve dış ortam su buharı basınç farkı gibi çevresel etmenlere dikkate alınmaktadır.
- Taşıyıcı özelliklerine göre taşıyıcı olan ve olmayan, yapım türlerine göre örme, panel ve iskelet sisteme sahip, ayırıcı özelliklerine göre bir açık ve bir kapalı hacmi ayıran toprak üstü dış duvar sistemleri incelenmektedir.
- Kullanıcı gereksinmelerine bağlı olarak dış duvar sisteminden iç ve dış ortam arasında iletişim kurması ve iç ve dış ortamda oluşabilecek gürültüyü kontrol altına alması beklenmemektedir.
- RİY’i kontrol altına almak için kütle, yüzey geçirimsiz, iç drenaj sistemli, havalandırmasız boşluklu, havalandırılmalı boşluklu ve basınç dengeli duvarlar kullanılmaktadır.
- Tasarlanan dış duvar sistemleri, İstanbul için gerekli görülen ısıl geçirgenlik değeri olan $0,6 \text{ w/m}^2\text{K}$ ’nin altında kalmalıdır.
- Açık renkli ve pürüzsüz yüzeyli malzemelerin güneş ışınımı yansıtıcılık oranları yüksek kabul edilirken, koyu renkli ve pürüzlü yüzeye sahip malzemelerin güneş ışınımı yansıtıcılık oranları düşük kabul edilmektedir.
- İncelenen yapı malzemelerinin güneş ışınımı yansıtıcılık oranları değerlerine ulaşamadığından, bu malzemelerinin yüzey özelliklerinin güneş ışınımı etkisi altında sistem gereksinmelerini karşıladığı varsayılmaktadır.
- Tüm sistemler için eşit kalınlıkta malzemeler kullanarak sistemler arasında karşılaştırma yapabilmek için katmanlaşma modellerinde EPS’nin ve diğer yapı malzemelerinin kalınlıkları sabit tutulmaktadır.
- Değerlendirilen dış duvar sistemleri için matematiksel hesaplamalar sonucu belirlenen her hangi bir taşıyıcılık değeri belirtilmediğinden dolayı, sistem üzerine gelen yükler çekirdek bileşenine ulaşmaya kadar incelenen tüm yapı malzemelerinin gerekli mekanik dayanıma sahip oldukları varsayılmaktadır.

1.4 Yöntem

Çalışmada kullanılan yöntemler;

- Veri toplama;
 - Literatür araştırması ve
 - Anket çalışması ile
- Performans yöntemidir.

Yukarıda açıklanan yöntemlerin çalışmada yer alan bölümlerde kullanımını aşağıdaki gibidir;

- Sürdürülebilirlik kavramının alt başlıklarıyla birlikte açıklanması ve Türkiye’de yapı malzemelerinin sürdürülebilirliklerinin incelenmesi için uygulanabilecek bir model önerisinin oluşturulması için literatür araştırması,
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) anketinin oluşturulması ve ankette değerlendirilecek yapı malzemeleriyle bu malzemeleri üreten firmaların belirlenmesi için literatür araştırması,
- YDD anketinin uygulanması için anket çalışması,
- Dış duvar sistemlerinin tanımlanması için literatür araştırması,
- Dış etmenlerin etkisi altında kullanıcı gereksinmelerini karşılamak için taşıyıcılık performansını, rüzgârla itilen yağmur suyunun kontrolünü, ısı performansını ve su buharının kontrolünü gösteren dış duvar sistemi tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi için performans yöntemine bağlı tasarım yöntemi,
- Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile dış duvar sistemi tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi için performans yöntemine bağlı tasarım yöntemi kullanılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı

Ekosistem içinde yer alan doğal döngüde her bir canlı, başka bir canlı için bir av ya da avcı olabildiği gibi canlıların tümü yaşamsal eylemlerinin geri kalan ihtiyaçlarını cansız varlıklardan faydalanarak devam ettirmektedir. Genelde avcı durumunda, huzurlu ve olabildiğince uzun yaşamaya çalışan insanoğlu, akli ve mantığı ile kendine özgü yapma çevresel koşullar yaratmakta ve bu yeni çevrenin ihtiyaçlarını da doğal kaynakları kullanarak karşılamaktadır. Fakat günümüzde, günden güne artan dünya nüfusu karşısında insanoğlunun doğal kaynaklara olan ihtiyacı da artmaktadır. Aşırı ihtiyaç ile birlikte doğal kaynaklar doğanın yenileme hızından hızlı tüketildiklerinde yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bunun sonucunda ekosistemin doğal dengesi bozularak insanoğlunun huzurlu ve uzun bir yaşam sürmesi mümkün olmamakla birlikte diğer tüm canlıların geleceği de tehlike altına girmektedir. Doğal yaşamın tehlike altına girmeden devam edebilmesi için ortaya çıkmış olan sürdürülebilirlik kavramı, insanoğlunun içinde yaşadığı doğaya karşı göstermesi gereken sorumlulukları belirler. Diğer bir deyişle sürdürülebilirlik kavramı, dünyada ekonomik, toplumsal ve çevresel düzeni sağlamak için doğaya verilen zararı mümkün olduğu kadar azaltmaktır.

Türk Dil Kurumu'nun Türkçe Sözlüğü'nde "sürdürmek" kelimesi "bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak" olarak tanımlanmıştır (Url-6). Türk Dil Kurumu'nun internet kaynaklarına göre bir terim olarak sürdürülebilirliğin Türkçe bir tanımı yoktur.

İngilizce sözlükler arasında, Compact Oxford İngilizce Sözlüğü'nde "sürdürülebilir",

- Sürdürülür olma,
- Sanayi, gelişim ve tarımsal yönden de doğal kaynakların yok olmasını engellemek olarak tanımlanmıştır (Url-7).

Başka bir İngilizce sözlük olan Merriam-Webster Çevrimiçi Sözlüğü'nde sürdürülebilirliğin bir tanımı yapılmazken sıfat olan “sürdürülebilir” sözcüğünün üç farklı tanımı aşağıdaki gibidir (Url-8).

- Sürdürülür olma;
- Sürdürülebilir teknik ya da sürdürülebilir tarım için; Bir yönteme bağlı olarak ya da bir yöntem olarak kaynakları yok etmeden ya da tamamen zarar vermeden kullanmak ya da toplamak;
- Sürdürülebilir toplum için; sürdürülebilir yöntemleri içeren yaşam tarzına bağlı kalmaktır.

Yerli ve yabancı sözlüklerdeki sürdürülebilir olma genelde olumsuz süreçlerin önüne geçerek hedeflenen eylemlerin devam ettirilmesi olarak tanımlanmıştır. Sözlüklerde özellikle yer alan doğal kaynakları yok etmeden ve zarar vermeden kullanmak tanımı ise çevresel açıdan sürdürülebilirliği açıklamaktadır. Doğal ve yapma çevrenin sürekli bir gelişim halinde olduğu düşünülürse insanların yaşamlarında çevreyle etkileşim gösterdikleri her alanda olumsuz bir durum fark edildiği andan itibaren uygulamaya geçilmesi gereken olumlu süreçlerin tümü sürdürülebilir olmanın hedeflerini oluşturmaktadır.

Doğal kaynakların tüketimiyle yapma çevrenin gelişimi doğrudan bir ilişki içerindedir. Bu ilişkiye bağlı olarak yapma çevrenin sürdürülebilirliği doğal çevreyle olan ilişkisi kurularak tanımlanmalıdır. ISO 15392 (2008) standardındaki tanımına göre yapı terimi olarak incelenen sürdürülebilirlik, günümüz ve gelecek nesiller için ekosistem bileşenlerinin işlevleriyle birlikte devam ettirilmesi durumudur. Aynı kaynakta sürdürülebilirliğin stratejileri hakkında dört farklı noktaya değinilmiştir;

- Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınmanın hedefidir ve sürdürülebilir kalkınma düşüncesi uygulandığında sonuç gösterebilir.
- Binaların yapımı söz konusu olduğunda sürdürülebilirlik, gelecek nesiller için ekosistem bileşenlerinin ve işlevlerinin devam ettirilmesi durumunda yapı işlerinde kullanılan servislerin, ürünlerin ve eylemlerin katkısı incelenmektedir.
- Sürdürülebilirliğin küresel anlamda bir mücadelesi yapılırken bina yapımındaki sürdürülebilirlik stratejileri yereldir ve bölgelerin içeriğine ve diğer bölgelerle ilişkisine göre değişiklikler gösterir.

- Ekosistem bileşenleri insanları ve insanların fiziksel çevrelerini içerdiği gibi hayvanları ve bitkileri de içerir. İnsani gereksinmelerini oluşturan ve insanların yer aldıkları toplumların devamı için gerekli olan çevresel, ekonomik, toplumsal ve kültürel koşullar birbirleriyle denge oluşturmalarıdır.

ISO 15932 (2008) standardında yer alan tanımlamalara göre yerel ve küresel koşullar dikkate alınarak sürdürülebilir yapıların farklı yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel, ekonomik, toplumsal ve kültürel gereksinimleri doğrultusunda tasarım önerileri üretilmelidir.

Sürdürülebilirlikle ilgili geçmişten günümüze ortaya çıkan sorunlar ve bu sorunları çözmeye yönelik uygulanmış yöntemler ve sonuçlar incelenerek bugünkü gelinen noktada sürdürülebilirliğin tanımı daha net anlaşılabilir. Bu nedenle bir sonraki bölümde sürdürülebilirliğin tarihsel gelişimi içerisinde ortaya çıkan sorunlar incelenerek sorunları çözmeye yönelik yöntemler ve sonuçlar incelenecektir.

2.2 Sürdürülebilirliğin Tarihsel Gelişimi

Geçmişten günümüze insanoğlu rahat ve güvenli bir yaşam sürdürmek amacıyla doğal kaynaklardan, özellikle de fosil yakıtlardan faydalanmıştır. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte kullanılan doğal kaynaklara olan talep de artmıştır. Yakın tarihte, İkinci Dünya Savaşı'nın ardından sanayi üretimlerinin artması sonucunda fosil yakıtların tüketimi de hızlanmıştır. Aşırı tüketim karşısında, dünyada sınırlı miktarda yer alan fosil yakıtlar aynı hızla yenilenememiştir. Dahası, fosil yakıtların tüketimi, doğaya zarar verici atıkların oluşumuna da sebep olmuş, bu sonuçlara bağlı olarak da doğanın dengesinde bozulmalar ortaya çıkmıştır. Diğer bir deyişle dünya hastalanmıştır. Hastalanan dünya içinde yaşayan canlı hayatın yaşama koşulları da zorlaşmıştır. Yaşama koşulları zorlaşan canlı hayatının bugününün ve geleceğinin tehlikeye girmesi küresel bir sorun haline dönüşünce dünya ülkeleri bir araya gelerek ortak çözüm arayışları içine girmişlerdir. Bunun sonucunda geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinden günümüze kadar geçen süreç içerisinde gelişmiş ve gelişmekte olan devletlerin katılımıyla ana fikrinin doğal çevreyi korumak ve sürdürmek olduğu farklı büyüklükte toplantılar düzenlenmiştir. Birleşmiş Milletler çerçevesinde düzenlenen toplantılar tarihsel sıraya göre aşağıda verilmiştir.

2.2.1 Stockholm konferansı

Çevresel konuların ana temayı oluşturduğu toplantılar dizisinde ilk olarak Birleşmiş Milletler aracılığıyla düzenlenen Stockholm Konferansı'nda (5-16 Haziran 1972) ozon tabakasının tahribatına, asit yağmurlarına ve küresel ısınmaya dikkatlerin çekilmesi hedeflenmiştir. Küresel dünyada homojen bir ekonomik dağılım, sosyal eşitlik ve doğal çevrenin korunması ilkelerinin temelini oluşturduğu sürdürülebilir kalkınma kavramına ilk defa değinilmiş, fakat sürdürülebilirliğin net bir tanımı yapılmamıştır (Url-9).

2.2.2 Montreal protokolü

Yetmişli yıllarda, sanayileşmenin önlenemez artışı enerji krizinin patlak vermesine neden olmuştur. Gelişmiş ülkelerin enerji arayışı sonucunda doğal kaynakların tüketimi artmış, ekonomik ve sosyal eşitsizlikler daha da düzensiz hale gelmiştir. Buna bağlı olarak, ilk toplantı olan Stockholm Konferansı'nda hedeflenen ilkeler gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle, Montreal Protokolü'nde (16 Eylül 1987) Birleşmiş Milletler katılımcı ülkeleri tekrar bir araya gelerek sanayi çağında kullanımının yaygınlaştığı, başta klorflorkarbon (CFC) gazı olmak üzere ozon tabakasında tahribata yol açan zararlı bir çok gazın kullanılmanın önlenmesinin gerektiğini vurgulamışlardır (Lynas, M. ve Kutluğ N., 2007). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin farklı zaman dilimlerinde bu gazların tüketimlerini azaltması ve tamamen durdurması kararı alınmıştır. Bu karar sonucunda 2010 yılına kadar CFC gazı tüketimi tamamen durdurulacak ve onun yerine farklı bir seçenek olan, çevreye daha az zararlı hidralklorflorkarbon (HCFC) kullanılacaktır. HCFC gazının kullanımının da 2030 yılında tamamen durdurulması hedeflenmiştir (Url-10). Türkiye de 2000 yılındaki katılımıyla bu protokole üye ülkeler arasında yer almaktadır.

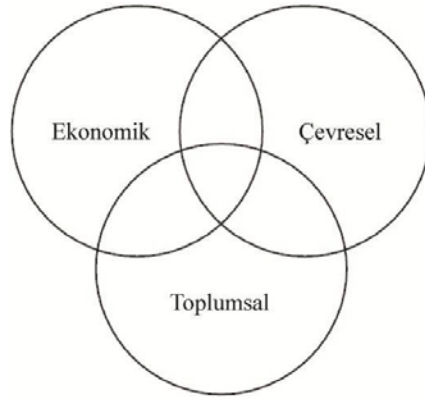
2.2.3 Ortak geleceğimiz raporu

Bir sonraki toplantıda yayımlanan Ortak Geleceğimiz Raporu'nda (11 Aralık 1987) eski Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland sürdürülebilir kalkınmayı, “bugünün gereksinmelerini, gelecek kuşaklarınkini tehlikeye atmadan karşılamak” olarak tanımlayarak popüler bir terim haline getirmiştir (Url-11). Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun düzenlediği rapora göre sürdürülebilir kalkınma tanımı iki anahtar kavram içermektedir. Gereksinme kavramından bahsedilirken öncelik verilmesi

gereken konu dünyadaki fakirliği ortadan kaldırmayı hedefleyen temel gereksinimlerdir. Diğer bir konu ise g¼n¼m¼z ve gelecek nesillerin ihtiyağını karşılamak için teknolojinin ve sosyal örg¼tlerin evre üzerindeki rollerinin sınırlandırılması gerektiğidir (ISO 15932, 2008).

2.2.4 Rio zirvesi

İlk küresel toplantı olan Stockholm Konferansı'nın ardından geçen yirmi senede sürdürülebilir kalkınma adına gelinen noktayı değerlendirmek için Birleşmiş Milletler Rio Zirvesi'nde (3-14 Haziran 1992) tekrardan toplanmıştır. Kyoto Protokolü'nün temellerinin Rio Zirvesi sonunda petrol üretiminin denetlenmesi, alternatif enerji kaynaklarının araştırılması, toplu taşımadan kaynaklı zararlı gazların azaltılması ve yok olma yolundaki su kaynakları üzerine mesajlar verilmiştir (Url-12). Rio Zirvesi'nde sonunda katılımcı ülkeler imzaladığı sürdürülebilir kalkınmayı hedefleyen G¼ndem 21 başlığı altında bir eylem planı yayımlanmıştır. Yirmibirinci yüzyılın sorunlarına değinen ve uzun dönemli uygulama hedefleri olan bu eylem planı dünyanın doğal kaynaklarının kapasitesi doğrultusunda ekonomik ve kültürel dengeyi hedeflemektedir (Url-13). Sürdürülebilir kalkınmanın G¼ndem 21'de netlik kazandığı ekonomik, çevresel ve toplumsal bakış açıları Şekil 2.1'de gösterildiği gibi birbirlerinden bağımsız oldukları gibi aralarında kırılğan ya da dayanıklı olabilen hareketli bir denge ile birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlıdırlar (ISO 15932, 2008).

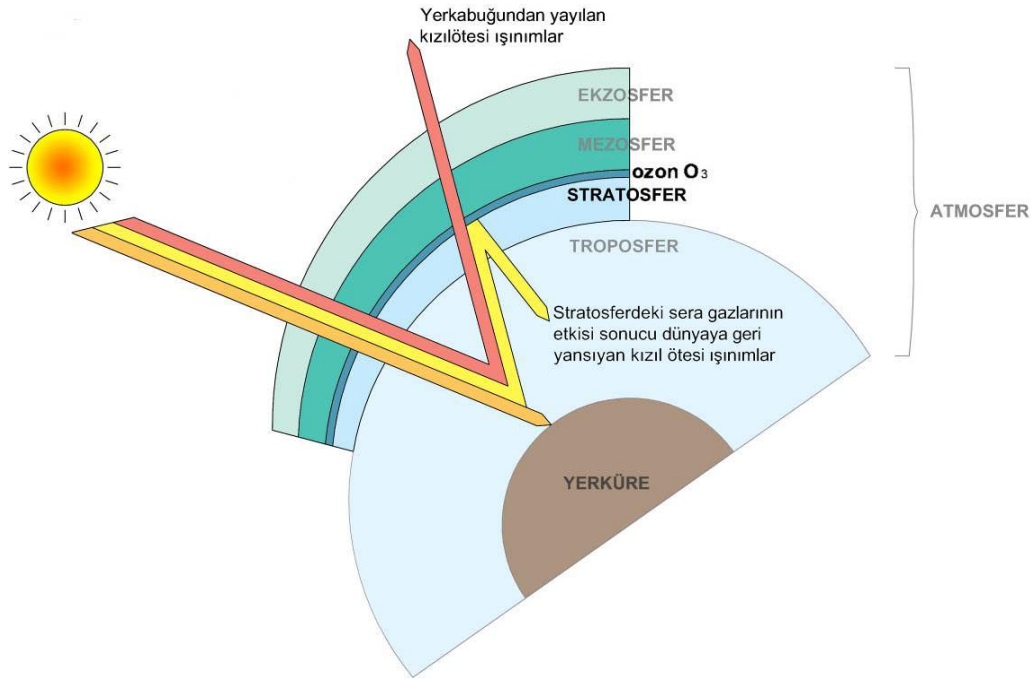


Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin başlıca bakış açıları (ISO 15932, 2008).

Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel bakış açısı, çevrenin etkin korunumunu ve doğal kaynaklarının tedbirli kullanımını, ekonomik bakış açısı, istikrarlı bir ekonomik gelişimin ve istihdamın desteklenmesini, toplumsal bakış açısı da herkesin ihtiyaçlarına söz hakkı veren sosyal gelişim olarak açıklanmaktadır (Sassi, 2006).

2.2.5 Kyoto protokolü

Güneşten gelen ışınımının normalden fazla bir miktarının atmosferden dünyaya geri yansması sonucu yerkürenin aşırı ısınması küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Sera gazlarının kızılötesi ışınımına etkisi (Pitts, 2004)

90'lı yılların sonunda ozon tabakasının tahribatının yanı sıra sera gazlarına bağlı atmosferde farklı iklimsel değişiklikler gözlenmiştir. Atmosferdeki iklimsel değişiklikler sonucunda yeryüzünde aşırı sıcak ve aşırı soğuk mevsimsel dönemler ortaya çıkmıştır. Küresel ısınma ve soğuma risklerine bağlı iklimsel değişimleri önlemek amacıyla 11 Aralık 1997'de Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Türkiye Kyoto Protokolü'ne 2009 yılının Şubat ayında dahil olmuştur (Url-14). Kyoto Protokolü'nün toplanma amacı başta karbondioksit ve metan gazları olmak üzere, atmosfere salınan sera gazlarının, 2012 yılına kadar, 1990 yılındaki seviyelerine geri düşürülmesine yöneliktir (Url-15).

2.2.6 Johannesburg zirvesi

Dünya ülkelerinin yeterli özveriye göstermemesi sonucunda daha net önlemlerin alındığı ve Türkiye'nin de ilk defa anında katılımında bulunduğu, bu toplantılar serisinin en sonuncusu Johannesburg Zirvesidir (26 Ağustos – 4 Eylül 2002). Bu zirvede dünyadaki toplumsal ve ekonomik gelişim karşısında Gündem 21'de

uygulanması gereken eylemlerin yerel ölçekte ülkelerin kendi yapılarına göre biçimlendirilmesi gerektiği ortaya konmuş ve eylem planı güncel küresel yapıya karşı yenilenmiştir (Url-16).

2.3 Çevresel Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin çevresel sorunları Keleş ve Hamamcı'nın (1993) da bahsettiği gibi insanın çevresini kendi çıkarlarına uygun duruma dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır. Daha önceden bir sorun oluşturmayan bu durum yirminci yüz yılın ikinci yarısından itibaren yapma çevre elemanlarının aşırı üretiminin ve tüketiminin doğal çevrenin kendini yenileme hızının önüne geçmesiyle ortaya çıkmıştır. Örneğin, fosil yakıtlar olarak adlandırılan yenilenemeyen enerji kaynaklarının aşırı tüketimi bugünün gereksinmelerini karşılanırken gelecek kuşakların kendi gereksinmelerini karşılamasını tehlikeye sokmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketimi gibi dünya ekosisteminin doğal dengesine zarar verici olumsuz durumlar küresel ısınma ve iklim değişimi gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmasına sebep olurken bu durumlar karşısında yapma çevrenin gelişimi üzerine önlem almayı gerektirecek eylemler sürdürülebilirliğin çevresel bakış açısı altında incelenmektedir. Bu tez kapsamında öncelikle çevre, doğal çevre, ekosistem ve yapma çevre tanımlanarak ardından birer yapma çevre elemanı olan binaların ve bina alt sistemlerinin çevreye olan etkileri ve sürdürülebilirlikleri tanımlanmaktadır.

2.3.1 Çevre

Güncel Türkçe Sözlük'te çevre kelimesi, "bir şeyin yakını, dolaylı, etrafı" olarak nitelendirilmektedir (Url-17). Sürdürülebilirliğin bir bakış açısı olan ve içinde yaşadığımız doğayı oluşturan çevrenin bilimsel bir tanımının ortaya konabilmesi için terim anlamları incelenmelidir. Örneğin, Biyoloji Terimleri Sözlüğü'ne göre çevre, "Bir organizmanın veya bir parçasının üzerinde etki yapan dış etkenler topluluğu" olarak tanımlanmaktadır (Url-17). Biyoloji bilimine ait terimsel tanımıyla benzerlik gösteren Yeang'ın (2006) tanımına göre çevre, organizmaların içinde yaşadığı fiziksel ve biyolojik dış koşulların toplamıdır. Belirtilen organizmalar ve dış koşullar genelde canlı ve cansız bileşenler olarak tanımlanan çevresel sistemlerden oluşmaktadır. Bu bileşenlerin belirlendiği başka bir tanımda ise çevre, cansız bileşenler olan hava, su, toprak, doğal kaynaklar ile canlı bileşenleri oluşturan bitki

örtüsü, hayvanlar ve insanların yer aldığı ve bunların birbirleriyle etkileşimden oluşan bir düzenin işlediği ortam olarak tanımlanmaktadır. (ISO 14001, 2004). Canlı çevre bileşenleri cansız bileşenlerin konumlarını ve biçimlerini belirleyici etkiler oluştururken cansız bileşenler de canlıların bu süreçteki eylemlerini güçlendirici etkiye sahiptirler. Canlı ve cansız bileşenlere sahip çevre;

- Sosyokültürel açıdan insanların birbirleriyle olan etkileşimlerini,
- İnsanların diğer canlı bileşenler olan bitki ve hayvanlarla etkileşimini ve
- İnsanların cansız bileşenler olan hava, su, toprak, doğal kaynaklar ve iklimle olan etkileşimini anlatır (Keleş ve Hamamcı, 1993).

Yukarıdaki tanımlar sonucunda çevrenin, birbirleriyle etkileşim halinde olan canlı ve cansız bileşenlerin oluşturduğu topluluğun fiziksel ve biyolojik ihtiyaçlarına yanıt veren dinamik bir sistem olduğu anlaşılmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre açısından bu dinamik sistem zarar görmemelidir. Ekosistem olarak adlandırılan çevresel sistemler sayesinde doğal çevre bileşenleri bir düzen içinde hareket ederek doğal çevrenin sürekliliği sağlanmaktadır.

Yapı terimi olarak, “Binanın kullanımını ve performansını, inşaat mühendisliği işlerinin tamamını ya da bir kısmını etkileyebilen doğal, insan yapımı ya da insanın dolaylı etkilediği dış çevresel koşullar” olarak ifade edilen çevre, doğal ve yapma çevre olarak ikiye ayrılmaktadır (ISO 6707-1, 2004) . Yapma çevre bileşenleri doğal çevreninkinden farklı olarak sadece cansız bir bileşen olan fakat üzerinde ve içinde canlı bileşenleri barındırabilen binalar gibi insan yapımı varlıklardan oluşmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için doğal çevre ve yapma çevre bileşenleri birbirleriyle uyum içinde hareket ederek içinde buldukları ekosistem düzenine uygun davranışlar sergilemelidir. Sürdürülebilirlik açısından çevreye daha az zarar veren yapma çevre bileşenlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilebilmesi için ilerleyen alt bölümlerde doğal çevre, ekosistem ve yapma çevre toplulukları ayrı olarak tanımlanmaktadır.

2.3.1.1 Doğal çevre

Doğal çevre, Keleş ve Hamamcı'nın (1993) tanımına göre insanın oluşumuna katkıda bulunmadığı, hazır bulunduğu çevredir. Dünya adı verilen küresel sistemde canlıların yaşamsal faaliyetlerin devam ettirilebilmesi için gerekli fiziksel ve biyolojik koşullar

doğa adı verilen sistemin kendi içinde çevrimler yapmasıyla karşılanabilmektedir. Doğal çevre olarak adlandırılan bu sistemde canlı ve cansız bileşenler doğal bir döngü oluşturmaktadır. Bu sistemde yer alan insan, bitki ve hayvanlar canlı bileşenleri oluştururken bunların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan hava, su, toprak, yerkabuğunu oluşturan katmanlar ve yer altı kaynakları doğal çevrede yer alan cansız bileşenleri oluştururlar (Keleş ve Hamamcı, 1993).

2.3.1.2 Ekosistem

Doğal çevrenin içinde farklı büyüklüklerde yer alan çevre toplulukları olan ekosistemler tanımlı bir alan içinde biyolojik organizmalar ve onların fiziksel çevresinin birlikte bağımsız bir birim gibi çalışırlar. (E 2114, 2006). Farklı bir tanımda ise ekosistemler, doğal çevre içinde yer alan canlı ve cansız bileşenlerin çevreleriyle birlikte oluşturdukları kendi içinde düzenli doğada tanımlı ayrı alanlar olarak adlandırılır (Yeang, 2006). Ekosistemlerin doğal düzenlerinin sürdürülebilirliği için yapma çevrenin etkisi en aza indirilmelidir. Ellenberg'in Bastian'daki (2002) tanımına göre ekosistem, belirli bir dereceye kadar kendi kendini denetleyebilen bir sistemde yaşayan canlı varlıklarla onların cansız çevrelerinin oluşturduğu etki ve tepki yapısıdır. Günümüzde kendilerini denetleyemeyecek duruma gelen ekosistemlerin iyileştirilmesi için insanlar sürdürülebilir çözüm arayışlarına girmişlerdir.

2.3.1.3 Yapma çevre

Yapma çevrenin temel özelliği tümüyle insan elinden çıkmış olmasıdır (Keleş ve Hamamcı, 1993). İçgüdüleriyle hareket etmeleri sonucunda değişmeyen biçim ve malzemeler ile yaratıcılıktan yoksun yaşam alanları oluşturan diğer canlıların aksine insanoğlu tasarlama yeteneği sayesinde evvelce var olmayan yeni, faydalı bir şeyi meydana getirerek doğal çevrenin dışına çıkar ve yapma çevreyi oluşturur (Ayıran, 1984).

İnsanların fiziksel, sosyal, psikolojik her türlü ihtiyacına cevap vermek adına tasarlanan yapma çevreler mimarlık aracılığıyla insanla çevre arasında uyumlu birlikteliğin oluşmasını amaçlamaktadır (Sağocak, 1999). Bu amaç doğrultusunda özel bir alanda ya da bölgede konumlanmış insan yapımı veya insanlar tarafından dolaylı etkilenen fiziksel nesnelere tümü yapma çevrenin içeriğini oluşturur (ISO 15392, 2008). Barınma ihtiyacımızı karşılayan binalar, kentleri süsleyen anıtlar,

yollar yapma çevreyi oluşturan nesnelere birkaçıdır. İnsan yapımı bu nesnelere doğal olmayan çevre bileşenleridir. Bunların ekosisteme dâhil olmaya çalışması sırasında ortaya çıkan olumsuz etkiler insanların ve canlı organizmaların yaşamını tehlikeye sokmaktadır (Yeang, 2006). Bu nedenle yapma çevre elemanları içinde yer aldıkları ekosistemin bir parçasıymış gibi tasarlanarak doğaya en az zarar veren yaşam döngüsü süreçlerine sahip olmalıdırlar. Bu tez kapsamında incelenen yapma çevre bileşenlerinden binaların ve bina alt sistemlerinin buldukları ekosisteme olan etkilerini en aza indirmek için gerekli çözüm yollarının değerlendirilebilmesi için ilerleyen bölümlerde bina ve bina alt sistemleri ve bunların sürdürülebilirliklerinin tanımı yapılmaktadır.

2.4 Sürdürülebilirlik Bakış Açısıyla Bina ve Bina Alt Sistemleri

Binalar ve onların yapımları, kullanımları ve yok edilmeleri doğal çevreyi ve toplumun sosyal yapısını ciddi bir şekilde etkilemektedir (Sassi, 2006). Ayrıca, binalar yaşamları boyunca, insan etkinliklerine ve doğal süreçlere bağlı olarak yerel ve küresel çevreyi etkilerler. Önceleri yapılaşmalar sadece yöreye özgü ekolojik niteliklerle biçimlenirken, günümüzde yapılaşan çevreler, yerel niteliklerden yoksun yapım yöntemleri ve malzemeleriyle biçimlenerek yerel ekosisteme zarar vermektedirler (Kim, 1998). Yapma çevreyi oluşturan yapıların yerel ve küresel ölçekte çevreye verdikleri zararı en aza indirmek için sürdürülebilir mimari çözümler üretilmelidir. Sürdürülebilir mimari çözümleri tanımlamak için aşağıdaki bölümlerde yapma çevrenin bir bileşeni olan bina ve bina alt bileşenleri tanımlanırken bu bileşenlerin sürdürülebilirlikle ilişkileri incelenmektedir.

2.4.1 Bina ve bina alt sistemleri

Toydemir'e (2000) göre bina ve alt sistemleri mikro kozmostan makro kozmosa kadar uzanan hiyerarşik düzende açılıma sahip bir sistemde yer almaktadır. Alt limiti mikro kozmos ve üst limiti makro kozmos olan bu hiyerarşik sistemde yer alan her sistem açılım seviyesi üst ve alt ölçeğinde sistemlerle etkileşim halindedir. Çizelge 2.1'de hiyerarşik düzende sistem açılım seviyeleri yer almaktadır. Bu sistem açılımda herhangi bir düzeyde yapılacak tasarımlar aynı düzeyin altında ve üstünde yer alan açılımlara bağlı olarak şekillenmek zorundadırlar (Toydemir ve diğ., 2000). Bir yapı elemanı olan dış duvar sisteminin tasarım kararları onun alt açılım

seviyesinde yer alan yapı malzemelerinin ya da üst açılım seviyesinde yer alan mekanların özelliklerine göre şekillenir ya da bu özellikleri belirleyici bir rol oynar. Örneğin, kabuğunu oluşturacağı mekanın kullanıcı gereksinmelerine bağlı olarak ısı iletkenlik değeri düşük bir dış duvar sistemi isteniyorsa, dış duvar sisteminin katmanlarını oluşturan ve bir alt açılımda yer alan yapı malzemelerinin düşük ısı iletkenlik değerlerine sahip olanları seçilmelidir.

Çizelge 2.1 : Hiyerarşik sistem açılımı (Toydemir ve diğ., 2000)

Sistem Açılım Seviyeleri
Makro kozmos
Dünya
Ülke
Kent
Şehrsel Bölge
Bina Kompleksi
Bina
Mekân
Yapı Elemanı
Yapı Malzemesi
Mikro kozmos

Sorunu, yapma çevreyi oluşturan binaların ve bina alt sistemlerinin çevreyi olumsuz etkilemesinden kaynaklanan bu tez çalışmasının amacı çevreyi en az olumsuz etkileyen yapı malzemeleriyle sürdürülebilir dış duvar sistemleri tasarlamaktır. Bu amaç doğrultusunda izlenecek yöntemde sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarımı için ihtiyaç duyulan bina ve mekân kullanıcı gereksinimleri ile birlikte dış duvar sisteminin tasarımını şekillendirici çevreye en az zarar veren yapı malzemelerinin ve diğer sürdürülebilir yapı elemanlarının özellikleri belirlenmelidir. Bu gereksinimleri ve özellikleri belirlemeden önce ilgili sistem açılım seviyeleri tanımlanarak dış duvar sistemiyle bağlantıları kurulmalıdır. Bu nedenle dış duvar sisteminin de bir parçası olduğu yapı elemanları ve yapı elemanlarının üst ve alt sistem açılımlarında yer alan bina, mekân, yapı bileşeni ve yapı malzemeleri ilerleyen alt bölümlerde incelenmektedir.

2.4.1.1 Bina

En temel amaçlarından biri içindekilere ya da kullanıcılarına barınak sağlamak olan genelde kısmen ya da tamamen kapatılmış ve bir yerde kalıcı olarak kalmak üzere tasarlanmış yapı işlerine bina denir (ISO 6707-1, 2004). Farklı kaynaklarda binanın tanımı aşağıdaki gibidir.

- Planlı bir süreç sonucu malzemelerin bir araya getirilip biçimlendirilmesiyle inşa edilmiş kısmen ya da tamamen kapatılmış bir boşluğu kapsayan barınaktır (E 631, 2006).
- Konaklama, iktisadi faaliyetler, sınai, toplanma veya depolama amaçları doğrultusunda sürekli kullanıma uygun olarak, malzemelerin birleşimiyle biçimlendirilen güvenli ve sağlam yapıya bina denir (Stein, 1993).
- Dış duvarlarla ya da dış duvarlarla, yan duvarlarla ve bir çatıyla tamamen ya da kısmen etrafının çevrildiği, insanların, hayvanların ve eşyaların barınma ihtiyacını karşılayan yapı veya her hangi bir çeşit gayri menkul (Stein, 1993).
- Mobil ve oturma amaçlı kullanılmayan yapılardan farklı olarak konaklama, ticaret, sanayi ve benzeri amaçlar için kalıcı ve nerdeyse kapalı yapıdır (Harris, 2000).

Yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak binaların, güvenlik ve konfor koşullarını yerine getirmekle yükümlü yapılar oldukları anlaşılmaktadır. Geleneksel yapım ilkelerine göre binalar, üç ana alt sistemden oluşmaktadır (Türkeri, 2009b). Bunlar;

- Taşıyıcı sistem,
- Servis sistemleri ve
- Yapı elemanı sistemleridir.

Bu sistemlerin bir araya gelmesi sonucunda kullanıcıların bina içinde ve dışında gerçekleştirecekleri farklı işlevlere uygun gereksinmelerini karşılayıcı mekanlar oluşmaktadır.

2.4.1.2 Mekan

Türk Dil Kurumu'nun Büyük Türkçe Sözlüğü'nde "ev" ve "yurt" olarak adlandırılan mekan, Şahin'e göre içinde yaşayan insanlarla oluşur ve insani faaliyetlere uygun fiziksel çevre koşullarını sağlamalıdır (Şahin, Url-6). İngilizce karşılığı boşluk olan mekanlar bina kullanıcıları için oluşturulan sınırları belirli alanlar ya da hacimler olarak adlandırılmaktadır. Örneğin, sirkülasyon alanları dışında kalan kapalı boşluklar odaların oluşturdukları mekanı tanımlamaktadır (Davies ve diğ., 2008). Mekanlar kullanıcı gereksinmeleri doğrultusunda uygun yapı elemanlarının bir araya gelmesiyle konfor şartları altında tanımlı hacimlere dönüşler.

2.4.1.3 Yapı elemanı, malzeme ve bileşen

Binanın başlıca işlevsel parçası (ISO 6707, 2004) olarak tanımlanan yapı elemanı bina türüne aldirmaksızın her defasında aynı işlevleri yerine getiren bina parçasıdır (Stein, 1993). Kullanıcı gereksinmelerinin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan temel işlevleri yerine getiren yapı elemanları iki ya da üç boyutu belli bileşenlerin bir araya gelmesiyle (Foster, 1996) dış duvar, çatı, döşeme, iç duvar, merdiven ve rampadan oluşan düşey sirkülasyon, pencere ve kapı sistemlerini oluşturur. Kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda bu elemanların bir araya gelmesiyle bina içinde algılanabilir mekanlar oluşmaktadır.

Doğada yer alan hammaddeler ya da sanayi üretimi sonucu elde edilen ara ürünlerden oluşan yapı malzemelerinin biçimlendirilmesi sonucu elde edilen yapı bileşenleri (Foster, 1996) bünyesinde yer aldıkları yapı elemanlarının tanımlı parçalarını oluştururlar (Brett, 1997). Bina performansına etki eden bir ya da birden çok işlevi yerine getirebilen yapı bileşenleri üç boyuta sahip bağımsız birimlerdir (ISO 15392, 2008, Foster, 1996). Alüminyum profiller gibi iki boyutlu yapı malzemelerinden üretilip yapı elemanına uygun birleşim detaylarına göre üçüncü boyutlarını oluşturan uzunlukları daha sonradan belirlenebileceği gibi gazbeton tuğla bloklar gibi üç boyutlu olarak da üretilebilirler. Buna ek olarak yapı bileşenleri birbirleriyle birleşme özelliğine sahiptirler (E 631, 2006). Örneğin, üç boyutlu tuğla bloklar bir araya gelmesi sonucu biçimlenen tuğla panel iç duvar sisteminin çekirdek bileşenini oluşturur. Bununla beraber, bileşik birimlerden oluşan yapı bileşenleri doğrudan bir yapı elemanını da biçimlendirebilirler. Örneğin, iki boyutlu ahşap profillerle üç boyutlu ahşap levha ve metal kapı kolunun bir araya gelmesiyle kapı sistemini oluşturan bir yapı elemanı biçimlenmektedir. (Foster, 1996).

Yapıda kullanım amaçları belli olan fakat kullanım yerleri kesinleşmemiş iki ya da üç boyutlu ya da boyutsuz olan yapı malzemeleriyle (Eriç, 2002) ilgili yapının yaşam döngüsü boyunca kullanıldığı sürece bağlı olarak farklı tanımlamalar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, üretim aşamasında tuğla üreticisi pazarlayacağı tuğlayı ürün, yapı malzemesi ya da yapı ürünü olarak nitelerken, tasarım aşamasında mimar yapıda kullanacağı tuğla için yapı malzemesi ya da bileşen tanımlamasını kullanmayı tercih etmektedir (ISO 15392, 2008). Uluslar arası standartlarda bir ürünü ya da yapı işlerini biçimlendirmekte kullanılan madde olarak tanımlanan malzeme (ISO 6707, 2004) Bustillo'nun tanımına göre, binalar ve inşaat mühendisliği çalışmaları dâhil

olmak üzere kalıcı bir inşaatta yer almak amacıyla üretilen ürünlerdir (Benitez, 2005).

Yapıda kullanım yerine göre de farklı bir sınıflandırmaya sahip olan yapı malzemeleri taşıyıcı, koruyucu ve dekoratif olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar. Ayrıca, yapıda kullanım yerine göre birden fazla amaca hizmet edebilirler. Örneğin, bir tuğla dış duvar sisteminde taşıyıcılığı sağlayacak çekirdeği biçimlendirebildiği gibi cephede dekoratif bir görüntü oluşturabilecek bir kaplamayı da oluşturabilir (Eriç, 2002).

Yapı malzemeleri, içyapı oluşumlarına göre ikiye ayrılmaktadır (Çizelge 2.2). Kalsiyum, silisyum ve metalik esaslı inorganik malzemeler olan doğal taş, kalsiyum esaslı bağlayıcılar, yapay taş, pişmiş toprak, cam ve metaller ilk grubu oluştururken, karbon, hidrojen ve azot esaslı organik malzemeler olan ahşap, bitüm ve plastikler ikinci grubu oluştururlar (Eriç, 2002).

Çizelge 2.2 : İçyapılarına göre yapı malzemelerinin sınıflandırması (Eriç, 2002).

Kimyasal yapı		Malzeme türü	
İnorganik	Organik	İnorganik	Organik
Kalsiyum	Karbon	Doğal taş	Ahşap
Silisyum	Hidrojen	Kalsiyum esaslı bağlayıcılar	Bitüm
Metalik	Azot	Yapay taş	Plastik
		Pişmiş toprak	
		Cam	
		Metal	

Günümüzde teknolojik imkânlar sayesinde farklı içyapı özelliklerine sahip malzemelerin bir araya gelerek oluşturdukları katmanlaşmalar sonucunda meydana gelen kompozit malzemeler farklı performans gereksinmelerini karşılamak adına kullanılacak birden çok yapı malzemesinin işlevini tek başına karşılayabilmektedir (Eriç, 2002).

2.4.2 Sürdürülebilir bina

Bulunduğu yerel ekosistemi kirletici önemli etkileri olan binalar yapım ve kullanım aşamasında doğal kaynakları yoğun bir şekilde kullanmakla birlikte yapım, kullanım ve yok etme süreçlerinde de çevreye karşı çok fazla atık üretirler (Pitts, 2004). Birçok farklı basılı yayında belirtildiği gibi binalar ve yapı sektörü küresel enerji tüketiminin ve atık oluşumunun %40'ını ve CO₂ gazı salınımının %50'sini

oluşturmaktadır (Trinius ve Sjöström, 2007). Ayrıca tüm dünyada ortalamaya bakıldığında kaynakların %50'si binaların yapım ve işletimi sırasında tüketilmektedir (Hegger ve diğ., 2008).

Girdiler	Bina	Çıktılar
Yapı malzemeleri	▶	▶ Kullanılmış malzemeler
Enerji	▶	▶ Yan ürünlerin yanması
Su	▶	▶ Atık su kanalizasyonu
Tüketim ürünleri	▶	▶ Geri dönüşümlü malzemeler
Güneş ışınları	▶	▶ Isı israfı
Rüzgâr	▶	▶ Kirliliği hava
Yağmur	▶	▶ Yer altı suyu

Şekil 2.3 : Binanın yaşam döngüsü boyunca kaynak akışı (Kim, 1998)

Şekil 2.3'te yer alan kaynak akış diyagramında binanın yaşam döngüsü boyunca ihtiyaç duyduğu girdiler ve süreç boyunca oluşan çıktılar yer almaktadır. Binaların yaşam döngüsü boyunca yoğun enerji ve ürün tüketimi karşısında yenilenemeyen kaynaklar azalırken bir çok çevresel sorun da ortaya çıkmaktadır (Hegger ve diğ., 2008).

Çizelge 2.3 : Sürdürülebilir binanın amaçları ve ilkeleri (ISO 15392, 2008)

Amaçlar
<ul style="list-style-type: none"> •Yapı sektörünü ve yapma çevreyi iyileştirmek; •Binanın artan değeri (performansı) karşısında sürdürülebilirliğin üç temel bakış açısı dikkate alınarak olumsuz etkilerin azaltılması; •İleriye yönelik yaklaşımların teşvik edilmesi; •Yeniliklerin teşvik edilmesi; •Ekonomik büyümenin, toplum ve/veya çevrenin artan olumsuz etkilerinden ayrılması; •Kısa ve uzun dönemler için yapılan planlamalardan veya verilen kararlardan meydana gelen gereksinmelerin veya çelişkili ilgi alanlarının uylaştırılması.
İlkeler
<ul style="list-style-type: none"> •Devamlı gelişim, •Eşitlik, •Küresel görüş ve yerel eylem, •Bütünsel yaklaşım, •İlgili tarafların dahil edilmesi, •Uzun dönemlerin göz önünde bulundurulması, •Tedbir ve risk yönetimi, •Sorumluluk, •Şeffaflık.

Binaların neden olduğu çevresel sorunları çözmek amacıyla ortaya çıkan sürdürülebilir bina kavramı, yapımı sırasında ve sonrasında belirlenmiş hizmet ömrü boyunca ihtiyaç duyulan bina performans gereksinmelerini karşılarken içinde yer aldığı yerel, bölgesel ve küresel ekosisteme dâhil olmaya çalışıp onu en az rahatsız eden yapıları tanımlamaktadır (E 2432, 2005). ISO 15392 (2008) standardına göre bir binanın sürdürülebilirlik amaçları ve bu amaçlara ulaşması için uygulanması gerekli ilkeler aşağıdaki Çizelge 2.3'te yer almaktadır.

Sürdürülebilir binaların ekosisteme dâhil olma çabası sırasında çevreye karşı olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmalarından farklı olarak ekolojik binalar, mevsimlere, günlere, rüzgara ve güneşe adapte olabilen ve onu kullanan insanlarla birlikte yerel malzemelerin, peyzajın, kültürün ve ekonominin kullanılma biçimiyle bir makineden çok doğal bir mekanizma gibi olmak zorundadırlar (Roaf, 2001). Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel bakış açısı göz önüne alınarak önlemlerin nasıl alınması gerektiği konusunda yol gösterici olması amacıyla ekolojik sürdürülebilir bina ilkeleri aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

Kaynakları doğanın yenileme hızından daha hızlı tüketmemek amacıyla,

- Kaynak tüketiminin azaltılması;
- Yenilenebilir ve kullanılmış kaynakların kullanımının artırılması;
- Azla çoğu yaparak kaynakların verimli kullanılması;

Enerjiyi kaliteli bir şekilde ve en yüksek seviyede tüketebilen sistemlerin üretmek amacıyla,

- Güneş ışınımının kullanılması;
- Enerjiyi az miktarda sık kullanmak;
- Atığın azaltılması;

Kaynak üretimi için ham madde ve gıda yan ürünlerinin üretilmesi ve kullanılması için,

- Kirliliği yok etmek;
- Biyolojik malzeme atıklarının ayrıştırıcılar tarafından ayrıştırılması;

- Binaların, bileşenlerin ve malzemelerin tekrardan kullanımı ve sonrasında yenilenmesi ve geri dönüşümden geçirilmesi;

İşlevsel ve biyolojik uyumluluğu ve çeşitliliği artırmak için,

- Yaşam döngüsünü dikkate alarak tedbir alınması;
- Malzeme üretimi için kısa sürede yenilenebilir kaynaklardan kullanarak uzun sürede yenilenebilir kaynakların yok olmasını engellemek;
- Biyolojik çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi gerekmektedir (Graham, 2003).

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde sürdürülebilirliğin küresel anlamda bir mücadelesi yapılırken bina yapımındaki sürdürülebilirlik stratejileri Gündem 21 'e göre yerel sanayi, üreticiler ve ürünlere göre şekillenmelidir (Trinius ve Sjöström, 2007). Bu amaçla yerel özellik taşıyan farklı yöntemlerle sürdürülebilir kalkınma hedefleri olan toplumsal, ekonomik ve çevresel etmenler kısmen veya tamamen dikkate alınarak yapma çevreyi oluşturan elemanlar değerlendirilmiştir (Çizelge 2.4).

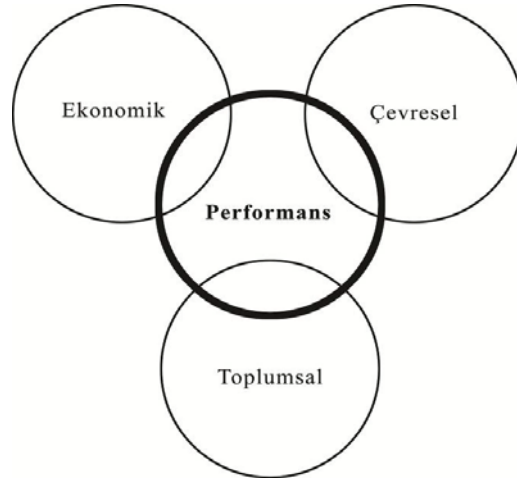
Çizelge 2.4 : Sürdürülebilir malzemeleri, bileşenleri, binaları ve yerleşimleri değerlendirme yöntemleri (Wallbaum, 2008).

Malzemeler	Bileşenler	Binalar	Yerleşimler
Ecoinvent (ç)	Bauteilkatalog (ç, i)	BREEAM (ç, t)	COMPASS (ç, i, t)
GaBi (ç, i, t)	BEES (ç, i)	CASBEE (ç)	
ixbau (ç, t)	ecosoft (ç)	LEGEP (ç, i)	
OGIP (ç, t)	Ecoinvent (ç)	LEnSE (ç, i, t)	
Simapro (ç)	GaBi (ç, i, t)	EPIQR (ç, i)	
Umberto (ç, i)	Minergie-ECO (ç)	HQE (ç, t)	
	OGIP (ç, t)	LEED (ç, t)	
	Simapro (ç)	OGIP (ç, t)	
	Umberto (ç, i)	SBTool07 (ç, i, t)	
		SNARC (ç)	
		Vitruvius (ç, i)	

Çizelge 2.4'te sürdürülebilir kalkınma göstergeleri olan çevresel (ç), iktisadi (i) ve toplumsal (t) etmenler göz önüne alınarak malzemeleri, bileşenleri, binaları ve yerleşimleri değerlendiren yerel yöntemler yer almaktadır (Wallbaum, 2008). Bu çizelgeden de anlaşılacağı üzere sürdürülebilir kalkınma için çevresel sorunların çözümü yapı ile ilgili tüm alt ve üst sistemlerin ortak hedefini oluşturmaktadır.

Hedefi yerel ve küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınma olan bir yapma çevre tasarlanırken çevresel, ekonomik ve toplumsal etmenlerin yanında yapma çevreyi

oluşturan bileşenlerin ait oldukları sistemde gösterdikleri performansları da göz önüne alınmalıdır (Url-21, Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Sürdürülebilir binanın sürdürülebilirliğe bakış açıları

Sürdürülebilir binaları ve bina alt sistemlerini tanımlayabilmek amacıyla bina alt sistemlerinden yapı elemanlarıyla birlikte onları oluşturan yapı malzemelerinin sürdürülebilirlikleri üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonunda yapı elemanlarına örnek olarak çevreyle doğrudan etkileşime sahip sürdürülebilir çatı ve cephe sistemleri üzerine farklı tanımlamalar yapılarak, örnek sistemler tasarlanmıştır. Sürdürülebilir çatı ve cephe sistemlerinin yaşam döngüleri boyunca dış etmenler etkisi altında iç ortam kullanıcı gereksinmelerini karşılamak amacıyla çevreyi en az olumsuz etkileyen bileşenlerle tasarlanmalıdır. Bu amaçla gerekli yapı malzemelerinin çevresel performansları değerlendirilerek sürdürülebilir yapı malzemeleri tanımlanmıştır.

2.4.3 Sürdürülebilir çatı sistemi

Sürdürülebilir çatı sistemi genel bir tanımla “yaşam döngüsünü kapsayan tasarım, yapım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinde küresel çevreyi koruyan ve doğal kaynakları verimli kullanan çatı sistemi” olarak nitelendirilmektedir (Desjarlais, 1996). Kullanım amacına göre farklı çatı sistemi tasarımları yer almaktadır. Bu tasarımların sürdürülebilir olması için karşılanması gereken gereksinimler genel bir çerçevede sürdürülebilir çatı sistemi ilkeleri olarak sınıflandırılmıştır;

- Çevreye verilen zararın azaltılması

- oDoğadan çıkarılma aşamasında çevreye en az zarar veren hammaddelerle üretilmiş malzemelerin kullanılması...

- Atık oluşumunu azaltan çalışma prensiplerinin ve sistemlerin benimsenmesi...
- Tehlikeli atıkların oluşumuna neden olan malzemelerden uzak durmak...
- Bölgesel iklimsel ve coğrafik etmenlerin farkında olmak...
- Mantık çerçevesinde tekrar kullanılabilen ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanılması...
- Özellikle kent çatılarını bitkilendirmeyi destekleyici “yeşil çatı sistemlerinin” kullanımının teşvik edilmesi...
- Hizmet ömrünü tamamlamış çatı sistemi malzemelerinin kolayca ayrılabilme ve yıpratılmadan kurtarılabilme özellikleri dikkate alınarak çatı sistemleri tasarlanması...

- Enerji korunumu

- Binanın hizmet ömrü boyunca ısıtma ve soğutma giderlerini geniş ölçüde azaltacak ısı yalıtımı dikkate alınarak çatı sisteminin etkin ısıl performansının en uygun duruma getirilmesi...
- Çatı sisteminin dayanıklılığını ve ısıl performansını korumak için yalıtımın kuru tutulması...
- Uygulanabilir koşullarda, taşıma mesafesini kısaltmak için yerel işgücü, malzeme ve servislerin kullanılması...
- Farklı yapım seçeneklerini karşılaştırırken faydalı ölçümler yapmak için üretim enerjisi değerlerinin farkında olmak...
- İklimle birlikte çatı sisteminin performansı ve enerjiye etkilerine dayanarak çatı yüzeylerinin renkleri ve dokularının dikkate alınması...

- Çatı sisteminin hizmet ömrünün artırılması

- Tamamıyla eğitilmiş ve uygun vasıflara sahip tasarımcılara, tedarikçilere, yüklenicilere, işadamlarına ve şantiye şeflerine iş verilmesi...
- Sağlam ve dayanıklı çatı sistemlerinin değerinin farkına vararak tasarımda sorumlu yaklaşımların benimsenmesi...

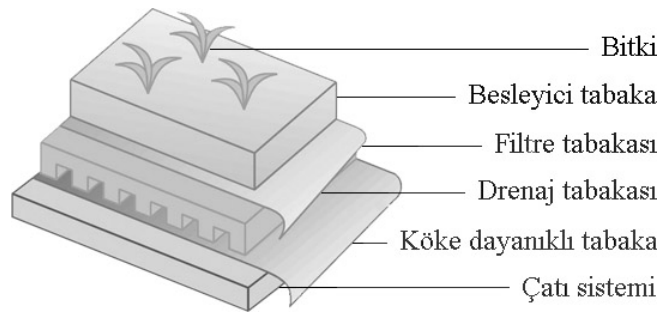
- Tam anlamıyla desteklenen bir yapının öneminin farkına varılması...
- Çatıda su birikmesini engellemek için etkin drenaj yöntemlerinin sağlanması...
- Çatı sistemine zarar verebilecek darbe hasarlarının azaltılması...
- Bakıma ve onarıma daha sık ihtiyaç duyabilecek nesnelere, tamir ve değişim için kolay ulaşılabilir olması...

Sürdürülebilir çatı sistemi günümüzde üç farklı örnekle karşımıza çıkmaktadır. Bunlar;

- Bitkilendirilmiş çatı sistemi,
- Yansıtıcı çatı sistemi ve
- Çatı güneş pilleridir (Liu, 2005).

2.4.3.1 Bitkilendirilmiş çatı sistemi

Bitkilendirilmiş çatı sistemi, “çatı yüzeyinde bitkilendirmeye olanak tanıyan çatı sistemi” olarak tanımlanmaktadır (Liu, 2005). İlave donanım olmaksızın binanın enerji performansını, hava kalitesini ve kent ekolojisini iyileştirmesi ve yağmur suyunun yarattığı problemlere yenilikçi çözümler üretmesiyle birlikte bitkilendirilmiş çatı sistemi bir binanın sürdürülebilir olmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, bitkilendirilmiş çatı sistemi, buldukları binanın çatı sistemine ek olarak bitkilere yaşama alanı sunabilecek katmanlaşma modeline sahiptir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Yeşil çatı katmanları (Liu, 2005)

Bitkilendirilmiş çatı sistemi,

- Bitki kökünün baskısına dayanıklı tabaka,
- Drenaj tabakası,

- Filtre tabakası,
- Besleyici maddeler içeren araçların yer aldığı tabaka ve
- En üstte bitkilerin yer aldığı tabakalardan oluşur (Şekil 2.5).

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sürdürülebilir bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve çatı sisteminin performansına etkileri Çizelge 2.5'te incelenmektedir.

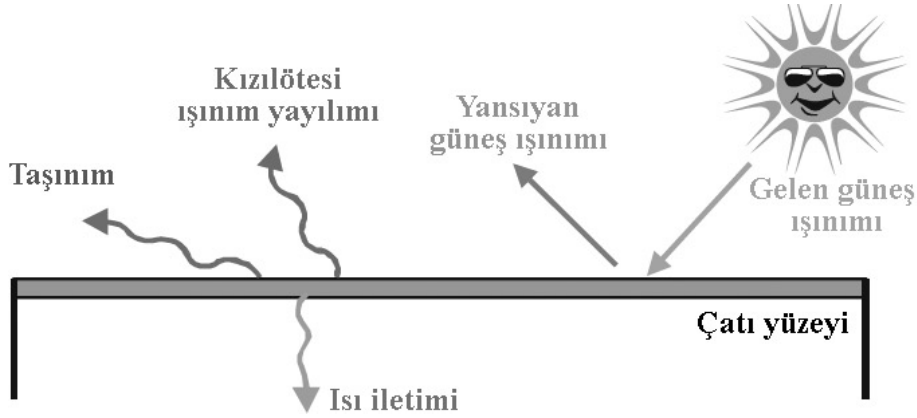
Çizelge 2.5 : Bitkilendirilmiş çatı sisteminin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Karaosman, 2006, Liu, 2005)

Çevre
<ul style="list-style-type: none"> •Yenilenebilir enerji üretir. •Doğal çevreyi ve biyolojik çeşitliliğin korur. •Bina tarafından işgal edilmiş yeşil alanın geri kazandırır. •Karbondiyoksit ve oksijenin karşılıklı değişimini sağlar. •Yağmur suyunu kullanır.
Ekonomi
<ul style="list-style-type: none"> •Enerji giderlerini azaltır.
Toplum
<ul style="list-style-type: none"> •Kent ısı adası etkisini azaltır. •Havada savrulan parçacıkları filtreler. •Rekreasyon alanı yaratır. •Elektromanyetik radyasyonu azaltır. •Çevresel gürültünün etkisini azaltır.
Performans
<ul style="list-style-type: none"> •Çatı sistemindeki ısıl gerilmeyi azaltır. •Çatı sistemini mor ötesi ışınların zararlarından korur.

2.4.3.2 Yansıtıcı çatı sistemi

Çatı yüzeyleri güneş ışınımının etkisi altında farklı ısı özellikleri sergilerler (Şekil 2.6). Çatı yüzeyine çarpan güneş ışınımının bir kısmı çatı yüzeyi tarafından emilirken, bir kısmı da atmosfere geri yansır. Çatı yüzeyi tarafından emilen güneş ışınımı çatının yüzey sıcaklığını artırır. Sıcaklığın artmasıyla birlikte çatı yüzeyiyle iç ve dış ortam arasında sıcaklık farkı oluşur. Bunun sonucunda çatı yüzeyinden dış ortama doğru taşınım yoluyla ve kısa dalga kızılötesi ışını yayılımı ile ısı akışı gerçekleşirken iç ortama doğru iletim yoluyla ısı akışı gerçekleşir. Yüzey sıcaklığı yüksek çatılar buldukları bölgede kent ısı adası etkisi oluştururken, çatı sisteminin ısı performansını zoramaktadır. Çatı yüzeyinde yansıtıcı kaplamaların kullanılması sayesinde yüzey sıcaklığı azaltılarak iç ortama iletilen ısı miktarı azaltılabilmektedir.

Güneş ışınımı etkisi altında çatı yüzeyini serin tutmak için yansıtıcılık ve kızıl ötesi yayılım özelliği yüksek kaplamalar kullanılmalıdır (Liu, 2005).



Şekil 2.6 : Yansıtıcı çatı sistemi (Liu, 2005)

Yansıtıcı çatı sisteminin sürdürülebilir bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve çatı sisteminin performansına etkileri Çizelge 2.6’da incelenmektedir.

Çizelge 2.6 : Yansıtıcı çatı sisteminin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Liu, 2005)

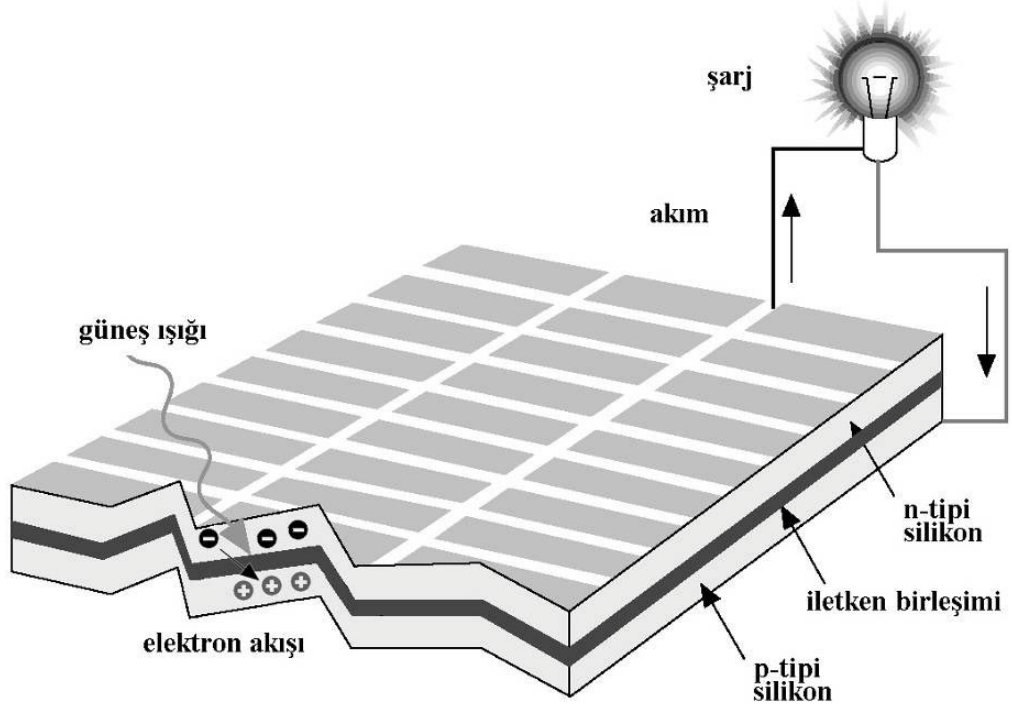
Ekonomi
•Soğutma enerjisi ihtiyaçlarını azaltır.
Toplum
•Kent ısı adası etkisini azaltır.
Performans
•Çatı sistemindeki ısıl gerilmeyi azaltır.
•Çatı sistemini mor ötesi ışınların zararlarından korur.

2.4.3.3 Çatı güneş pilleri

Yüzyıllar boyunca insanoglu için büyük bir ihtiyaç olan enerjinin üretiminde bilginin gelişime bağıli olarak farklı doğal kaynaklar kullanılmıştır. Kömür çağı olarak adlandırılan on dokuzuncu yüzyılı takiben yirminci yüzyıl petrol çağı olmuştur. Günümüz çağı olan yirmi birinci yüzyıl ise güneş çağı olacaktır (Thomas ve diğ., 1999). Güneş çağında enerjinin en etkin kullanıldığı sistemlerin başında güneş pilleri gelmektedir. Türkçe Literatürde, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından da Fotovoltaik piller olarak adlandırılan ve yarı-iletken malzemelerden oluşan güneş pilleri güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler (Url-3).

Silikon ve diğer kristalleri kullanarak güneş ışığını doğrudan elektrik akımına çeviren enerji kaynağı güneş pili olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.7) (Hollingum, 2001). Güneş enerji sistemleri tekil bağlantılı ve şebeke bağlantılı sistemler olarak ikiye ayrılırken, bu sistemleri oluşturan güneş pilleri,

- Tek kristal silikon yapılı,
- Çok kristal silikon yapılı ve
- Amorf (ince film) silikon yapılı olmak üzere üçe ayrılır (Thomas ve diğ., 1999).



Şekil 2.7 : Güneş pili bileşenleri (Hollingum, 2001)

Güneş ışığını kolayca görebilecek eğimli ya da düz çatı yüzeylerine çatı kaplaması olarak ya da çatı sisteminden ayrı ilave bir eleman olarak takılabilmektedir (Liu, 2005). Çatıda kullanım alanlarına göre,

- Eğimli çatı yüzeylerinde,
- Şet çatı yüzeylerinde,
- Eğri çatı yüzeylerinde kullanılırlar (Thomas ve diğ., 1999).

Çatı güneş pillerinin bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve çatı sisteminin performansına etkileri çizelge 2.7’de incelenmektedir.

Çizelge 2.7 : Çatı güneş pillerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Liu, 2005, Türe, 2008)

Çevre
•Yenilenebilir enerji üretir.
Ekonomi
•Enerji giderlerini azaltır. •Enerji kazançları sağlar.
Performans
•Sabit voltaj ile bozulmayan elektrik sistemi oluşturur. •Düşük bakım ve onarım giderleri vardır (20- 50 yıl arası hizmet ömrü). •Çatıda havalandırma kanalında ısı farkından dolayı baca etkisi yaratır.

2.4.4 Sürdürülebilir dış duvar sistemleri

Desjarlais'in (1996) sürdürülebilir çatı tanımından yola çıkarak sürdürülebilir dış duvar sistemleri “yaşam döngüsü kapsayan tasarım, yapım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinde çevreye en az atık üreten ve doğal kaynakları verimli kullanan dış duvar sistemi” olarak tanımlanabilir. Sürdürülebilir dış duvar sistemleri elde etmek için tüm yapma çevrenin oluşumu ile ilgili ön görülen sürdürülebilir tasarım ilkelerinden, binalara özgü özellikleri içeren sürdürülebilir bina ilkelerden ve bir yapı elemanı olarak sürdürülebilir çatı sistemleri ilkelerinden dış duvar sistemlerine uygun olanları uygulamak gerekmektedir. Sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarımı için gerekli olan bu ilkeler;

- Dış duvar sistemlerinin geneli için;
 - Isı köprülerinin engellenmek (Kim, J.J., 1998),
 - Pasif iklimlendirme sistemlerini kullanmak (Kim, J.J., 1998),
 - Biyolojik çeşitliliği korumak (Graham, 2003),
 - Bölgesel, iklimsel ve coğrafik etmenlerin farkında olmak (Liu, 2005),
 - Hizmet ömrünü tamamlamış dış duvar sistemi malzemelerinin kolayca ayrılabilme ve yıpratılmadan kurtarılabilme özellikleri dikkate alınarak dış duvar sistemi tasarlanması (Liu, 2005),
 - Dış duvar sisteminin bina işletme enerjisini etkileyen iklime bağlı performans gereksinmelerine bağlı olarak cephe yüzeylerinin renklerinin ve dokularının dikkate alınması (Liu, 2005),

- Tamamıyla eğitilmiş ve uygun vasıflara sahip tasarımcılara, tedarikçilere, yüklenicilere, işadamlarına ve şantiye şeflerine iş verilmesi (Liu, 2005),
- Bakıma ve onarıma daha sık ihtiyaç duyabilecek bileşenlerin tamiri ve değişimi için kolay ulaşılabilir olmaları (Liu, 2005),
- Dış duvar sisteminde kullanılan malzemeler için;
 - Doğal kaynak tüketimini azaltmak (Graham, 2003),
 - Yenilenebilir kaynakların kullanarak üretim yapmak (Graham, 2003),
 - Düşük enerjili üretime sahip malzemeleri kullanmak (Kim, J.J., 1998),
 - Geri dönüşebilen, tekrar kullanılabilen ve dayanıklı malzemeler kullanmak (Kim, J.J., 1998),
 - Zehirli olmayan ve zehirli gaz çıkarmayan malzemeler kullanmak (Kim, J.J., 1998),
 - Uygulanabilir koşullarda, taşıma mesafesini kısaltmak için yerel işgücü, malzeme ve servislerin kullanılması (Liu, 2005),
 - Çevreye zararlı atık üretimini azaltmak (Graham, 2003) olarak sıralanmaktadır.

2.4.4.1 Bitkilendirilmiş cephe sistemi

Bitkilendirilmiş cephe sistemi, üzerinde bitki örtüsünün büyümesine izin veren bir dış duvar sistemidir. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerindeki katmanlaşmaya benzer bir katmanlaşma modeli sunarak binanın cephelerindeki bitki örtüsü sayesinde çevredeki iklimin düzenlenmesine yardımcı olur. Üzerindeki bitki örtüsü sayesinde bina yerel ve çevresel bir kimlik kazanır (Detail, 2005).

Cephenin yönü, yüksekliği, zemin özellikleri, malzeme özellikleri ve bölgenin iklimsel şartları ve kullanıcı gereksinimleri bitkilendirilmiş cephenin tasarım sürecini etkileyen faktörlerdir. Bitkilendirilmiş cephe sistemleri,

- Geleneksel sistem,
- Metal çerçeveli ve hücreli sistem,
- Konteynerli sistem ve
- Keçeli sistem olmak üzere dörde ayrılır (Url-4, Url-5).

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinde kullanılan bitki türleri toprakla ve hidrofonic sistemle büyüyen bitkiler olmak üzere ikiye ayrılır. Toprakla büyüyen bitkiler,

- Kendiliğinden tırmanan bitkiler,
- İskelete sarılan bitkiler,
- Çalılar,
- Sarılğan küçük bitkiler ve
- Asma köklü bitkilerden oluşmaktadır.

Bitkilendirilmiş cephe sisteminin bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve dış duvar sisteminin performansına etkileri çizelge 2.8’de incelenmektedir.

Çizelge 2.8 : Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Url-4)

Çevre
<ul style="list-style-type: none">•Hayvanlar için yaşam alanı sağlar.•Doğal çevreyi ve biyolojik çeşitliliğin korur.•Bina tarafından işgal edilmiş yeşil alanları geri kazandırır.•Karbondiyoksit ve oksijenin karşılıklı değişimini sağlar.•Şehirde az yer alan yeşil alanlarla bağlantı kurulmasına yardımcı olur.
Ekonomi
<ul style="list-style-type: none">•Enerji giderlerini azaltır.
Toplum
<ul style="list-style-type: none">•Kent ısı adası etkisini azaltır.•Havada savrulan parçacıkları filtreler.•Rekreasyon alanı yaratır.
Performans
<ul style="list-style-type: none">•Bitkiler yeraltı sularını ve tuzlarını kullanarak yapıyı oluşturan malzemelerin bunlardan etkilenmesini önler ve cephede nem dengeleyici bir özellik oluşturur.•Yapı kabuğunu etkileyen iç ve dış ortam sıcaklık farkı azaldığından kabuğu oluşturan malzemelerin dayanımı artar.•Duvar ile yapraklar arasında oluşan hava yastıkları ısı ve ses yalıtımını makul derecede etkiler.•Bitkilerle çevrili yüzey ile yapı kabuğu arasında hava boşluğu oluşturularak baca etkisi yaratır. Bu sayede havanın dolaşımına olanak sağlanırken cephe de kötü hava şartlarına karşı korunur.•Cepheyi saran geniş yapraklı bitkiler yağmurun ve rüzgârın geçişini engeller. Bu sayede rüzgârın hızı düşürülerek hava geçişleri ve havalandırma kayıpları olumlu etkilenmektedir.•Kışın dökülen sarılğan bitkilerin yaprakları güneşin engellenmeden içeri girmesini sağlarken yazın gölgeleme işlevi görür.•Bitkiler havadaki karbondiyoksiti alıp oksijene çevirir ve havadaki tozları tutar.•Gürültü etkisini azaltır.•Elektromanyetik radyasyonu azaltır.

2.4.4.2 Cephe güneş pilleri

Cephede kullanılan güneş pilleri sistem ve çeşit olarak çatıdaki kullanımla benzer özellikler gösterir. Çatıdan farklı olarak doğrudan gelen güneş ışınları dışında karlı ya da yansıtıcı kaplamalara sahip zeminlerden yansıyan güneş ışınlarını da kullanırlar. Güneş pilleri cephede kullanım alanlarına göre,

- Düşey duvarlarda kaplama, giydirme cephe ve güneşlik olarak,
- Eğimli cephelerde kullanılırlar (Thomas ve diğ., 1999).

Cephe güneş pillerinin bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve dış duvar sisteminin performansına etkileri çizelge 2.9’da incelenmektedir.

Çizelge 2.9 : Cephe güneş pillerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Thomas ve diğ., 1999, Türe, 2008)

Çevre
•Yenilenebilir enerji üretir.
Ekonomi
•Enerji giderlerini azaltır.
•Enerji kazançları sağlar.
Performans
•Sabit voltaj ile bozulmayan elektrik sistemi oluşturur.
•Düşük bakım ve onarım giderleri vardır (20- 50 yıl arası hizmet ömrü).
•Cephede havalandırma boşluğunda ısı farkından dolayı baca etkisi yaratır.

2.4.4.3 Toprak dış duvar sistemleri

Toprak yapılar, insanoğlunun barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla 10000 yıldır kullanılmakta olan bir yapı türüdür. Tüm dünya nüfusunun %30’u toprak yapılarda yaşamaktadır (Weismann ve Bryce, 2006).

Türkiye’de toprak yapılar kerpiç olarak adlandırılmaktadır. Kerpiç, TS 2514’te “killi ve uygun nitelikteki toprağın içine saman veya diğer bitkisel lifler (saz türünden bitkiler, kaba ot, kenevir lifleri, ahır yemliklerinden toplanmış artık samanlar, kuru funda, çam iğneleri, ağaç dalları, testere, rende talaşları vb. maddeler) karıştırılıp su ile yoğrulduktan sonra kalıplara dökülerek şekillendirilmesi ve açık havada kurutulması ile elde edilen yapı malzemesi” olarak tanımlanmaktadır. Yine Türk Standartları’na göre kerpiç yapı ise “duvarları kerpiç ve çamur harcı ile yapılan, tavan ve kat döşemeleri ahşap olan bina” olarak adlandırılmaktadır (TS 2515, 1985).

Toprak dış duvar sistemleri farklı yerel yapım yöntemlerine göre değişik adlandırmalara sahiptirler. Örneğin, yapım yöntemleri benzer olan bazı sistemlerde kerpiğin içindeki bileşenlerin oranlarındaki farklılıklara bağlı olarak kerpiç dış duvarlar uluslararası literatürde farklı tanımlamalar içermektedir.

Türkiye’de toprak yapılar kerpiğin yapıda kullanım yöntemine göre adlandırılmaktadır. Bunlardan en bilindik olanları blok kerpiç (ing. Adobe), omurgalı kerpiç (ing. Wattle and daub), yığma kerpiç (ing. Cob) ve dövme kerpiçtir (ing. Rammed earth) (Coşkun, 2005). Ayrıca, kum torbalı dış duvar sistemleri ile topraktan yıpma yapılar yapılabilir.

Blok kerpiç, ülkemizde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Coşkun, 2005). Güneşte kurutulmuş toprak tuğlalar olarak da adlandırılabilen bu yöntemde saman katılmış plastik kıvamlı kerpiç ahşap ya da metal kalıplarda şekillendirilerek tuğla formu almaktadır. Bu sistemde dış duvarlar örülerek inşa edilmektedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 : Blok kerpiç ile örülmüş bir dış duvar sistemi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009)

Omurgalı kerpiç yapıda ahşap donatılara sahip dış duvar sistemi kerpiç çamuruyla kaplanır. Bu sistemde kil miktarı fazla olan toprak, saman ve benzeri bitkisel liflerle karıştırılarak kullanılır (Coşkun, 2005). Şekil 2.9’da omurgalı kerpiç sistem ile yapılmış bir çatı sistemi yer almaktadır.



Şekil 2.9 : Omurgalı kerpiç sistem ile yapılmış bir çatı sistemi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009)

Yığma kerpiç ise en kolay uygulanabilir teknikler arasındadır (Houben ve Guillaud, 1994). Bu sistemde bitkisel liflerle güçlendirilmiş kerpiç çamuru balyalar halinde üst üste bindirilerek dış duvar sistemleri inşa edilmektedir. Yapım sırasında ve sonrasında el ya da araçlarla düzeltilerek duvara şekil verilebilmektedir (Şekil 2.10, Coşkun, 2005).



Şekil 2.10 : Yığma kerpiç sistem ile yapılmış bir kış bahçesi, Devon, Birleşik Krallık (Kaya, 2009)

Dövme kerpiç sistemde kerpiç çamuru önceden yapılmış kalıpların içine dökülür ve ardından sıkıştırılması için tokmaklanarak dövülür. Bu sayede diğer sistemlerden farklı olarak düzgün yüzeyler elde edilebilmektedir (Şekil 2.11, Coşkun, 2005).



Şekil 2.11 : Dövme kerpiç sistem ile yapılmış deneme bilim merkezi, Genesis Building, Taunton, Birleşik Krallık (Kaya, 2009)

Yeni bir sistem olmayan kum torbalı dış duvar sistemleri ABD’li ‘Cal-Earth’ firmasının öncülüğünde ABD’de, Ortadoğu’da, Hindistan’da ve Nepal’de kullanılan topraktan yapılabilen bir dış duvar sistemi örneğidir. Genel bir uygulamaya sahip olamayan, fakat kullanımı çok basit sayılabilecek kum torbalı dış duvar sistemleri, kum torbalarının içine doldurulmuş toprakların üst üste yığılıp sıkıştırılması sonucunda yapılabilmektedir (Şekil 2.12, Du Pisanie, 2009).



Şekil 2.12 : Kum torbasından toprak dış duvar sistemi yapımı (Du Pisanie, 2009)

Toprak dış duvar sistemlerinin bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve dış duvar sisteminin performansına etkileri çizelge 2.10’da incelenmektedir.

Çizelge 2.10 : Toprak dış duvar sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Weismann ve Bryce, 2006, Du Pisanie, 2009).

Çevre
•Tamamen geri dönüşümlüdür.
Ekonomi
•Enerji giderlerini azaltır.
•Yapım maliyetini düşürür.
Toplum
•Kırsal kesimlerde insanların konut ihtiyacını karşılar.
Performans
•Uygun sıva kullanıldığında nefes alan bir duvar oluşturarak iç hava kalitesini artırır.

2.4.4.4 Saman balyasından dış duvar sistemleri

Saman balyası, çim, keten, buğday, pirinç, çavdar, arpa, yulaf, diğer kuru ot ve yosun gibi bitkilerin biçer döverle kesilmiş ve toprağa saplı köklü kısmıyla, bitkinin hasat edilen ürününün arasında bulunan gövde kısmına verilen isimdir (Steen ve diğ., 1994). Saman balyası yapı malzemesi olarak taşıyıcı ya da taşıyıcı olmayan dış duvar çekirdeğini oluşturur. Her iki durumda da dış duvar sistemi ısı ve ses yalıtım özelliği kazanmaktadır (Saatçioğlu, 2000).

Saman balyasının taşıyıcı olduğu yapılar yığma ya da karma yapılar sınıflarına girmektedir. Yığma yapı sınıfında örülen saman balyaları;

- İçlerinden metal, bambu gibi bitkisel donatılar geçirilerek,
- Kablo ve kemerlerle temelden çatıya kadar bağlanarak ya da
- Harç bağlayıcı ile birleştirilerek saman balyasından dış duvar sistemleri yapılabilmektedir (Saatçioğlu, 2000).

Saman balyasından örülen karma yapılarda ise çatıdan gelen düşey yükleri yığma yapı özelliğine sahip saman balyalarıyla birlikte balyaların içinden geçen iskelet sisteme göre nispeten daha ince olan ahşap kolonlar taşımaktadır. Saman balyalarının sarmasıyla birlikte ahşap kolonlar burkulmaya karşı da dayanım kazanır (Şekil 2.13, Saatçioğlu, 2000).



Şekil 2.13 : Saman balyasının taşıyıcı olduğu dış duvar sistemleri (Magwood ve diğ., 2009)

Saman balyasının taşıyıcı olmadığı sistemlerde ise taşıyıcı iskelet;

- Ahşap veya betonarme kolon kiriş,
- Duvar boşluklarını da içeren düzenlenmiş ahşap kolon kiriş,

- Ahşap makas sistemi,
- Metal kafes sistem ya da
- Briket kolonlardan oluşmaktadır.

Bu taşıyıcı sistemlerin her birinde saman balyası taşıyıcı olmayan dış duvar çekirdeğini oluşturmaktadır (Şekil 2.14, Saatçioğlu, 2000).



Şekil 2.14 : Saman balyasının taşıyıcı olmadığı, prefabrike dış duvar sistemi (Beadle ve diğ., 2009)

Saman balyasından dış duvar sistemlerinin bina ilkeleri doğrultusunda çevreye, ekonomiye, topluma ve dış duvar sisteminin performansına etkileri çizelge 2.11’de incelenmektedir.

Çizelge 2.11 : Saman balyasından dış duvar sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından avantajları (Saatçioğlu, 2000)

Çevre
•Tarımda üretilen bir yan ürün olduğu için üretim enerjisi sıfırdır.
•Tamamen geri dönüşümlüdür.
Ekonomi
•Enerji giderlerini azaltır.
•Yapım maliyetini düşürür.
Performans
•Uygun sıva kullanıldığında nefes alan bir duvar oluşturarak iç hava kalitesini artırır.

2.4.5 Sürdürülebilir malzeme

Binaların yaşam döngüleri boyunca kullanılan yapı malzemeleri ürettikleri atıklar ve tükettikleri doğal kaynaklarla çevreyi olumsuz etkilemektedir. NRC’nin araştırmasına göre binaların yaşam döngüleri boyunca olumsuz çevresel etkilerinin %10-20’si yapı malzemelerinden kaynaklanmaktadır (Edwards ve Bennett, 2003). Diğer taraftan, tasarım sürecinde kararlaştırılan malzemelerin biçimsel, işlevsel ve ekonomik değerlendirmeleri yapılırken ekolojik etkileri göz ardı edilmekte ya da

küçümsenmektedir (Hegger ve diğ., 2006). Sürdürülebilir bir bina yapmanın ilk hedefi malzemelerinin sürdürülebilir olmasıdır (Hegger ve diğ., 2006). Sürdürülebilir yapı malzemelerinin kullanımıyla birlikte;

- Binaların enerji etkinliği artar.
- Doğal kaynakların kullanımı azaltılarak, doğaya zarar verici atık oluşumunun önüne geçilir (Edwards, 2003).
- Sürdürülebilir yapı malzemelerini seçim aşamasında dikkat edilmesi gereken temel stratejiler içinde yer alması gereken adımlar;
- Malzemelerin etkin kullanarak gereksiz kullanımdan kaçınma,
- Yenilenebilir ve geri dönüşebilir kaynakların kullanılması ve
- Çevreye en az zarar veren malzemelerin seçilmesidir (Anink ve diğ, 1996).
- Günümüzde sürdürülebilir malzemeler “yeşil” malzemeler olarak da nitelendirilmektedir. Çevreye duyarlı malzemelerin seçim sürecinde GreenSpec ürün standartlarına uygun yeşil malzemeler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdırlar:
- Yıkımdan kurtarılmış veya geri dönüştürülmüş çevresel çekiciliği olan malzemelerdir.
- Çevreyi kirleten bilindik bileşenleri içermeyen ve malzeme kullanımını azaltan malzemelerdir.
- Yapım, yenileme ve yok etme süreçlerinde çevresel etkileri azaltan malzemelerdir.
- Isıtma, soğutma, havalandırma enerjilerini azaltarak bina işletmesinin çevresel etkilerini azaltan dayanıklı malzemelerdir.
- Güvenli ve sağlıklı iç çevreye katkıda bulunurlar (Url-18).

Belirli standartlara sahip yeşil yapı malzemelerin daha da yeşil ya da tam anlamıyla sürdürülebilir olabilmeleri için sadece tek taraflı bakış açısına sahip çevresel parametrelerin yanında yaşam döngüsünün tüm süreçlerindeki çevresel parametreler değerlendirilmelidir (Edwards, 2003).

Yerel yapı malzemelerinin bölgeden bölgeye farklılık göstermesi ve küresel pazarda yaygın kullanılmayışı sebebiyle sürdürülebilir yapı malzemeleri küresel ve yerel olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Küresel yapı malzemeleri (küresel anlamda ticareti yapılan) çimento, çelik, alüminyum, cam ve ahşabı içermektedir. Yerel yapı malzemeleri yerel üretime sahip pişmiş/pişmemiş bloklar, sıkıştırılmış toprak (kerpiç, kil), yerel ahşap, bambu ve diğer yenilenebilir malzemeleri kapsayabilir. Hammade özellikleri ve üretim yöntemleri büyük farklılıklar gösterdiği için çevresel değerlendirme araçları yerel özellik taşıyan yapı malzemelerini genelde sistem dışında tutmaktadırlar (Edwards, 2003). Bu tez çalışması kapsamında da küresel ticareti yapılabilen yapı malzemeleri incelenmektedir.

3. YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

3.1 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Tanımı

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yapı malzemelerinin tüm yaşam döngüsü boyunca hammadde temini, üretim, yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinde çevreye olan etkilerini derleyen ve değerlendiren bir çalışmadır (E 2432, 2005). Beşikten mezara kadar geçen süreçlerde tüketilen enerji ve hammaddeler girdiler olarak tanımlanırken bu süreçlerde üretilen atıklar ve ürünler de çıktılar olarak tanımlanmaktadır (Demkin, 1998). Yaşam döngüsü süreçlerinden girdilerin ve çıktılarının tanımlanmasıyla çevresel etkileri belirlenen yapı malzemeleri sürdürülebilir bina tasarım ve yapım sürecine girdi sağlamaktadır.

Dünya genelinde YDD çalışması ile yapı malzemelerinin çevresel performanslarını değerlendiren mevcut programların çevresel verileri farklı yorumlaması sonucunda ortak bir sonuca ilişkin değerlendirmeler yapılamamaktadır (Çizelge 3.1).

Ülke	Program düzenleyicisi	Malzemeler ve binalar için YDD projeleri	Yıl
CH	SIA (Swiss Society of Engineers and Architects)	SIA declaration matrix	1994
D	Stuttgart University	Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffe und Gebäude (LCA of building materials and buildings)	2000
D	AUB (Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukte)	Umweltdeklarationen (environmental declarations) (under development)	2002/2003?
DK	SBI (Danish Building and Urban Research)	MVDB (Environmental Product Declaration for Building Products) (under development)	2002 (?)
F	AIMCC (French Construction Products Association) based on AFNOR (French standardization organization) standards	Experimental standards - Information concerning the environmental characteristics of construction products: • XP P 01-010-1: Methodology and model of data declaration • XP P 01-010-2: Guidelines for the application of environmental characteristics to given construction work	2001
FIN	RTS (Building Information Foundation)	Environmental Product Declaration for building products	2001
N	NBI (Norwegian Building Research Institute)	Environmental Declaration of building products	1999
NL	NVTB (Dutch Construction Products Association)	MRPI (Environmentally Relevant Product Information)	2000
NL	NEN (Dutch standardization organization)	MEPB (Material Based Environmental Profile for Building) (in development)	2002/2003?
N	Byggtorsk (Norwegian Building Research Institute)	EcoDec (Miljødeklarasjoner - Environmental Declaration)	1999
S	Ecocycle Council for the Building Sector	BVD (Building Product Declarations)	1997
S	Swedish Environmental Management Council (Svenska Miljöstyrringsrådet)	Environmental Product Declaration	1997
UK	BRE (Building Research Establishment)	Environmental Profiles of Construction Materials, Components and Buildings	1999
US	NIST	BEES Building for Environmental and Economic Sustainability	2002

Çizelge 3.1 : Dünya genelinde YDD projeleri (Edwards, 2003)

“ISO standartları sürdürülebilirlik kavramını hayata geçirmeyi ve politikadan uzak kurulmuş uluslararası ortak bir zeminde sürdürülebilirliğin bakış açlarına dikkati çekmeyi hedeflemektedir” (Trinius ve Sjöström, 2007). Bu mevcut programlar arasında ISO 14040 Çevre Yönetimi – Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Standartı ortak bir dil olarak kabul edilmektedir (Edwards, 2003). Tez kapsamında ISO 14040 serisi standartlara bağlı olarak düzenlenen YDD yöntemiyle yapı malzemelerinin çevresel performansları değerlendirilmiştir.

3.2 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Amacı

YDD'nin amacı;

- Yaşam döngülerinin farklı noktalarında yapı malzemelerinin çevresel performanslarını geliştirmek için fırsatları tanımlar (ISO 14040, 2006),
- Stratejik planlama, öncelik tanımı, ürün ya da süreç tasarımı ve yeniden düzenlenmesi için yapı sanayisi, hükümet ve sivil toplum kuruluşları gibi karar verici organları bilgilendirir (ISO 14040, 2006).
- Yapı malzemelerinin çevresel performanslarını geliştirmek için üreticilere rehberlik eder. (Hegger ve diğ., 2006).
- Çevresel performans hesaplama yöntemlerinin de dâhil olduğu göstergelerin seçimine yardımcı olur (ISO 14040, 2006). Bu sayede yapı malzemelerinin çevresel etkilerini karşılaştırılabilir (Hegger ve diğ., 2006).
- Eko-etiket tasarımının uygulanmasında, çevresel iddialarda bulunurken ya da çevresel ürün beyannamesi üretirken pazarlamaya yardımcı olur (ISO 14040, 2006).

3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin Sürdürülebilirliğe Etkileri

Yapı malzemelerinin çevresel etkilerini inceleyen YDD sürdürülebilirliğin ekonomik ve toplumsal bakış açılarını değerlendirmenin dışında tutmaktadır (ISO 14040, 2006). Fakat, sürdürülebilir yapı malzemelerinin karar verme aşamasında çevresel etkilerinin yanında ekonomik ve estetik etkiler, kolayca bulunabilirlik, yapı malzemesinin performansı ve işlevi, uygulanabilirliği v.b. konuları da düşünülmelidir

(E 1991, 2005). Bu tez kapsamında sürdürülebilirliğin çevresel bakış açısı göz önüne alınarak yapı malzemelerinin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri belirlenip değerlendirilmiştir.

3.4 Yaşam Döngüsü Süreçleri

Yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin değerlendirildiği yaşam döngüleri,

- Hammadde temini ve işlenmesi,
- Üretim,
- Yapım,
- Kullanım,
- Bakım ve onarım ve
- Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme aşamalarından oluşmaktadır.

Tüm süreçlerdeki girdi ve çıktıları taşımaya yönelik bilgiler de incelenmelidir.

3.4.1 Hammadde temini ve işlenmesi

Hammadde temini sürecinde doğadan yer alan fiziksel ve biyolojik kaynaklarla birlikte geri dönüşümlü ve geri kazanılmış ürünler kullanılır. Bu işlemlerden elde edilen hammaddelerin yapı malzemesinin üretim sürecine girdi sağlayabilmeleri için işlenmeleri gerekmektedir. Çizelge 3.2’de doğadan temin edilen hammaddeler ve bunları hazırlamak için gerekli işlemler görülmektedir. Doğadan kazanılan hammaddelerin işlenmesi sonucunda yapı malzemelerinin üretimi için hazır hammaddeler ile birlikte üretime dahil olabilen ya da doğrudan da kullanılabilen ara ürünler elde edilmektedir. Hammaddeleri doğandan kazanılması ve işlenmesi sırasında tüketilen enerji, doğal kaynaklar ve su ile birlikte üretilen atıklar dışında taşınma için harcanan enerjiler de bu sürecin bir parçasını oluşturmaktadır. (Demkin, 1998). Yurtdışından temin edinilen hammaddelerin ve ara ürünlerin çevresel etkileri takip edilemediği için bunların doğadan çıkarılmaları ve işlenmeleri sırasında harcadıkları enerji miktarları, türleri, tükettikleri doğal kaynaklar, su ve ürettikleri atıklar hakkında bilgi edinmek güçleşmektedir. Bu tez çalışması kapsamında hammaddelerin kazanımı ve işlenmesi için gerekli girdi ve çıktılar son ürün üreticilerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda değerlendirilmektedir.

Çizelge 3.2 : Hammadde temini ve işlenmesi süreçleri (Demkin, 1998)

Doğadan temin		İşlenme	
•Madencilik (cevher, mineral, taş)		•Mineral ve taş ezme, öğütme ve yakarak toz hale getirme	
•Petrol ve doğal gaz çıkarma	Taşıma	•Cevheri zenginleştirme	Taşıma
•Kereste hasadı		•Petrolü saflaştırma	
•Tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi, hasadı		•Kimyasal üretimi	
•Hayvanların beslenip kesilmesi veya kırılması		•Ara ürün üretimi	
		•Geri dönüşümlü veya geri kazanılmış ürünler	

3.4.2 Üretim

Üretim aşaması, üretime hazır hammaddelerin pazarlanacak son ürüne dönüştürülmesi için gerekli tüm süreçleri kapsar (Demkin, 1998). Süreç kapsamında,

- Birim miktarda üretim için gerekli hammaddelerin ve ara ürünlerin miktarları,
- Hammaddelerin ve/veya ara malzemelerin şantiyeye taşıma mesafeleri ve taşıma türü,
- Üretim aşamalarının harcadığı enerji miktarları ve türleri,
- Üretim sırasında ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz halindeki atıklar,
- Tüketilen doğal kaynakların miktarı (yenilenemeyen kaynaklar) ve
- İşlem gören su miktarı belirlenir.

Bu tez çalışması kapsamında son ürün olarak değerlendirilen yapı malzemelerinden bazılarının üretimi için gerekli ara ürünler farklı üreticiler tarafından üretilmektedir. Ara ürünlerin üretim süreçlerine ilişkin bilgilere ulaşamadığından dolayı son ürün üreticilerinin bilgisi dahilinde genel üretim süreci değerlendirilmektedir.

3.4.3 Yapım

Bu aşama yapı malzemesinin şantiyeye taşınması ve binada uygulanması sürecini kapsar (Demkin, 1998). Süreç kapsamında,

- Yapı üreticisinden şantiyeye taşınan mesafe ve taşıma türü,
- Yapı malzemesinin montajı sırasında gerekli araçlar ve gereçler,
- Araçların kullanımı için gerekli enerji miktarları ve

- Uygulama sırasında ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz halindeki atıklar belirlenir.

Bu tez çalışması kapsamında incelenen yapı malzemeleriyle yapılan dış duvar sistemlerinin uygulamasında üreticiler tarafından belirlenen araç ve gereçler dikkate alınmaktadır.

3.4.4 Kullanım

Sadece yapım sürecine kadar yürütülen YDD çalışmalarında yapı malzemelerinin sıfır zamanlı kullanım süreçlerine göre performansları değerlendirilmektedir. Kullanım süreci ve sonrasına yönelik YDD çalışmalarında ise öngörülen bir hizmet ömrü sonucunda yapı malzemelerinin performansları değerlendirilmektedir. Kullanım sürecinde malzemenin iç hava kalitesine ve binanın enerji performansına etkisi ve oluşturduğu atıklar (katı, sıvı, gaz) değerlendirilmektedir. Bu tez çalışmasında dış duvar sistemlerini oluşturan yapı malzemelerinden iç kaplamalar kapsama dahil edilmediğinden dolayı yapı malzemelerinin iç hava kalitesine etkileri değerlendirilmemektedir. Demkin'in (1998) yöntemine bağlı olarak, kullanım aşamasına yönelik, dış duvar sistemi tasarımlarının enerji performanslarını değerlendirmek amacıyla incelenen yapı malzemelerinin aydınlatmaya ve ısı yalıtımına etkileri de ölçülmektedir.

3.4.5 Bakım ve onarım

Bu süreçte yapı malzemelerinin üreticileri tarafından öngörülen hizmet ömrü boyunca bakım ve onarım gereksinimleri için gerekli araç ve gereçleri oluşturan malzeme girdi ve çıktıları incelenmektedir. Dış iklim şartları ve kullanım farklılıkları nedeniyle yapı malzemelerinin dayanımlıklarına bağlı olarak üreticileri tarafından belirlenen hizmet ömürleri gerçek performanslarıyla değişiklik gösterebilmektedir. Sadece üreticiler tarafından elde edilen yapı malzemesinin performansına yönelik bilgiler YDD çalışmasının yanlış yönleneşine neden olabilmektedir. Örneğın bir çatı kaplamasının hizmet ömrü öngörülenden uzun olabilirken, genelde dekoratif bir iç duvar kaplamasının hizmet ömrü teorik hesaplanandan daha kısa olmaktadır (Demkin, 1998). Bu süreci kapsayan incelemelerde doğru sonuçlara ulaşmak için dönemsel ölçümlerin yapıldığı uzun dönem çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında uzun dönem incelemeler yapılamadığından dolayı sadece yapı malzemesi üreticileri tarafından öngörülen dayanıklılık koşulları ve hizmet ömürleri dikkate alınmaktadır.

3.4.6 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme

Yeniden tasarlanan, yenilenen ya da yok edilen bir binanın yapı malzemelerinin incelendiği bu süreçte üretilen atıkların değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu süreçte yapı malzemelerinin,

- Tekrar kullanım ve geri dönüşüm olanakları
- Tekrar kullanım ve geri dönüşüm oranları
- Yok etme yöntemleri ve
- Bu işlemler için gerekli taşıma mesafeleri belirlenir.

Binayı yıkma ya da yapı malzemesini binadan sökme aşamasında bir yapı elemanı sistemine dahil olan ya da kompozit bir yapıda üretilmiş yapı malzemelerinin dahil oldukları bütünleşik sistemden fiziksel olarak ayrılmaları zahmetli ve zor olduğundan dolayı geri kazanımlarını zorlaştırmaktadır. Ayrıca içeriğinde tehlikeli malzemeler bulunan bazı yapı malzemeleri yok etme aşamasında yakılırken ya da ayrıştırılırken bazı özel işlemlere ihtiyaç duymaktadır (Demkin, 1998). Bu tez çalışması kapsamında yapı malzemelerinin tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme olanakları, oranları ve yöntemleri son ürün üreticilerinin bilgileri doğrultusunda değerlendirilmektedir.

3.5 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Aşamaları

Yapı malzemelerinin yaşam döngüleri değerlendirilirken sırasıyla aşağıdaki dört aşama incelenmektedir (ISO 14040, 2006);

- Hedef ve kapsamın tanımlanması,
- Envanter analizi,
- Etki değerlendirmesi ve
- Yorum.

3.5.1 Hedef ve kapsamın tanımlanması

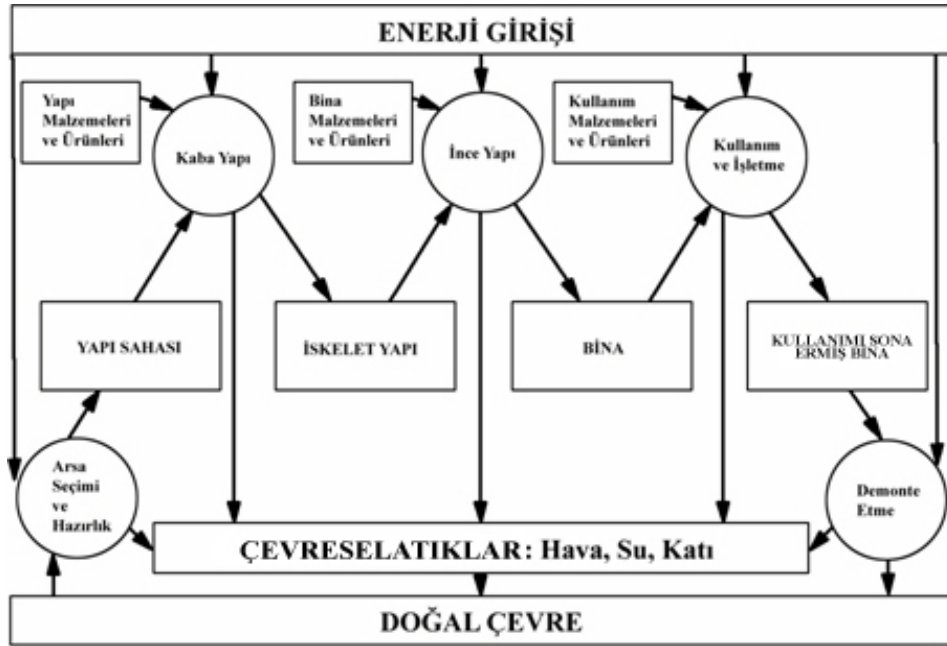
YDD'nin hedefi ve kapsamı hakkında temel kararlar belirlendiği bu aşamada aşağıda yer alan açıklamalara uygun olarak hareket edilmelidir (E 1991, 2005);

- Sorun ve amaç kesin ve anlaşılır olmalıdır.

- Sorun ve amaç doğrultusunda çalışmanın sınırları ve kapsamı belirlenmelidir.
- Çalışmanın sorunu ve amacı doğrultusunda ilerleyen süreçlerde,
 - Yaşam döngüsü süreçlerinde rol alacak kişiler ve
 - Bu kişilerin ilgilendiği alanlara göre karar verme sürecindeki rolleri belirlenerek
 - Bu kişilerin yaşam döngüsü boyunca olası çevresel etkilere bağlı olarak önem sırasına konmaları gerekmektedir.

3.5.2 Envanter analizi

Envanter analizi bilgi toplama ve ürün sistemine bağlı girdileri ve çıktıları nicel olarak hesaplama yöntemini içerir (ISO 14040, 2006). Envanter analizinde yer alan girdi ve çıktılar yapı malzemelerinin bina yaşam döngüsü sürecindeki akışını ortaya koymaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Yapı malzemelerinin bina yaşam döngüsündeki akışı (E 1991, 2005).

Bu akış sürecinde yapı malzemelerinin kullandıkları doğal kaynaklar, enerji çevrim süreçleri ve ürettikleri çevresel atıklar tanımlanmaktadır. Envanteri oluşturan girdilerin denetimi yapılırken çevreye zararlı olduğu bilinen girdi malzemeleri dışında yapı malzemesinin kütlelerinin ve üretim enerjisinin %1'inin altında kalan girdiler sürece dâhil edilmezler (Hegger ve diğ., 2008). Bu tez çalışması kapsamında

da çevresel etkileri incelenen yapı malzemeleri girdilerinden kütlesi ve enerji miktarı %1'in altında kalanlar envanter analizine dahil edilmemiştir.

3.5.3 Etki değerlendirme

Etki değerlendirmesinde üretim sürecine girdi sağlayan tüm malzemelerin tükettikleri doğal kaynaklar, ürettikleri atıklar ve enerji çevirim adımları derlenir. Değerlendirme yapılırken çevreye zarar verici etkiler karşısında eşdeğer sorumluluğa sahip atıklar aynı grup içinde gösterilerek karşılaştırılırlar. Örneğin CO₂ ve SO₂ gibi gazlar küresel ısınma olasılığına sebep oldukları için bu gazların etkileri beraber değerlendirilerek küresel ısınmaya etkileri ortak bir sonuç altında açıklanır.

3.5.4 Yorum

ISO 14043 standartına göre yorumlama üç adımda yapılmalıdır;

- Önemli konuların belirlenmesi,
- Değerlendirme ve
- Sonuçların sunumu.

Değerlendirme kapsamına giremeyen bilgiler (ör. dayanım, kullanım sürecinde salınan gazlar) ayrıca sunulabilmektedir. Yorumlar sonucu kullanılacak yapı malzemelerinin seçimi için öneriler getirilebilir (Hegger ve diğ., 2006), fakat YDD çalışması malzemelerin yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel etkilerini birbirleriyle karşılaştırmak için uygun bir yöntem değildir (Anink, 1996). Örnek olarak etki değerlendirme gruplarından kullanıcı sağlığına olan etkiyle ozon tabakasının tahribatına olan etkiler birbirlerinden bağımsız veriler içerdikleri için malzemelerin çevreye verdikleri toplam zararı niteleyecek bir ölçüm yapılamaz. Bazı Avrupa ülkeleri bilimsel açıdan kesin bilgiler içermeyen, fakat yönetmelikler yardımıyla ağırlık katsayıları oluşturulmuş verileri değerlendirerek malzemelerin toplam etki değerlendirmesini yapmaktadırlar (Hegger ve diğ., 2008). Bu tez çalışması kapsamında seçilecek yapı malzemelerinin çevresel etkileri yapıda kullanım amaçlarına yönelik özellikleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle çevresel performansları değerlendirilen yapı malzemelerinin karşılaştırmalı seçiminin mimarlar tarafından yapılması uygun görülmüştür.

3.6 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Anketi

Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirme (YDD) anketi yedi sayfadan oluşmaktadır. Anket şablonu, AIA tarafından hazırlanan “Çevresel Kaynak Kılavuzu” (ERG) kitabından alıntı yapılarak tasarlanmıştır. YDD anketi hedef ve kapsamın belirlenmesi, envanter analizi ve etki değerlendirme süreçlerinden oluşmaktadır. Anket dahilinde envanter analizi ve etki değerlendirme süreçlerine bağlı bilgiler yazar tarafından yorumlandığı için yorum süreci ankete dahil edilmemiştir. Boş anket örneği EK A.1’de yer almaktadır.

3.6.1 Anketin hedef ve kapsamının tanımlanması

YDD anketinin uygulama aşamasında karşılaşılabilecek zorlukları önceden tahmin etmek ve bunları en aza indirmek için ilk olarak anketin ortaya çıkmasına neden olan sorunlar ve bu sorunları çözmeye yönelik hedefler belirlenmeli, ardından bu hedeflere bağlı olarak anketin kapsamını oluşturacak sınırlamalar ortaya konmalıdır. YDD anketinin hedefleri anketi kullanacak hedef kitlenin amacına göre belirlenmelidir. Örneğin, hazırlanan anket çalışması herhangi bir yapı malzemesi üreticisinin kendi ürününü geliştirmesinde ya da ürününün çevresel performansını kamuoyuna beyan etmesinde kullanılabilir (E 1991, 2005).

YDD anketinin kapsamı belirlenirken aşağıda yer alan sınırlamalar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Malzemelerin maden çıkarma, hasat veya üretim aşamasında tanımlanabilen tüm bileşenleri ham biçimlerine kadar izlenmelidir. Bazı durumlarda, üretim formülleri patentli veya özel süreçlere sahip bileşenlerin tanımlanmasında güçlükler yaşanabilir.
- Yeterli bilgiye ulaşılabiliyorsa malzemelerin ve geri dönüştürülmüş atıkların taşınması değerlendirme sürecine dâhil edilmelidir. Sayısız potansiyel süreçler, üretimler veya kullanım alanları değerlendirmeye dâhil olabileceği zaman bu bilgiler küçümsenmelidir.
- Madencilikte, hasatta, işlemede, taşımada, üretimde, uygulamada ve diğer işlemlerde kullanılan araçların üretimi çalışma kapsamının dışında tutulmaktadır (Demkin, 1998).

- Süreçleri hızlandırmak amaçlı kullanılıp geri kazanılan ve tekrar kullanılan tehlikeli ve zehirli olabilecek bileşenler kaza riski oluşturabilecek dökülmeler ve yayılımlar söz konusu olduğunda yaşam döngüsü değerlendirmesine dâhil olurlar. Aksi takdirde bu malzemeler yaşam döngüleri boyunca takip edilmezler.
- Temizlik ürünlerinin ve aşamalarının yaşam döngüleri sistem dışında tutulurken, temizlikle ilgili gereksinimleri içeren nitel açıklamalar ve temizlik malzemelerinin salınımları hakkında bilgiler kapsama dâhil edilebilir.

3.6.2 Anketin envanter analizi

Envanter analizine başlarken üretim aşamasında yer alan süreçler ve bu süreçlerde kullanılan hammaddeler taşıma mesafeleriyle birlikte bir şema üzerinde gösterilmektedir. Ardından sırasıyla tüm yaşam döngüsü süreçleri dahilinde tüketilen enerji ve malzemeler ile birlikte üretilen katı, sıvı ve gaz formlarında zararlı atıklar ve ürünler gibi yararlı üretimler nicel olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, yapımda kullanılan araç ve gereçler ya da üretim aşamasında tüketilen hammaddelerin tümü envanter analizine girdi sağlayan malzemeler olarak, karbondiosit salımları ya da üretim sırasında ortaya çıkan yan ürünler envanter analizine çıktı oluşturan malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, tüm yaşam döngüsü süreçlerindeki taşıma mesafeleri de envanter analizinde yer almaktadır.

Envanter analizinde kullanılan birimler yapı malzemelerinin üretim aşamalarında kullanılan ölçüm yöntemlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, tuğla üretiminde ölçü birimi olarak ton kullanılırken, boya üretiminde litre kullanılmaktadır. Bu nedenle, ortak birim olarak atık salımlarının birimleri kabul edilebilir.

Ek A serilerinde yer alan anketlerde yapım, kullanım, bakım ve onarım süreçleri bir arada incelenmiştir. Ancak, bu bölümde her bir sürecin net tanımlamalarını yapmak amacıyla bu süreçlerin hepsi farklı başlıklar altında incelenmiştir.

3.6.2.1 Hammadde temini, işlenmesi ve üretim aşamaları analizi

Hammadde temini, işlenmesi ve üretim süreçleri için gerekli yöntemler, özel tanımlar ve açıklamalar çizelge 3.3'te yer almaktadır.

Çizelge 3.3 : Hammadde temini, işlenmesi ve üretim süreçleri için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998)

Bilgi elemanı	Bilgi edinilecek konu ile ilgili açıklamalar ve tanımlar
Malzeme/İşlem	Hammadde temini ve işlenmesinde yer alan alt sistemleri tanımlanır (ör., benzin üretimi, kömür cevherinin çıkarılması, kilin çıkarılması, boyanın üretimi, ...).
Ürünün Tanımlı Birimi	Yapı malzemesinin üretiminde genelde en çok kullanılan birimin belirlenmesi (ör., litre boya, m2 halı, ton tuğla, vb.).
Girdiler	Alt sistem süreçlerinde ihtiyaç duyulan malzeme, enerji ve suyun aşağıdaki bölümler boyunca belirlenmesi.
Malzeme Girdileri	Çeşit, miktar/birim ve referansları içeren alt sistem süreçlerinde yapı malzemelerinin üretimde ihtiyaç duyduğu hammaddelerin ya da ara malzemelerin listesi.
Çeşit	Malzeme isminin tanımını destekler ve başka yararlı tanımlayıcı bilgiler içerir.
Miktar/Birim	Yukarıda belirtilen birim adetinden bir tane üretmek için geçen süreçte kullanılan malzeme miktarını bildirir.
İşlem Enerjisi	Çeşit, miktar/birim ve referans belirterek her bir donanımı ve alt sistem sürecini işletmek için kullanılan enerjinin belirlenmesi.
Çeşit	Eğer biliniyorsa enerjinin çeşidi belirtilir. Enerji ihmal edilmişse ya da çeşidi bilinmiyorsa toplam enerjiyi yazılır.
Miktar	Yakıt çeşidine göre miktar bildirimini (ör., litre/ton, kwh/ton).
Ürünün Doğal Enerjisi	Hammaddelerin ya da ürünün bütünü oluşturulan malzemelerin üretiminde kullanılan petrol, doğal gaz ve kömür miktarlarına bağlı enerji değerlerinin ya da öz enerjinin belirlenmesi
Üretim Enerjisi	Şimdiye kadar geçen tüm süreçlerde yaşam döngüsü boyunca tüketilen toplam enerjiyi bildirilir.
Taşıma Enerjisi	Malzemelerin alt sistemlere taşınmalarının gerekip gerekmediğini belirlenmesi; <ul style="list-style-type: none"> • kısa (bütün malzemeler yerel ve bölgesel olarak mevcut). • orta (malzemeler komşu bölgelerden taşınıyor). • uzun (malzemeler uluslar arası veya uzak bölgelerden taşınıyor). <p>Kullanılan taşıma çeşidini belirtilir. Eğer mevcut mesafe biliniyorsa taşıma çeşidiyle birlikte belirtiniz.</p>
İşlem Gören Su	Süreçlerde kullanılıp doğal kaynağına aynı şartlarda (sıcaklıkta ve kalitede) geri dönmeyen su miktarı bildirilir.
Çıktılar	Hammadde temini, işlenmesi ve üretim süreçlerinde yer alan sistem ve alt sistemlerce üretilen faydalı ürünler ve zararlı, zararsız atıklar aşağıdaki sınıflandırmalara göre belirlenir.
Ürün	Yapı malzemesinin ismi, miktarı (genelde bir birim) ve bilgi kaynağı (yayımlandığı kaynak ve yerel kaynak) belirtilir.
Yan Ürün	Ürün ile birlikte eş zamanlı üretilen pazarlanabilir yan ürünlerin her bir birim kadar ürüne karşılık ne kadar üretildiği ve bilgi kaynağı belirtilir.
Hava Salınımları	Süreç esnasında ortaya çıkan ve filtreleme sonrasında atmosfere salınan atıklar listelenir. Bunlar noktasal ve belli bir alana yayılmış kaynaklardan salınan gazlar ve bu kaynakların oluşturdukları parçacıklardır (ör., fabrika bacaları ve istiflenmiş depo yığınları). Her bir birim ürüne karşılık salınan gaz miktarı ve bilgi kaynağı belirtilir.
Fabrika Atığı Sıvı Boşaltımı	Ön işlem sonucunda kirliliğe sebep olan zararlı maddelerden bazılarının ya da tümünün uzaklaştırılması sonucu kanalizasyona boşaltılan fabrika atığı sıvılar listelenir. Her bir birim ürüne karşılık boşaltılan sıvı miktarı ve bilgi kaynağı belirtilir.
Katı Atıklar	Gübre haline getirilmiş, toprak dolgusunda kullanılmış veya yakılarak kül edilmiş zararsız katı atıkları ve atık suyun işlenmesi sonucu oluşan çamur tortuları listelenir. Ayrıca atık değerlendirme tesislerine gönderilen veya depolanan atıklar da listeye dahil edilmelidir.
Kaynak Tüketimi	Hammaddelerin kaynağını oluşturan doğal ortama elverişli toprak ve su alanlarının hacimsel büyüklükleri ve doğal değişimleri belirtilir (dönüm, hektar).

3.6.2.2 Yapım aşaması analizi

Yapım süreci için gerekli yöntemlerle, özel tanımlar ve açıklamalar çizelge 3.4'te yer almaktadır. Anketin envanter analizinde yer alan yapım, kullanım, bakım ve onarım süreçleri ankette bir arada yer alırken açıklama bölümünde ayrı başlıklar altında değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4 : Yapım süreci için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998)

Bilgi elemanı	Bilgi edinilecek konu ile ilgili açıklamalar ve tanımlar
Uygulama/Montaj	Kullanılan malzeme ya da ürün başka bir elemanın yapımında kullanılıyorsa o elemanı tüm bileşenleriyle birlikte ayrıntılarıyla belirtilir.
Yapım	Bina yapımında kullanılacak malzeme ya da ürün için gerekli tüm malzeme girdi çıktıları, enerji girdileri ve diğer süreçler belirtilir. Ayrıca şantiyede başka bir elemanın yapımında kullanılan malzemelerin ya da ürünlerin yapım süreçleri de bu bölümde belirtilir.

3.6.2.3 Kullanım aşaması analizi

Kullanım süreci için gerekli yöntemler, özel tanımlar ve açıklamalar çizelge 3.5'te yer almaktadır.

Çizelge 3.5 : Kullanım süreci için envanter analizinin açıklanması (Demkin, 1998)

Bilgi elemanı	Bilgi edinilecek konu ile ilgili açıklamalar ve tanımlar
Kullanım	Yapım aşamasından yok etme aşamasına kadar geçen tüm süreci kapsar. Bakım ve onarım sürecinde yapılan işleri kapsamaz.
Hizmet Ömrü	Yapı malzemesinin teorik ve potansiyel kullanım ömrü belirtilirken kullanılacağı gerçek ve ortalama süre de parantez içinde belirtilir.
Tüketilen Enerji	Yapı malzemesi ya da onun dâhil olduğu elemanın enerji tüketimine etkisi varsa belirtilir. Etkilenen enerji çeşidi (ör., elektrik, ...) yıllık kullanım miktarıyla birlikte yazılır (yıllık kullanım raporlarına ulaşılmadığında kullanılan süre belirtilerek miktar yazılabilir.).
Enerji tüketimine etkisi	Yapı malzemesi ya da onun dâhil olduğu elemanın, binanın toplam enerji tüketimindeki ihtiyacı artırıcı yönde mi yoksa azaltıcı yönde mi etkilediği belirtilir.
Hava Salınımı	İç ve dış mekanlardaki kullanım sırasındaki hava salınımları belirtilir (Her bir salınım çeşidinin yanına parantez içinde iç mekan ya da dış mekan olarak yazılır.). Miktar/Birim kısmında bir devirdeki salınım değerleri zaman içindeki azalmaları göz önüne alarak belirtilir (ör., /saat, /gün).

3.6.2.4 Bakım ve onarım aşamaları analizi

Envanter analizinin bakım ve onarım süreci için gerekli bilgiler çizelge 3.6'da yer almaktadır.

Çizelge 3.6 : Bakım ve onarım süreçleri envanter analizi bilgi elemanlarının açıklanması (Demkin, 1998)

Bilgi elemanı	Bilgi edinilecek konu ile ilgili açıklamalar ve tanımlar
Bakım ve Onarım	Malzeme ya da elemanın kullanımını devam ettirmek için ihtiyaç duyulan alışılmış süreçler belirtilir. Kırılma ve tamirleri sürece dâhil edilmez.
Süreç	Yapı malzemesi ya da onun dâhil olduğu elemanın kullanımını devam ettirmek için temizleme, sıvama-tekrar kaplama, filtre değiştirme, v.s. gibi ihtiyaç duyulan alışılmış süreçler listelenir. Bakım ve onarım süreçleriyle birlikte ve bakım ve onarım için gerekli ürünlerin kullanım sıklıkları belirtilir.

3.6.2.5 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme aşamaları analizi

Envanter analizinin tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri için gerekli bilgiler çizelge 3.7’de yer almaktadır.

Çizelge 3.7 : Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri envanter analizi bilgi elemanlarının açıklanması (Demkin, 1998)

Bilgi elemanı	Bilgi edinilecek konu ile ilgili açıklamalar ve tanımlar
Tekrar Kullanım	Aynı ya da benzer uygulamalarda kullanılan, ikinci el (ya da daha çok el değiştirmiş) malzemeler, ürünler veya bunların dâhil olduğu yapı elemanları bu sınıflandırmada incelenmektedir. Biçim ve işlevlerini değiştirmeden tekrar kullanılabilen kapılar ve dış duvar sisteminde kullanılan tuğlalar bu sınıflandırmaya örnek olarak gösterilebilir.
Geri Dönüşüm	Yeni bir uygulamada yeni bir biçimde kullanılacak, biçimini ya da işlevini değiştirmiş ve bir kullanımlık ömürlerini tamamlamış malzemeler, ürünler veya bunların dâhil olduğu yapı elemanları bu sınıflandırmada incelenmektedir.
Yok Etme	Faydalı kullanım ömürlerini doldurduktan sonra tekrar kullanılamayan ya da geri dönüştürülemeyen ürünleri elden çıkarmak için gerekli farklı seçenekler bu sınıflandırmada incelenmektedir. Toprak dolgusu olarak kullanım ve ürünü yakıp kül etmek elden çıkarmak için kullanılan öncelikli yöntemlerdir.

3.6.3 Anketin etki değerlendirmesi

Yaşam döngüsünün tüm süreçlerindeki çevresel etkiler dikkate alınarak hazırlanan anketin etki değerlendirmesi aşağıdaki sınıflandırmaları içermektedir;

- Çevreye ve ekosisteme karşı potansiyel etkiler
 - Atmosferik etkiler ve hava kalitesine karşı etkiler
 - Su kalitesine ve/veya kullanılabilirliğine karşı etkiler

- Saha ve toprak kalitesine ve/veya kullanılabilirliğine karşı etkiler
- Kaynak azalmasına karşı etkiler
- Doğal ortamın ya da biyolojik çeşitliliğin azalmasına ya da yok olmasına karşı etkiler
- İnsan sağlığına karşı potansiyel etkiler
 - İşçi ve uygulayıcı sağlığına etkiler
 - Bina kullanıcı sağlığına etkiler (İç hava kalitesi)
 - Toplum sağlığına ya da ulusal/uluslar arası nüfusa karşı etkiler
 - Enerji Etkinliği
 - Yapı malzemesinin yaşam döngüsü sürecinde kullandığı işlem enerjileri ve doğal enerjiler
 - Yapı malzemesinin yaşam döngüsü sürecinde kullandığı taşıma enerjisi
 - Yapı malzemesinin binanın işletme enerjisinin etkin kullanımına karşı etkileri
- Yapı malzemeleri/bina işletmesiyle ilgili diğer etmenler
 - Yapı malzemesinin dayanıklılığı ve hizmet ömrü
 - Yapı malzemesinin hizmet ömrü boyunca ihtiyaç duyduğu bakımlar ve onarımlar
 - Yapı malzemesinin yenileme ya da yok etme sürecinde tekrar kullanılabilme ve geri dönüştürülebilme olasılığı.

Anket sonunda elde edilen bilgiler doğrultusunda yapı malzemesi hakkında karar verici kişi veya kurumlar tasarımlarındaki öncelik sırasına göre etki gruplarını değerlendirmeye sokup uygun yapı malzemelerini seçebilirler.

4. DIŞ DUVAR SİSTEMİ TASARIMI

Binaların amacı, dış ortam koşulları etkisi altında kullanıcılarına güvenli, sağlıklı ve konforlu iç ortamlar yaratmaktır (Bölüm 2.4.1.1). Bu amaç doğrultusunda binanın bir parçası olan duvarlar çevresel etmenler etkisi altında kullanıcı gereksinmelerine bağlı olarak güvenli ve kuru olan, ideal hava ve duvar sıcaklığına, bağlı neme ve hava hızına sahip olan, dış ortamla gerektiğinde iletişim kurabilen ve gürültünün kontrol altına alınabildiği iç ortamlar oluşturmalıdır (Fleming, 2005).

Duvarlar taşıyıcı özelliklerine göre, yapım türlerine göre ve ayırdıkları hacimlerin özelliklerine göre üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır (Fleming, 2005, Eser 1969). Bu sınıflandırmalar açıklarıyla birlikte aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Taşıyıcılık özelliklerine göre duvarlar taşıyıcı olan ve olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır. Glass'a göre taşıyıcı duvarlar, döşeme ve çatıyı desteklemek için binaya yerleştirilen ve ayrıca iç ortamı dış hava Şartlarına karşı korumak için bina kabuğunda kullanılan taşıyıcı elemandır (2002). Taşıyıcı duvarlar kendi yüklerine ve hareketli yüklere (deprem ve rüzgar) ek olarak çatı ve döşemeden aktarılan sabit yükleri de taşıyarak temele aktarırlar (Foster, 1996). Taşıyıcı olmayan duvarlar sadece kendi yüklerini ve hareketli yükleri (rüzgar ve deprem) taşıyarak kolon, kiriş ve temelden oluşan taşıyıcı sisteme aktarırlar (Nashed, 1996). Taşıyıcı duvarların aksine çatı ve döşemeden gelen sabit yükleri taşımazlar.

Yapım türlerine göre duvarlar çekirdek bileşenine bağlı olarak belirlenir. Taşıyıcı olan ve olmayan duvarların üzerine gelen yükler çekirdek bileşeni tarafından taşınmaktadır. Çekirdek bileşenin yapım türlerine göre duvarlar örme, panel ve iskelet sistemli olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Nashed, 1996). Tuğla gibi bloklar belirli bir bağlayıcı ile bir araya getirilerek örüldüklerinde örme sistemli duvarları oluştururlar. Panel sistemli duvarlar ise ön yapımlı ya da prefabrike panellerin Şantiyede bir araya getirilmesi ya da panel Şeklinde kütlelerin Şantiyede yerinde dökülmesiyle oluşmaktadır (Türkçü, 2004). Örme ve panel sistemli duvarların aksine masif bir kütle oluŐurmeyen iskelet sistemli duvarlar ahşap, çelik ya da hafif çelik dikmelerle duvar çekirdeğini oluştururlar (Fleming, 2005).

Duvarlar ayırdıkları hacimlerin açık veya kapalı olmasına göre iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. İki açık hacmi ayıran duvarlar bahçe duvarları, bir açık ve bir kapalı hacim ayıran duvarlar dış duvarlar, iki kapalı hacmi ayıran duvarlar ise iç duvarlar olarak adlandırılmaktadır (Eser, 1969).

Yukarıdaki duvar sınıflandırmalarına bağlı olarak bu tez çalışmasında taşıyıcı özelliklerine göre taşıyıcı olan ve olmayan, yapım türlerine göre örme, panel ve iskelet sisteme sahip, ayırıcı özelliklerine göre bir açık ve bir kapalı hacmi ayıran toprak üstü dış duvar sistemleri incelenmektedir. Toprak üstü dış duvar sistemleri çatı ve temel arasında bağlayıcı bir kabuk sistemi oluştururlar. Bu kabuk sisteminin amacı iç ve dış ortamda oluşabilecek çevresel etmenlerin etkisi altında iç ortam kullanıcı gereksinmelerini karşılamaktır. İç ortam kullanıcı gereksinmelerini karşılamak amacıyla tasarlanan dış duvar malzemeleri, bileşenleri ve sistemleri, yükler, rüzgarla itilen yağmur suyu, güneş ışınımları, su buharı ve gürültü kaynakları gibi çevresel etmenler etkisi altında taşıyıcılık sağlamalı ve duvar bünyesine ulaşan ya da nüfuz eden yağmur suyunu, dış ve iç ortam arasında oluşan ısı, buhar ve hava akımını ve gürültüyü kontrol altına almalıdır. (Lacasse, 2003, Riley, 2002).

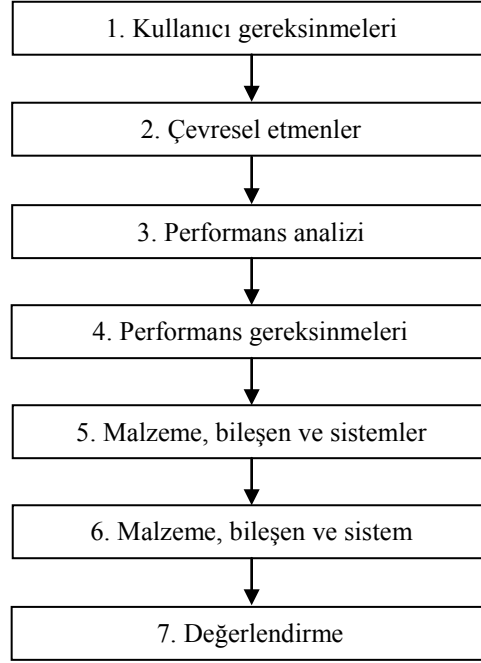
4.1 Performans yöntemi

Bina alt sistemlerine ait yapı elemanlarından toprak üstü dış duvar sistemleri dış çevre ile iç çevre arasında bir kabuk oluşturur. Kullanıcı gereksinmelerine uygun tasarlanan dış duvar sistemi, çevresel etmenler karşısında yeterli performansı da göstermelidir. Kullanıcı gereksinmeleri doğrultusunda ve çevresel etmenler etkisi altında dış duvar sistemlerinin fiziksel, mekanik, kimyasal ve optik performanslarını değerlendirmek ve uygun sistem alternatifleri oluşturmak amacıyla bu tez çalışmasında Türkeri'nin (2009b) uyguladığı performans yönteminden faydalanılmıştır.

Performans yöntemi yedi aşamadan oluşmaktadır (Çizelge 4.1). Bu aşamaların her biri tasarım süreci için birer girdi oluşturmaktadır. Bu aşamaların içeriğine dair açıklamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

İlk aşamada, yapma çevrenin bir parçası olan iç ortam koşullarına yönelik kullanıcı gereksinmeleri belirlenmektedir. Kullanıcı gereksinmeleri, insanların biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinmelerinin yapı tarafından karşılanması gereken

bölümüdür (Sarp, 2007). İnsanların biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinimleri bölüm 4.2’de açıklanmaktadır. Performans yöntemi modelinde insanların biyolojik gereksinimleri dikkate alınmaktadır.



Çizelge 4.1 : Performans yöntemi

İkinci aşamada, dış duvar sistemine etki eden doğal ve yapma çevreye ait ana ve alt çevresel etmenler tanımlanmaktadır. Çevresel etmenlerden, dış duvar sistemi tasarım sürecinde öncelikli olanlar belirlenmektedir. Örneğin, ısısal konfor gereksinimi duyulan bir mekanda ısı yalıtım özelliği gösteren bileşenler kullanılmalıdır. Fakat bu bileşenler rüzgarla itilen yağmur suyuna karşı korunmadığı takdirde ıslanırlar. Bunun sonucunda ısı iletkenlik katsayıları yükselir ve ısı yalıtımı özellikleri azalır. Diğer taraftan yapısal olarak dayanıklı ve dengede bir dış duvar sistemi tasarlanmadığı takdirde kullanıcılar güvenli bir mekanda yaşayamazlar. Bu nedenle, rüzgarla itilen yağmur suyuna karşı alınacak önlemleri uygulamadan önce kullanıcıya güvenli bir mekan oluşturabilecek, yapısal olarak dayanıklı ve dengede bir dış duvar sistemine ihtiyaç vardır. Dış duvar sistemi tasarım sürecinde çevresel etmenler olarak sırasıyla yükler, rüzgarla itilen yağmur suyu, güneş ışınımı ve su buharı ele alınmaktadır.

Üçüncü aşamada, dış duvar sistemlerinin dış çevresel etmenler etkisi altında performansları analiz edilmektedir. Performans analizi sonucunda dış duvar sistemlerinde oluşabilecek hasarlar ortaya konmaktadır.

Dördüncü aşamada, performans analizi sonucu belirlenen hasarların oluşmaması için dış duvar sistemlerinin çevresel etmenler karşısındaki performans gereksinimleri nitel olarak açıklanmaktadır. Beşinci aşamada, performans gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullanılması gereken dış duvar sistemi malzemeleri, bileşenleri ve sistemleri ortaya konulmaktadır. Altıncı aşamada, söz konusu malzemelerin, bileşenlerin ve sistemlerin özellikleri ortaya konulur. Altıncı aşamadan sonra çevresel etmenler etkisi altında dış duvar sistemi performans gereksinimlerini karşılayacak malzeme, bileşen ve sistemlere bağlı katmanlaşma modelleri belirlenir. Yedinci aşamada ise her bir çevresel etmenin, katmanlaşma modelinde yer alan her bir malzeme, bileşen ve sisteme etkisi değerlendirilir.

Performans yöntemine bağlı altı aşamanın yer aldığı Ek B.1'de kullanıcı gereksinimleri, çevresel etmenler, performans analizi, performans gereksinimleri, malzeme, bileşen ve sistemler ve bunların özellikleri verilmiştir. Ek B.1'de yer alan aşamalardan kullanıcı gereksinimleri bölüm 4.2'de, çevresel etmenler ve performans analizi bölüm 4.3'te, performans gereksinimleri, malzeme, bileşen ve sistemler bölüm 4.4'te ve malzeme, bileşen ve sistem özellikleri bölüm 4.5'te detaylı olarak açıklanmaktadır.

4.2 Kullanıcı Gereksinimleri

Çevre, birbirleriyle etkileşim halinde olan canlı ve cansız bileşenlerin oluşturduğu topluluğun fiziksel ve biyolojik ihtiyaçlarına yanıt veren dinamik bir sistemdir (Bölüm 2.3.1). Çevrenin cansız bileşenlerinden biri olan bina sistemi benzer dinamik bir altyapıyla insanların kendileri için en uygun bina iç ortamını yaratmaları için gerekli olan biyolojik, psikolojik ve sosyal kullanıcı gereksinimlerine uygun olarak tasarlanmaktadır.

Biyolojik gereksinimler, kullanıcının biyolojik yapısından kaynaklanan ihtiyaçlardır. Kullanıcının biyolojik yapısı, devinim (iskelet ve kaslar), solunum, dolaşım, duyu organları (görme, işitme, dokunma, koku alma), sinir, sindirim, üriner, üreme, hormon, koruyucu dış tabaka (deri, tırnak, saç), bağışıklık sistemlerinden oluşur (Sarp, 2007). Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemler ve bu sistemlerin yapı tarafından karşılanması beklenen gereksinimleri çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.2 : Kullanıcının biyolojik yapısını oluşturan sistemlerin yapı tarafından karşılanması gereken gereksinimleri (Sarp, 2007).

Biyolojik Yapı	Gereksinimler
Devinim sistemi	Ergonomik koşullara uygun devinim yapabilme; Devinim güvenliğinin sağlanması (düşme, çarpma vb.); Sistemin olumsuz koşullardan etkilenmemesi (titreme, kas ağrısı vb.)
Solunum sistemi	Solunum sisteminin işlevini yerine getirebilmesi; Yeterli oranda oksijen ve bağıl nem içeren hava; Vücuda zararlı maddeleri solumama
Dolaşım sistemi	Dolaşım sisteminin işlevlerini yerine getirebileceği sağlıklı durum, yeterli solunum, yeterli beslenme ve sağlıklı sinir sistemi; Dolaşım sistemini etkileyen gerginliklerin olmaması (gürültü, vb.)
Duyu organları	Duyu organlarının görevlerini yerine getirebilmesi, duyumlayabilme; Uygun koşullarda yeterli görme ve işitme; Rahatsız edici görünüş, gürültü, kirlilik ve kokudan korunma; Koruyucu dış tabakanın olumsuz koşullardan (yüzey, hava vb.) etkilenmemesi
Sinir sistemi	Sinir sisteminin görevini yerine getirebilmesi, duyumlama sonucu algılama ve tepkinin (davranış) ortaya çıkması uyarıların doğru algılanabilmesi; Gerginlik yaratacak koşulların oluşmaması; Gerekli uykunun ve dinlenmenin sağlanması
Sindirim sistemi	Sindirim sisteminin işlevlerini yerine getirebilmesi; Besinlerden uygun koşullarda yararlanabilme (yıkama, hazırlama, pişirme); Sindirim eylemlerinin (yeme, boşaltım) sağlıklı koşullarda gerçekleştirilmesi
Üriner sistem	Boşaltım eylemini uygun koşullarda yerine getirebilme (hijyen)
Üreme sistemi	Hormonları etkileyebilecek koşullardan korunma; Üreme eylemini uygun koşullarda yerine getirebilme (gizlilik)
Hormonal sistem	Hormon üretimini engelleyecek koşullardan korunma
Koruyucu dış tabaka	Koruyuculuğu yerine getirebilme; Dış etkileri (sıcak, soğuk, cisimlerin dokusu) algılayabilme; Fiziksel etkilerden korunma (delme, kesme, yanma vb. oluşmaması); Kimyasal maddelerden korunma (zehirlenme, kaşınma, tahriş ve yara oluşmaması); Zarar verici bitki (zehirli vb.) ve hayvanlardan (böcek, sinek, akrep, fare, yılan vb.) korunma; Asalaklardan (bit, pire, kene vb.) korunma; Mikroorganizmalardan korunma (enfeksiyon, iltihaplanma oluşmaması); Alerjenlerden (metal, kimyasal madde, kauçuk, arı vb.) korunma
Bağışıklık sistemi	Bağışıklık sisteminin işlevini yerine getirebilmesi (organizmanın savunmasız kalması sonucunda hastalık oluşmaması); Sistemin sıklıkla devreye girmesine neden olabilecek mikroorganizma (bakteri, virüs), asalak (bit, pire, kene vb.), bitki (zehirli bitki, çiçek tozları vb.) vb. antijenlerden (organizmaya yabancı maddeler) korunma; Alerjenlerle (toz, metal, kimyasal madde, küf, polen, ev tozu akarı, arı vb.) karşılaşmama; Alerjinin tetiklenmemesi

İnsanların psikolojik yapıları duyguları, düşünceleri ve bunları harekete geçiren bedensel eylemlerinden oluşmaktadır. Psikolojik yapıya bağlı olarak psikomotor

(devinim), duyuşsal ve bilişsel insan davranışları biçimlenmektedir. Psikomotor davranışlar, oyun oynama, dans etme, yemek yeme, yazı yazma, ameliyat etme vb. bedensel eylemlerden oluşan davranışlardır. Duyuşsal davranışlar, mutluluk, huzur, güven, sevgi, hoşlanım,, beğeni, sevinç, korku, kaygı, nefret, iğrenme, sinirlilik, kızgınlık, sıkıntı, hayal kırıklığı, hoşnutsuzluk, huzursuzluk, dengesizlik vb. duygulardan kaynaklanmaktadır. Bilişsel davranışlar da düşünme, duyumlama, algılama, duyusal uyum yapma vb. kaynaklı etkinliklerdir (Sarp, 2007). Yapı tarafından karşılanması beklenen ve kullanıcıların davranışlarını oluşturan psikolojik gereksinmeler çizelge 4.3'te görölmektedir.

Çizelge 4.3 : Kullanıcının psikolojik yapısını oluşturan davranışların yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeleri (Sarp, 2007).

Psikolojik Yapı	Gereksinmeler
Psikomotor davranış (devinim)	Davranış özelliklerine uygun yaşayabilme; Yapılması istenen ya da gereken devinimleri sorunsuz uygulayabilme
Duyuşsal davranış	Olumlu duygulara sahip olma
Bilişsel davranış	Zihinsel eylemleri sürdürebilme

Gruplar, normlar ve sosyalleşme süreci insanın toplumsal oluşumunu, işleyişini ve gelişimini inceleyen sosyolojik yapısını oluşturur. Gruplar, etkileşim durumunda olan, bir arada bulunan, birden çok sayıda insandan kuruludur. Din, ahlak, örf, adet, moda, hukuk gibi normlar, grup oluşturan kişilerin ortak olarak benimsedikleri değer ve kurallardır. Sosyalleşme süreci ile birlikte normları öğrenip denetleyen kullanıcılar, sosyal toplumun işleyişine dahil olurlar (Sarp, 2007). Yapı tarafından karşılanması beklenen sosyolojik gereksinmeler çizelge 4.4'te görölmektedir.

Çizelge 4.4 : Kullanıcının sosyolojik yapısını oluşturan sistemlerin yapı tarafından karşılanması gereken gereksinmeleri (Sarp, 2007).

Sosyolojik Yapı	Gereksinmeler
Gruplar	Grup içinde yaşama; Grup oluşturma; Gruplar arası ilişki kurma
Normlar	Norm oluşturma ve normlara uyma
Sosyalleşme süreci	Sosyalleşme sürecini geliştirmek için inanç ve tutum oluşturma; Kişiliği geliştirme; Eğitim, statü, meslek, gelir, entelektüel düzey ile belirli bir sosyal sınıfın üyesi olma; İçinde bulunduğu toplumun kültürel yapısını özümseme

Türkeri'ye (2009b) göre binalar, farklı kullanıcı gereksinimleri karşısında ihtiyaç duyulan yapma çevre koşullarını yerine getirebilmek için farklı işlevlere sahip bina alt sistem tasarımlarından faydalanırlar. İnsanların biyolojik yapılarına ilişkin gereksinmelerinin dikkate alındığı performans yöntemine göre, bina alt sistemlerinden biri olan yapı elemanları sistemlerinden biri olan dış duvar sistemlerinin amacı kullanıcılarına;

- Güvenli,
- Kuru,
- Hijyenik,
- İdeal sıcaklık, bağıl nem ve hava hızına sahip,
- Dış ortamla gerektiğinde iletişim kurabilen ve
- Gürültünün kontrol altına alınabildiği iç ortamlar yaratmaktadır (Fleming, 2005).

Bu tez kapsamında dış duvar sistemlerinden iç ortam ile ilgili istenen kullanıcı gereksinimleri aşağıdaki gibidir.

Bina kullanıcıları, ilk olarak yük oluşturan dış çevresel etmenlere karşı güvenli bir ortamda yaşamak isterler. Bu nedenle dış duvar sistemlerinin oluşturduğu bina kabuğu kullanıcıları için ilk önce güvenli bir ortam oluşturmalıdır.

Dış duvar sistemleri güvenli bir iç ortam yaratmalarının ardından kullanıcıları için iç ortam konfor şartlarını yerine getirebilecek diğer performansları göstermelidir. Buna bağlı olarak, kullanıcılar dış duvar sistemlerinden, onları yağmura karşı korumasını beklemektedirler. Bunun için, dış duvar sisteminin, bünyesine alınan yağmur suyu dış duvar sistemini oluşturan bileşenlerin performanslarına zarar vermeyecek şekilde dış ortama doğru kurumalı ya da dış duvar sistemi bünyesine yağmur suyu alınmamalıdır. Aksi takdirde, yağmur suyu etkisi altında dış duvar sistemi hasar görür, iç ortam ıslanır ve kullanıcının biyolojik yapısına zarar verebilecek sağlıksız ortamlar oluşur. Ayrıca, ıslanması sonucu oda sıcaklığından daha soğuk olan dış duvar iç yüzeyi kullanıcılarının teması halinde onlar için ısı konfor şartlarını karşılayamaz.

Dış duvar sistemi dış ve iç ortamı ayırdığı için dış ve iç ortam arasında oluşabilecek sıcaklık farklarını da kontrol altına alabilmelidir. Kullanıcı gereksinmelerine uygun

ısı konfor şartlarını sağlamak için iç ortam hava sıcaklığı, bağıl nem ve hava hızı değerlendirilmelidir. İç ortam hava sıcaklığı kullanıcıların üşmemesi ya da sıcaktan bunalmaması için konfor şartlarına uygun olmalıdır. Sabit sıcaklık altında havadaki su buharı yüzdesini belirten bağıl nem, kullanıcıların solunum sisteminin ve koruyucu dış tabakalarının rahat nefes alıp vermesi için kontrol altına alınmalıdır. Bağıl nemin yüksek olduğu bir ortamda hava derimizin nefes alıp vermesi sırasında açığa çıkan su buharını taşıyamadığı için derimiz terleme yapar. Diğer taraftan, bağıl nemin düşük olduğu bir ortamda aşırı su kaybeden derimiz kurur. Yüksek bağıl nem oranına bağlı olarak dış duvar sisteminin iç yüzeyi derimize benzer bir durum göstererek terleme yapabilir. Bunun sonucunda kullanıcılar için sağlıklı olmayan iç ortam koşulları oluşmaktadır. Rahat nefes alıp verebilmek ve hijyenik dış duvar iç yüzeyleri oluşturmak için ideal neme sahip bir iç ortam yaratılmalıdır. Bu tez kapsamında kullanıcı gereksinmelerine bağlı olarak dış duvar sisteminden iç ve dış ortam arasında iletişim kurması ve iç ve dış ortamda oluşabilecek gürültüyü kontrol altına alması beklenmemektedir.

4.3 Çevresel Etmenler

Dış duvar sistemleri yükler, rüzgarla itilen yağmur suyu, güneş ışınlamı, su buharı ve gürültü vb. gibi çevresel etmenlere maruz kalır. Bu tez çalışmasında bu çevresel etmenlerden yüklerin, rüzgarla itilen yağmur suyunun, güneş ışınlamının ve su buharının etkileri incelenmektedir.

4.3.1 Yükler

Yükler binaya etki eden kuvvetler olarak tanımlanmaktadır (Foster, 1996). Yüklerin uyguladığı kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak malzeme, bileşen ya da sistemlerde gerilmeler meydana gelir. Dış duvar sistemine etki eden yükler;

- Sabit yükler ve
- Hareketli yükler olarak ikiye ayrılmaktadır (Ricketts ve diğ., 2003).

Sabit yüklerin uyguladıkları kuvvet sürekli kabul edilebilecek kadar kalıcıdır. Hareketli yüklerin uyguladıkları kuvvet ise zaman içinde değişir. Sabit ve hareketli yükler etki kaynaklarına göre farklı gruplara ayrılmaktadır (Ricketts ve diğ., 2003).

Ölü ve canlı yükler ile darbe yükleri sabit yükler olarak gruplandırılmaktadır (Ricketts ve diğ., 2003). Ölü yükler, binanın kendi ağırlığından kaynaklanan kalıcı yüklerdir (Foster, 1996). Binanın hizmet ömrü boyunca sabit kalmayan ve yer değiştiren kullanıcılar ve mobilyalar gibi yükler ile birlikte binanın hizmet ömrü boyunca yenilenen donanımlar canlı yükler olarak adlandırılmaktadır. Canlı yüklerin hareketi sonucunda oluşan gerilmeler darbe yükü olarak adlandırılmaktadır. Rüzgar ve deprem kaynaklı tekrarlı ani hareketler oluşturan fakat sürekliliği olmayan yükler de hareketli yükler olarak gruplandırılmaktadırlar (Ricketts ve diğ., 2003).

Dış duvar sistemi oluşturan bileşenler, üzerlerine gelen yüklerin oluşturduğu mekanik gerilmelere karşı mukavemet gösteremedikleri zaman parçalanabilirler. Bununla birlikte, yüklerin oluşturduğu mekanik gerilmeler karşısında dış duvar sistemi bir bütün olarak dayanım ve denge gösteremediğinde sistem burkulabilir, oturma yapabilir, yer değiştirebilir ya da devrilebilir (Foster, 1996).

4.3.2 Rüzgarla itilen yağmur suyu

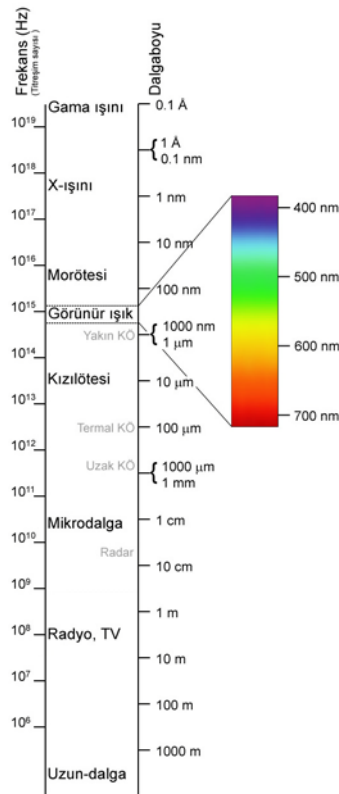
Rüzgarla itilen yağmur suyu (RİY), yağmur damlalarının rüzgarla birlikte belirli bir açıda taşınması sonucu cepheye etki etmektedir (Türkeri, 2009a). RİY'e bağlı olarak suyun cephede ve dış duvar sisteminin bünyesinde hareket etmesi sonucunda dış duvar sisteminde aşağıdaki etkiler oluşmaktadır.

- RİY damlaları dış kaplama yüzeyinde yer alan çatlaklara saklanabildikleri gibi dış duvar sistemi bünyesinde daha derinlere doğru hareket ederek diğer bileşenlerin içindeki kılcal çatlakalara da yerleşebilirler. Havadaki ani sıcaklık değişimleri sonucunda suyun donup ve çözülmesi ile dış duvar sistemi bileşenlerinde çatlaklar büyür ve malzeme zarar görür (Rich ve Dean, 1999).
- Gözenekli malzemelerin bünyesinde yer alan tuzlar, RİY'in malzemeye nüfuz etmesi sonucunda çözülürler. Malzemenin yüzeyinde biriken suda çözülmüş tuzlar suyun buharlaşması ile birlikte malzeme dış yüzeyde çiçeklenme olarak adlandırılan beyaz bir tabaka oluştururlar. Çiçeklenme, malzeme yüzeyi hemen temizlenirse geçici, hemen temizlenmezse kalıcı kirlenme oluşturur. Ayrıca, sıva ve boyanın malzeme dış yüzeyi ile bağlayıcılığını azaltır (Addleson ve Rice, 1991).

- Dış duvar sisteminde yer alan ve yeterli kimyasal dayanıma sahip olmayan metal malzemeler yağmur suyu etkisi altında reaksiyon göstererek paslanabilirler (Addleson ve Rice, 1991).
- RİY etkisi altında ıslanan duvar yüzeyleri yeterli mantar kaynağı, mantarı besleyecek toz, oksijen ve uygun sıcaklık sağlanırsa küflenebilir (Addleson ve Rice, 1991).
- Dış duvar sisteminin RİY etkisi altında ıslanması sonucunda su damlaları dış duvar sistemi bünyesinde bulunan kılcal çatlaklardan kuru dış duvar iç yüzeyine doğru hareket ederler. Bunun sonucunda ısı yalıtım malzemeleri ve dış duvar iç yüzeyi ıslanabilir, iç kaplama malzemeleri üzerinde küf ve pas görülebilir. Isı yalıtım işlevi gören bileşenlerin ıslanması sonucunda dış duvar sisteminin ısı geçirgenlik değeri artar (Rich ve Dean, 1999).

4.3.3 Güneş ışınımı

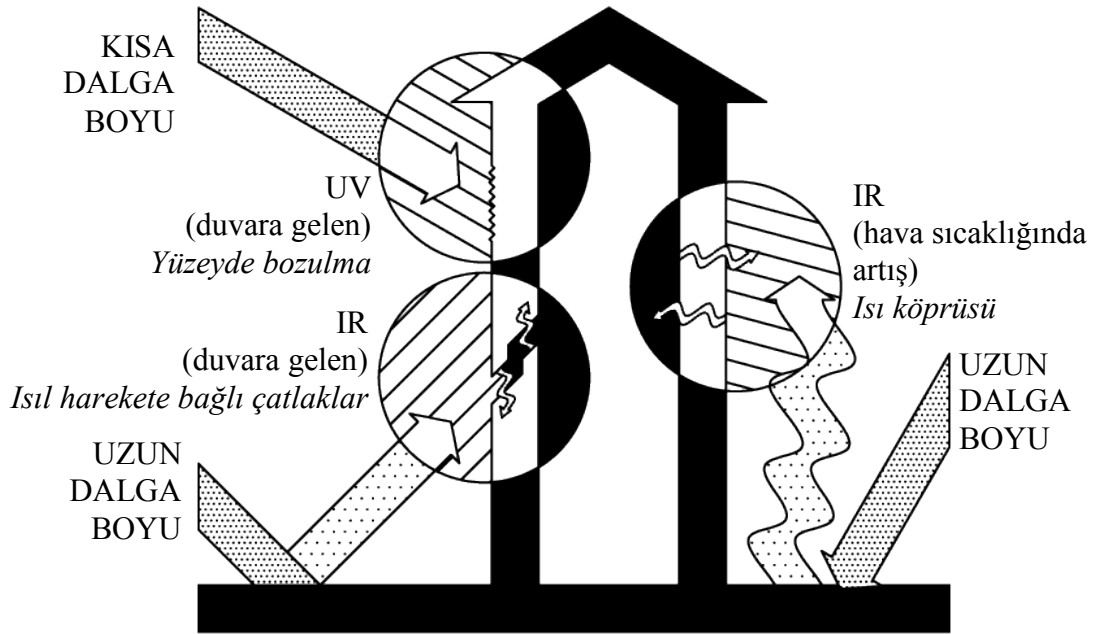
Güneş, ışınım yaparak enerji üreten çok güçlü bir kaynaktır. Yeryüzüne ulaşan bir günlük toplam güneş enerjisi miktarı insanların bir yıl boyunca tükettikleri toplam enerjinin iki bin katına eşittir (Vita-Finzi, 2008).



Şekil 4.1 : Elektromanyetik güneş spektrumu (Vita-Finzi, 2008).

Güneş ışınimleri değişik dalga boylarında yayınlanır (Url-1). Dalga boyu kısa olan, diğer bir tanımla frekansları yüksek olan güneş ışınımınının daha büyük güneş enerjisine sahiptirler (Url-2). Güneşten yayınlanan ışınımın dalga boyları elektro manyetik güneş spektrumunda sırasıyla görünmektedir (Şekil 4.1).

Uzaydan dünyada bulunan binalara doğru yayınlanan güneş ışınları karşılaştıkları her engel karşısında enerjilerini kaybeder. Farklı enerjilere sahip güneş ışınları farklı yollarla binalara ulaşarak, yapı malzemeleri üzerinde farklı etkilere neden olurlar. Şekil 4.2’de güneş ışınımınının bina dış duvar sistemi üzerindeki etkileri görölmektedir.



Şekil 4.2 : Güneş ışınımınının dalga boylarına göre dış duvar sistemine etkileri.

Atmosferden geçen güneş ışınımınının enerjileri çok yüksek ve dalga boyları kısa olur. Kısa dalga boyuna sahip güneş ışınları dünyada her hangi bir yüzeye çarptıktan sonra enerjilerininin bir kısmını buldukları yüzeye aktarırlar. Arda kalan daha düşük enerjile çarptıkları yüzeyden yansıyan ışınların da dalga boyları uzamış olur. Bu nedenle güneş ışınımı binalara kısa dalga boyunda doğrudan ulaşabilecekleri gibi önce ilk çarptıkları yüzeyi ısıtıp sonra uzun dalga boyunda tekrar bina yüzeylerine ulaşabilirler (Emmanuel, 2005).

Dış duvar sistemine etki eden güneş ışınımı, dalga boylarına ve etki şekillerine göre dört başlık altında incelenebilir. Bunlardan ilki dış duvar sistemi dış yüzeyine yüzeyine doğrudan gelen mor ötesi ışınlardır. Enerjisi yüksek ve dalga boyu kısa

olan olan mor ötesi ışınlar doğrudan bina cephesine çarptıklarında organik kökenli yapı malzemeleri üzerinde bozulmalara neden olabilir (Rich ve Dean, 1999).

Güneş ışınımının dış duvar sistemine etki etmesinin bir diğer yolu ise dış duvar sistemi dış yüzeyine doğrudan gelen kızıl ötesi ışınlardır. Kısa dalga boyuna sahip güneş ışınımının her hangi bir yüzeyden yansması sonucu oluşan uzun dalga boyuna sahip kızıl ötesi ışınlar bina cephesine ulaştıklarında yapı malzemelerinin organik yapısını değiştirecek nitelikte enerjiye sahip değildir. Diğer taraftan, mevcut enerjileriyle yapı malzemelerinin atomlarını çok hızlı ileri ve geri sallandırarak moleküllerin sıcaklıklarını artırır (Url-1). Sıcaklıklarının artması sonucunda dış duvar sistemi bileşenlerinde ısıl harekete bağlı genleşmeler oluşur (Rich ve Dean, 1999).

Yerkürede yer alan toprak ya da başka yüzeyler tarafından kısa dalga boyuna sahip güneş ışınlarının soğurularak kızıl ötesi ışınlar şeklinde atmosfere doğru tekrar ışıma yapmaları sonucunda dış ortam hava sıcaklığı oluşur. Güneş ışınımının dış ortam hava sıcaklığı üzerindeki etkisi güneş ışınımına bağlı üçüncü çevresel etmeni oluşturur. Dış ortam hava sıcaklığının iç ortam ısıl konfor koşullarını karşılayamadığı durumlarda iki ortam arasında hava sıcaklık farkı meydana gelir. İç ortam ısıl konfor koşullarını karşılamak amacıyla iç ve dış ortamı birbirinden ayıran dış duvar sisteminin ayırdığı ortamlardaki hava sıcaklık farklarına bağlı olarak dış duvar sistemi bünyesinde sıcaktan soğuğa doğru ısı alışverişi gerçekleşir. Bu ısı alışverişi sonucunda iç ortamda kullanıcı gereksinmelerine uygun olmayan ısı kazançları ya da kayıpları oluşabilmektedir (Rich ve Dean, 1999). Isı kazançlarını ya da kayıplarını azaltmak amacıyla yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılır. Bu kaynakların aşırı kullanımı sonucunda atmosferdeki CO₂ miktarı artar. CO₂ gazının oluşturduğu sera etkisi sonucunda küresel ısınma riski ortaya çıkar.

Bir çevresel etmen olan güneş ışınımını dış duvar sistemine doğrudan ya da dolaylı olarak ulaştırarak pasif güneş sistemli duvarlarda olduğu gibi dış duvar sisteminin dış yüzeyinin sıcaklığını artırır. Bunun sonucunda, dış duvar sistemini oluşturan bileşenlerin ısıl ve optik özelliklerine bağlı olarak güneş ışınımından elde edilen ısı enerjisi iç ortamda ısı kayıpları ve kazançlarının oluşmasına neden olmaktadır. Isı kazançlarını ya da kayıplarını azaltmak amacıyla yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılması sonucunda bir önceki etmende de görüldüğü gibi atmosferdeki CO₂ miktarı küresel ısınmaya sebep olabilecek seviyelere ulaşabilir.

4.3.4 Su buharı

Su buharı, suyun gaz halini belirtmektedir (Stein, 1993). Dış ve iç ortamda yer alan farklı kaynaklardaki suyun buharlaşması sonucunda oluşur. Dış hava kaynaklı su buharı yağın yağmurun, nehirlerin, denizin ve göllerin buharlaşması sonucu oluşabilmektedir. Bina iç ortamında yer alan su buharı ise nefes alışverişimizle vücudumuzun terlemesiyle, mutfaktaki yemeğin pişmesiyle, suyun kaynamasıyla ya da banyoda yıkanmamız sonucunda oluşabilir (Nashed, 1996).

Havanın belirli bir sıcaklık değerinde 1 m^3 'ünde taşıyabileceği su buharı miktarı havanın mutlak nemini belirtmektedir (Toydemir ve diğ., 2000). Nem, suyun buharlaşması sonucu oluşan su buharı moleküllerinin havada asılı kalması olarak adlandırılmaktadır (Stein, 1993). Su buharının artması ile havadaki nem de, yani ıslaklık da artar. Diğer taraftan, sıcaklığın artmasıyla birlikte havanın taşıyabileceği su buharı miktarı da artmaktadır. Bu nedenle sıcaklık değişimleri karşısında havanın taşıyabileceği su buharı miktarını ölçmek için havanın mutlak nemi yerine bağıl nemi hesaplanmaktadır. Bağıl nem, nemli havadaki su buharının ağırlığının belirli bir sıcaklık derecesinde havanın taşıyabileceği maksimum ağırlıktaki su buharına oranıdır (Harris, 2000). Diğer bir tanımla, bağıl nem, mutlak nemin doymuş su buharı miktarına oranıdır (Toydemir ve diğ., 2000).

Bağıl nem tanımından da anlaşıldığı üzere, belirli bir sıcaklık derecesinde havadaki su buharı miktarı en üst seviyeye ulaştığı anda, diğer bir deyişle, bağıl nem %100'e ulaştığında hava, su buharına, yani neme doymuş olur. Havadaki nem miktarını azaltmak için, su buharı molekülleri, sıcak havanın oluşturduğu yüksek basınç alanlarından soğuk havanın oluşturduğu alçak basınç alanlarına doğru hareket ederler. Su buharının hareketlenmesine etki eden faktörler, iki nokta arasındaki bağıl nem ve sıcaklık farkıdır. Sıcak hava, soğuk havaya göre daha fazla nem içerdiğinden dolayı kışın iç ortam, yazın ise dış ortam daha nemli olur. Neme doymun ortamdaki su buharı, daha soğuk bir ortama doğru akmaya başladığında ani sıcaklık değişimiyle karşılaşır. Fazlalık su buharı neme daha az doymun yeni bir ortama geçemediği takdirde yoğunlaşır.

Yoğuşma dış duvar sistemi yüzeyinde gerçekleştiğinde terleme, dış duvar sistemi arakesitinde gerçekleştiğinde yoğuşma olarak adlandırılmaktadır. Yoğuşma gerçekleşen yüzeyler ıslandığı için ısı yalıtım özelliği gösteren malzemelerin ısı

performansları düşebilir. Bununla birlikte, ıslanan malzemenin konumu, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre dış duvar sisteminde donma ve çözülmeye bağlı parçalanma veya malzemenin yüzeyden kopması, çiçeklenme, paslanma ya da küflenme gözlemlenebilir. Bölüm 4.3.2’de, suyun etkisine bağlı dış duvar sisteminde oluşan hasarlar ve bu hasarların dış duvar sistemine zararları yer almaktadır.

4.4 Malzemeler, Bileşenler ve Sistemler

Performans yönteminde yer alan performans analizlerine bağlı olarak bu bölümde dış duvar sistemlerinde oluşabilecek hasarları engellemek için dış duvar sistemlerinden beklenen performans gereksinimleri ve bu gereksinimleri karşılayıcı malzemeler, bileşenler ve sistemler açıklanmaktadır.

4.4.1 Taşıyıcılık

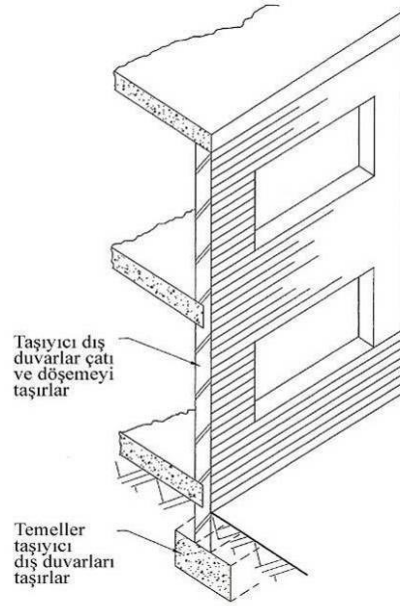
Dış duvar sistemini oluşturan bileşenler, güvenlik sınırları içinde üzerlerine gelen yüklerin oluşturduğu gerilmelere karşı kendi bünyelerinde dayanıklı olurken bu bileşenlerin bir araya gelerek oluşturdukları dış duvar sistemi de bir bütün olarak dengede olmalıdır. Yığma sistemde kullanılan çekirdek bileşenleri üzerlerine gelen sabit ve hareketli yükleri diğer çekirdek bileşenlerine ya da temele güvenli bir biçimde aktarmalıdır. İskelet sistemde kullanılan çekirdek bileşenleri ise üzerlerine gelen hareketli yükleri taşıyıcı kolon, kiriş ve temele güvenli bir şekilde aktarmalıdır (Türkeri, 2009a).

Çatı ve döşemeden gelen yüklerle birlikte rüzgar ve deprem yüklerine karşı dayanım ve denge gösteren ve bu yükleri kendi ağırlığıyla birlikte çekirdek katmanı sayesinde temele aktaran dış duvar sistemine *taşıyıcı dış duvar sistemi* denir. Çatı ve döşemeden gelen yüklerin taşıyıcı bir karkas tarafından temele aktarıldığı, bununla beraber rüzgar ve deprem yüklerinin ve sistemin kendi ağırlığının çekirdek katmanı tarafından taşınarak taşıyıcı sisteme aktarıldığı dış duvar sistemine *taşıyıcı olmayan dış duvar sistemi* denir (Foster, 1996).

4.4.1.1 Taşıyıcı dış duvar sistemi

Taşıyıcı dış duvar sisteminde taşıyıcılık işlevini yerine getiren bileşen çekirdektir. Bu sisteme sahip dış duvarlar kendi yüklerine ve hareketli yükler olan rüzgar ve deprem yüklerine ek olarak çatı ve döşemeden aktarılan sabit yükleri de taşıyarak temele

aktarırlar. Çekirdek, döşemelerden gelen düşey yükleri yayılı olarak, kirişlerden gelen düşey yükleri ise noktasal olarak alırlar (Foster, 1996). Düşey ve yatay yüklerin yayılı ve noktasal olarak taşındığı dış duvar sistemleri yığma duvarlar olarak da adlandırılır (Yazıcıoğlu, 2005, Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Taşıyıcı dış duvar sistemi (Fleming, 2005)

Fleming'e (2005) göre taşıyıcı duvarlar üzerlerine gelen yüklerin türlerine göre yapısal ve dengeleyici olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kendi ağırlıklarıyla birlikte düşey yükleri de taşıyan duvarlar yapısal taşıyıcı duvarlar olarak adlandırılırken bu özelliklere ek olarak yatay ve eğimli yükleri taşıyan duvarlar ise dengeleyici taşıyıcı duvarlar olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla, taşıyıcı olan bir dış duvar sistemi hem dayanıklı hem de dengede olmalıdır. Dış duvar çekirdeği örülerek, panellerle ya da bir iskeleti oluşturan dikmeler kullanılarak yapılabilir (Nashed, 1996). Örme ve panel taşıyıcı dış duvarlar masif bir kütle oluşturabilirken dikme kullanılarak yapılmış taşıyıcı dış duvarlar masif bir kütle oluşturmazlar.

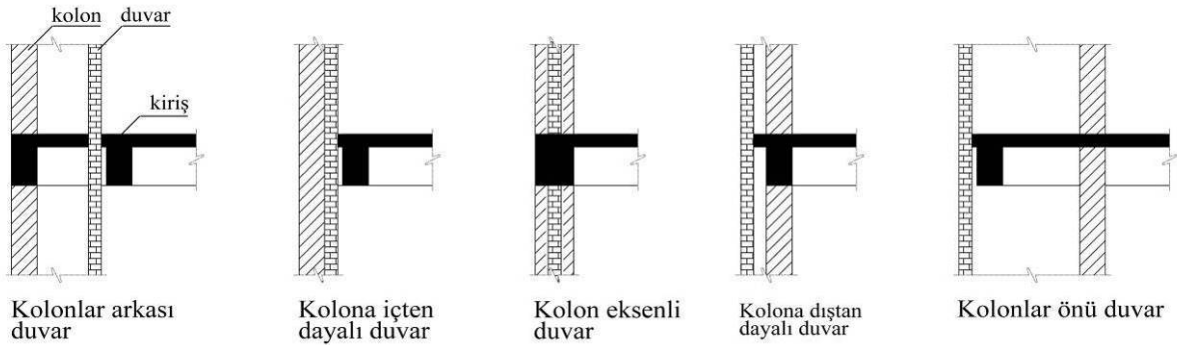
Örme dış duvarlar, kagir dış duvar olarak da adlandırılmaktadır. Fakat kagir dış duvarların taşıyıcı olma zorunluluğu yoktur. Örülerek yapılan taşıyıcı çekirdeğe sahip dış duvar sistemlerinde çekirdeği oluşturan yapı malzemeleri mekanik gerilmelere karşı yeterli dayanımı göstermelidirler (Türkçü, 2004). Tuğla, gazbeton ve kerpiç bloklar taşıyıcı örme dış duvarlarda kullanılan çekirdek malzemelerine örnek olarak gösterilebilirler.

Taşıyıcı panel dış duvarlar, yerinde dökme, önyapımlı ve prefabrike panel duvar olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Betonarme perde duvarlar yerinde dökme taşıyıcı panel dış duvarlara örnektir (Türkçü, 2004). Önyapımlı ve prefabrike panelli dış duvarlar ise üretim tesislerinde taşınabilir boyutlarda donatılandırılırlar. Prefabrike panellerin önyapımlı panellerden farkı üç boyutlarının kesin olmasıdır. Bu sayede başka bir işlem görmeden şantiyede birbirlerine bağlanırlar. Donatılı gazbeton ve betonarme paneller prefabrike panel dış duvarlara örnek olarak gösterilebilir.

4.4.1.2 Taşıyıcı olmayan dış duvar sistemi

Taşıyıcı olmayan dış duvar sistemi kendi yükünü ve hareketli yükler olan rüzgar ve deprem yüklerini taşıyarak binanın taşıyıcı iskelet sistemine aktarırlar (Nashed, 1996). Taşıyıcı dış duvar sisteminin aksine çatı ve döşemeden gelen sabit yükleri duvar çekirdeği yerine binanın taşıyıcı iskelet sistemi taşır. Bundan dolayı çekirdek bileşeni taşıyıcı sisteme ağırlık oluşturmayacak şekilde olabildiğince hafif olmalıdır.

Taşıyıcı olmayan dış duvar sistemi yapım tekniklerine göre dolgu duvar ve giydirme cephe duvar olarak ikiye ayrılırlar. Dolgu duvarlar kendi ağırlıklarını döşemeye aktarırlar (Türkeri, 2009a). Dolgu duvarlar, kolonlara bağlı olarak beş farklı şekilde dış duvar sistemini oluşturabilirler (Şekil 4.4).



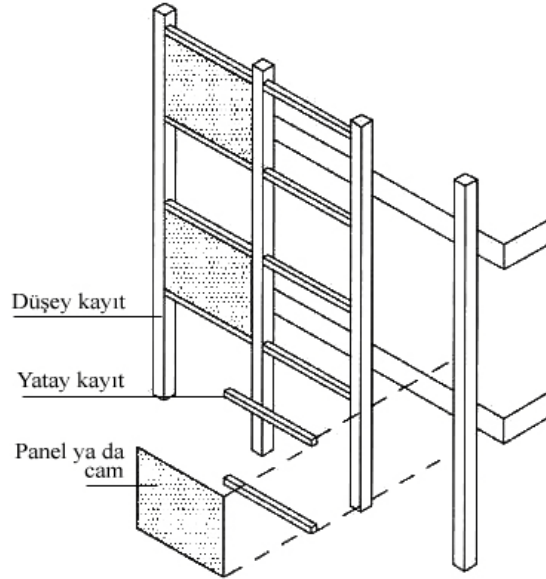
Şekil 4.4 : Kolonlara bağlı olarak dolgu duvarların konumları (Nashed, 1996).

Taşıyıcı olmayan ve duvar çekirdeğini oluşturan dolgu duvarlar;

- Kolonların arkasında kolondan bağımsız olarak;
- Kolonlara içten dayalı olarak;
- Kolon eksensel olarak düşey taşıyıcıların iç ve dış kenarlarını aşmayacak şekilde;
- Kolonlara dıştan dayalı olarak ya da;

- Kolonların önünde kolondan bağımsız olarak yapılabilir (Şekil 4.4).

Dolgu duvarlardan farklı olan giydirme cephe duvarlar kendi ağırlıklarını doğrudan taşıyıcı sistem bileşenleri olan kolonlara ya da kirişlere aktarırlar. Giydirme cepheler yapım yöntemlerine göre panel ve kayıtlı sistem olarak ikiye ayrılırlar (Türkeri, 2009a). Her iki sistem de en az iki döşemeyi geçmek suretiyle taşıyıcı sisteme tespitlenirler (Nashed, 1996). Panel sistemler çekirdek de dahil olmak üzere dış duvar sisteminin tamamını tek parça halinde oluştururlar (Şekil 4.3). Kayıtlı sistemlerde ise düşey kayıtlar kolon kiriş sistemine tespitlenirler. Ardından yatay kayıtlar düşey kayıtlara tespitlenerek duvar çekirdeğini oluşturan bileşenler kayıtlar yardımıyla taşınırlar (Türkeri, 2009a, Şekil 4.3). Düşey ve yatay kayıtlar ile birlikte bunların arasına yerleşen paneller duvar çekirdeğini oluştururlar.

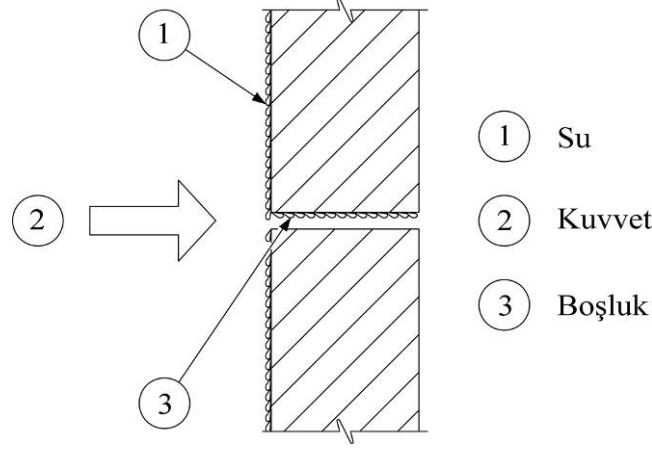


Şekil 4.5 : Kayıtlı dış duvar sistemi (Türkeri, 2009a)

4.4.2 Yağmur suyunun kontrolü

RİY etkisi altında dış duvar sisteminin performansında oluşacak olumsuz durumları azaltmak ve önlemek için yağmur suyunun dış duvar sistemine nüfuz etmesi kontrol altına alınmalıdır. Suyun dış duvar sisteminin bünyesine girebilmesi aşağıdaki üç koşulun bir arada bulunması gereklidir;

- Su kaynağı;
- Boşluk ve;
- Suyu hareket ettirici bir kuvvet (Şekil 4.6, Nashed, 1996).



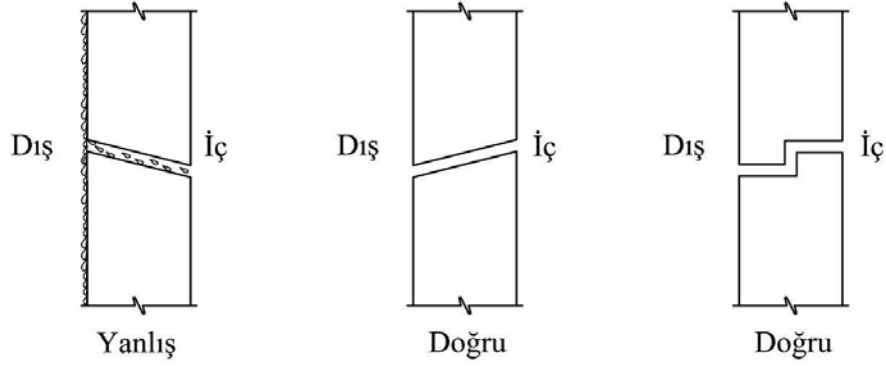
Şekil 4.6 : Suyun dış duvar sisteminin bünyesine girmesi için gerekli koşullar (Nashed, 1996).

Bu koşullardan biri eksik olursa su dış duvar sisteminin bünyesine giremez. RİY'in cephede yer alan dar derzlerden geçmesi için kapiler basınç kuvvetine ihtiyacı vardır. Derzlerin çapı büyütülerek kapiler basınç kuvveti ortadan kaldırıldığında suyu hareket ettirici bir kuvvet olmadığı için RİY boşluktan geçemez ve yapının bünyesine giremez.

RİY damlalarının cepheye çarpması sonucunda su belli kuvvetler etkisi altında hareket eder. Bu kuvvetler;

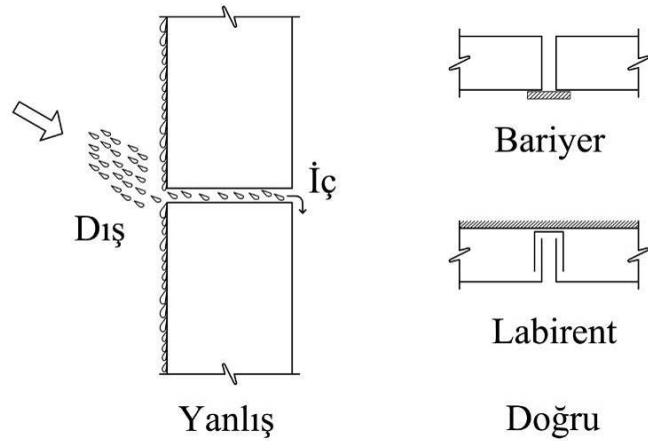
- Yer çekimi kuvveti;
- Kinetik enerji kuvveti;
- Yüzey gerilimi kuvveti ve;
- Kapiler hareketle elde edilen kuvvetdir.

RİY etkisiyle cephede çarpan yağmur suyu tabakaları birbirlerine tutunarak cephe yüzeyinde bir film tabakası oluştururlar. Yer çekimi kuvvetinin etkisiyle film tabakası şeklindeki su düşeyde aşağıya doğru akmaya çalışır (Türkeri, 2009a). Cephede yer alan yatay düzlemdeki derzler dış ortam yerine iç ortama doğru pozitif eğilim gösterdiklerinde su eğim doğrultusunda yer çekimi kuvvetinin etkisi altında hareket ederek dış duvar sistemine nüfuz eder . Derzin pozitif eğimini dışa doğru yaparak ya da derzi basamaklandırarak suyun iç ortama akması engellenebilir (Şekil 4.7, Nashed, 1996).



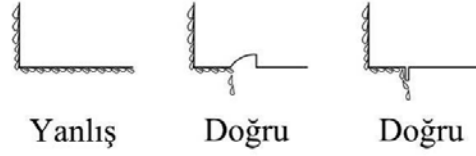
Şekil 4.7 : Yer çekimi kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996).

RİY damlaları cepheye çarptıklarında rüzgar enerjisini kinetik enerjiye çevirerek cephede ilerlemeye devam ederler (Nashed, 1996). Bazı durumlarda rüzgar yönüne bağlı olarak yağmur damlaları düşeyde yukarı doğru da hareket edebilirler (Türkeri, 2009a). Cephede hareketleri esnasında kinetik enerjiye sahip yağmur damlaları cephe kaplamalarında yer alan boşluklardan iç ortama akarak dış duvar sistemine nüfuz ederler. Dış ortam ile iç ortam arasındaki basınç farkı kuvveti de yağmur damlalarına kinetik enerji yükleyerek cephedeki yatay boşluklardan ilerlemelerine yardımcı olur. Derzler basamaklandırılarak, girintileri artırılarak ya da bariyer profilleri ile kapatılarak suyun iç ortama akması engellenebilir (Şekil 4.8, Nashed, 1996).



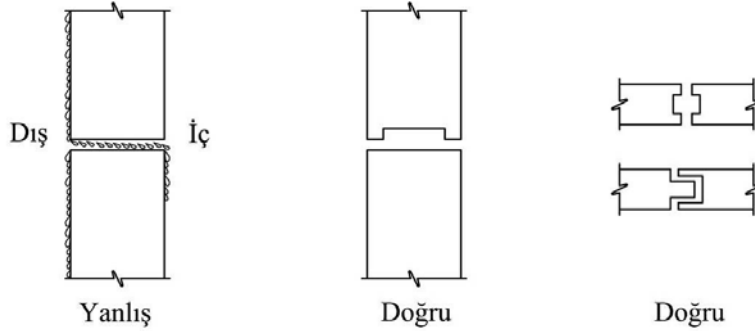
Şekil 4.8 : Kinetik enerji kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996).

Bazı durumlarda su damlaları yer çekimi kuvvetini yenerek yatay düzleme tutunurlar. Yüzey gerilimi kuvveti etkisiyle yatay derzlerden iç ortama doğru hareket ederek dış duvar sistemine nüfuz ederler. Yatay düzlemde damlalık oluşturularak suyun yüzeye tutunması önlenir (Şekil 4.9, Nashed, 1996).



Şekil 4.9 : Yüzey gerilimi kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996).

RİY damlaları cephe kaplamalarındaki boşluklardan geçerek iç ortama ulaşmaya çalışır. Kılcal kırıklar ve dar birleşim yerleri kapiler basınç kuvveti etkisi altında suyun akışını hızlandırarak dış duvar sistemine etkisini hızlandırır. Çapı 3 mm'den dar olan birleşim derzlerinin çapı genişletilerek ve dar koridor oluşumu engellenerek dış duvar sisteminde kapiler basınç kuvveti etkisi kontrol edilebilir (Şekil 4.10, Nashed, 1996).



Şekil 4.10 : Kapiler basınç kuvveti etkisi altında dış duvar sisteminde suyun hareketi ve önlem yöntemleri (Nashed, 1996).

RİY iki farklı yöntemle kontrol altına alınabilir;

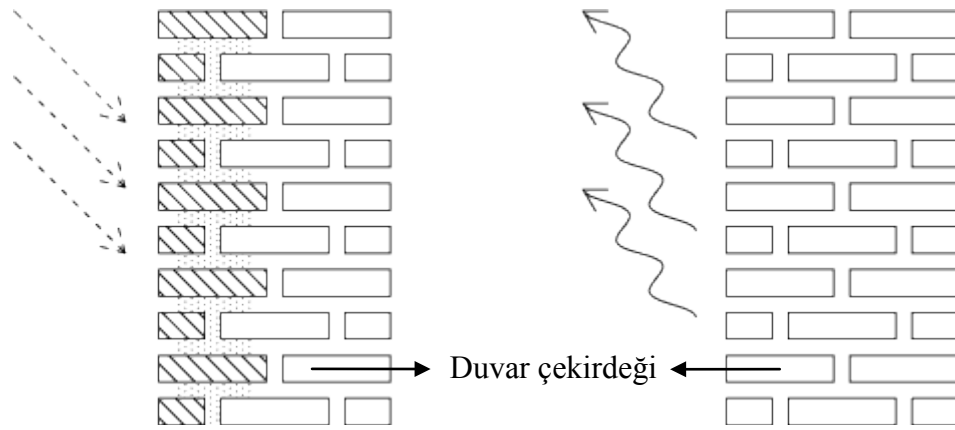
- Bina iklim şartlarına göre konumlandırılarak RİY etkisi azaltılabilir ya da;
- RİY etkisi altında cepheye gelen yağmur suları uygun dış duvar sistemi tasarımlarıyla kontrol altına alınabilir (Türkeri, 2009a).

RİY'i kontrol altına alabilmek için altı farklı dış duvar sistemi tasarım yöntemi mevcuttur. Bunlar kütle, yüzey geçirimsiz, iç drenaj sistemli, havalandırmasız, havalandırılmalı boşluklu ve basınç dengeli duvarlar olarak sınıflandırılmaktadır.

4.4.2.1 Kütle duvar

Gözenekli ve su geçirgen yapıya sahip çekirdek bileşenlerinin kaplamayı da oluşturduğu kütle duvarlar RİY etkisi altında yağmur suyunu duvar bünyesine alırlar. RİY etkisiyle gelen su, çekirdeğin yeterli kalınlıkta olması ile birlikte dış duvar

sistemi kesitinin belirli bir bölümüne etki ederek suyun iç ortama ulaşmasını engeller. Yağmurun sona ermesi ve hava sıcaklığının artmasıyla birlikte çekirdeğin bünyesine nüfuz eden su buharlaşır (Nashed, 1996, Rich ve Dean, 1999). Bünyeye nüfuz eden su miktarı ve bünyede kalış süresi, malzemede hasara neden olmadan su tercihen dış ortama doğru kurumalıdır (Şekil 4.11). Tercih edilen bu dış duvar sisteminde, suyun bünyesine nüfuz etmesi sonucunda kütle duvarın ısı iletkenlik katsayısı artacağı için bu sistemi tercih etmeden önce sistemin olası ısıl geçirgenlik değeri, su buharı difüzyonu değeri ve su emme oranı matematiksel programlarla ölçülüp değerlendirilerek garantiye alınmalıdır. Dış duvar sisteminin bünyesindeki suyun dış duvar sisteminde hasara neden olmadan kuruyabilmesi için bu duvar tipi RİY miktarı az olan bölgelerde tercih edilir.

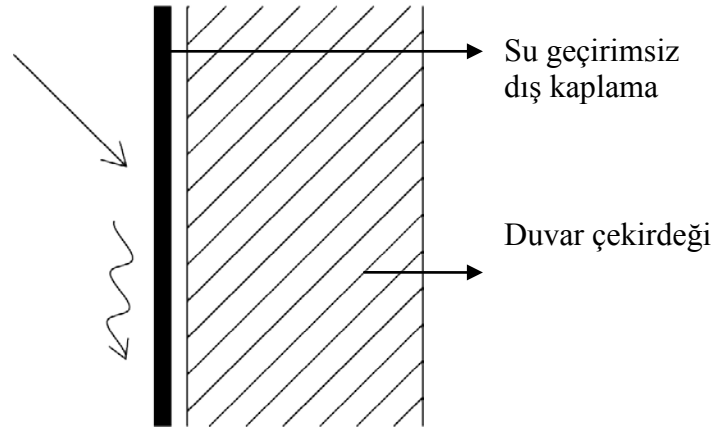


Şekil 4.11 : Kütle duvar (Solda, RİY etkisi altında suyun bünyeye alınması, sağda, suyun buharlaşması, Türkeri, 2009a).

4.4.2.2 Yüzey geçirimsiz duvar

Dış duvar sisteminin dış ortama bakan yüzeyinde su emme oranı düşük olan kaplama malzemeleri olan sistemler yüzey geçirimsiz duvarlar olarak adlandırılmaktadır. Dış duvar sisteminin dış yüzeyine çarpan RİY damlaları su geçirimsiz cephe kaplama malzemelerinin dış yüzeyinden akarak cepheden uzaklaştırılır (Şekil 4.12, Nashed, 1996, Türkeri, 2009a). Gözenekli yapıdaki geleneksel ağır kütleli cephe kaplama malzemelerine göre daha hafif olan metal, plastik ya da cam gibi su geçirimsiz yüzeyli kaplama malzemelerinin ısıl hareketleri daha fazla olacağından dolayı birleşim detaylarındaki gerilmeler de artacaktır (Addleson ve diğ. 1991). Cephe kaplama malzemelerinin dış yüzeyinden akan RİY damlalarının birleşim noktalarındaki derzlerden içeriye sızmamaları için su geçirimsiz derz dolguları kullanılmalıdır. Su geçirimsiz derz dolguları sadece dışarıdan uygulanan tek aşamalı,

hem dışarıdan hem de içeriden uygulanan iki aşamalı ve iki aşamalı sistemin iç ve dış dolguları arasında hava basınç kuvvetini azaltan bir boşluğun yer aldığı basınç dengeli sistemden oluşmaktadır. Su geçirimsiz derz dolgularının derzin her iki tarafına da düzgün yapışmaları için bunlar derzin iç tarafında poliüretan ya da polietilenden oluşan fitillerle desteklenmelidir. Bu fitiller açık ya da kapalı gözenekli olmalarına göre su buharı geçirimli ya da geçirimsiz olabilirler (Nashed, 1996). Dikkat edilmesi gereken bir konu ise cephe kaplama malzemelerine göre daha az dayanım gösteren derz dolguları mor ötesi ışınımın etkisi altında bozulabilir, yapısal ve ısıl hareketler sonucunda kalıcı şekil değiştirerek elastikiyetlerini kaybedebilir ya da olasılığı yüksek olan üretim ve işçilik hatalarına bağlı olarak yanlış uygulanabilir (Nashed, 1996, Rich ve Dean, 1999).

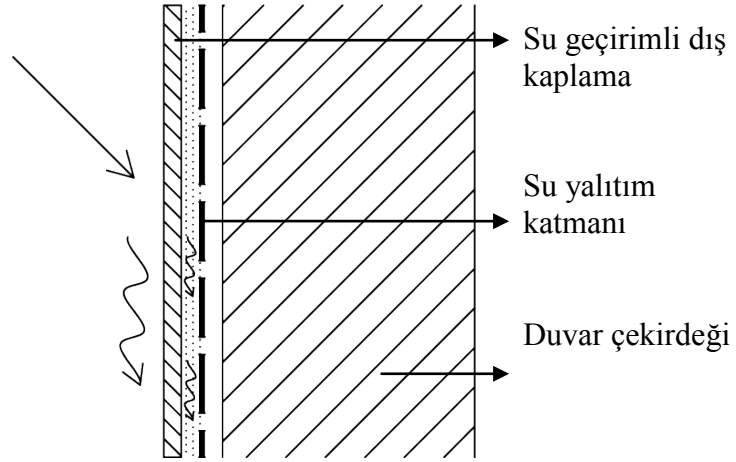


Şekil 4.12 : Yüzey geçirimsiz duvar (Türkeri, 2009a).

4.4.2.3 İç drenaj sistemli duvar

Su geçirgen, gözenekli yapıda olan kaplama malzemesinin arkasına herhangi bir boşluk bırakmadan doğrudan su yalıtımı uygulanan sistem iç drenaj sistemli duvar olarak adlandırılmaktadır (Şekil 4.13). Bu sistemde, kaplama malzemesinin dış yüzeyine çarpan RİY damlalarının bir kısmı kaplama malzemesinin dış yüzeyinden akıp giderken, diğer bir kısmı da kaplama malzemesinin gözeneklerinden kapiler basınç hareketi yoluyla ilerleyerek malzemenin bünyesine girer. Kaplama malzemesinin hemen arkasında yer alan su yalıtım tabakası kaplama malzemesinin bünyesine giren suyun çekirdeğe nüfuz etmesini önler. Kaplama malzemesi ile su yalıtım tabakası arasında suyun akabileceği boşluk dışında bir katman yer alıyorsa, su yerçekimi kuvvetinin etkisinde aşağıya doğru akarak cephede her kat seviyesinde döşeme altlarına tespit edilen eteklerden dışarıya doğru akıtılır. Ayrıca yağmurun

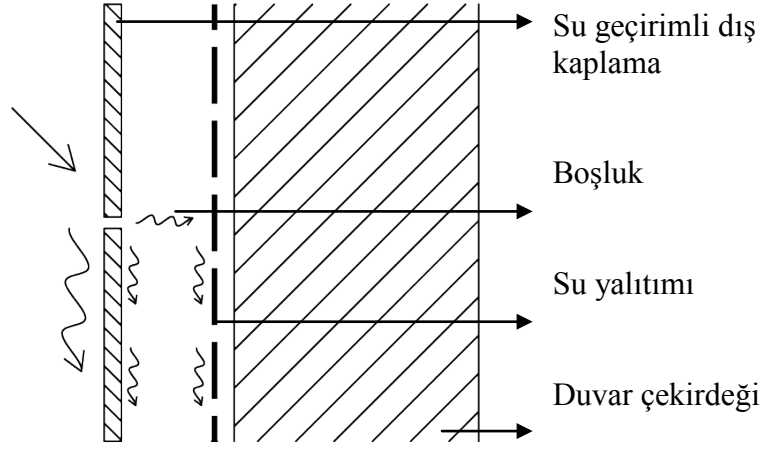
sona ermesi ve havanın ısınarak kurumasıyla birlikte kaplama malzemesinin bünyesindeki su buharlaşarak uzaklaştırılır (Türkeri, 2009a).



Şekil 4.13 : İç drenaj sistemli duvar (Türkeri, 2009a).

4.4.2.4 Havalandırmaz boşluklu duvar

Havalandırmaz boşluklu duvar sisteminde su geçirimli dış kaplaması ile duvar çekirdeği arasında bir boşluk katmanı ve çekirdeğin dış yüzeyinde su yalıtımı yer almaktadır. RİY etkisi altında yağmur suyunun cephede oluşturduğu film tabakasının büyük bir kısmı yer çekimi kuvveti etkisiyle dış kaplama malzemesinin dış ortama bakan yüzeyinden akıp giderken diğer bir kısmı da ise kapiler basınç kuvveti etkisi altında bünyesine nüfuz ettiği gözenekli yapıya sahip dış kaplama malzemesinin iç yüzeyine doğru ilerler. Bundan dolayı, dış kaplama malzemesinin hem dış hem de iç yüzeyi ıslanır. Dış kaplamanın iç yüzeyine ulaşan yağmur damlaları en az 25 mm derinliğe sahip boşluk katmanı ile karşılaştıklarında kapiler basınç kuvvetlerini kaybederler (Addleson ve diğ. 1991). Bu sayede dış kaplama malzemesinin iç yüzeyindeki su damlaları yerçekimi kuvveti etkisiyle eteklerden ya da kaplama yüzeyindeki barbakanlardan dışarıya doğru akıtılır (Türkeri, 2009a). Dış kaplama malzemesinin dış yüzeyinde oluşan basınç ile boşluk katmanının yer alan hava arasındaki basınç farkının etkisiyle dış kaplama malzemesinin iç yüzeyinde yer alan su damlaları boşluk katmanından çekirdek dış yüzeyine taşınabilir. Bu bölgede yer alan bileşenlerin yağmur suyundan etkilenmemesi için burada su geçirimsiz bir malzeme kullanılmaktadır. Su geçirimsiz malzeme sayesinde su damlaları dış duvar sisteminde daha fazla ilerleyemez ve boşluk katmanında her kat seviyesinde dökme alınlarına tespit edilen eteklerden dışarıya doğru akıtılır (Şekil 4.14).

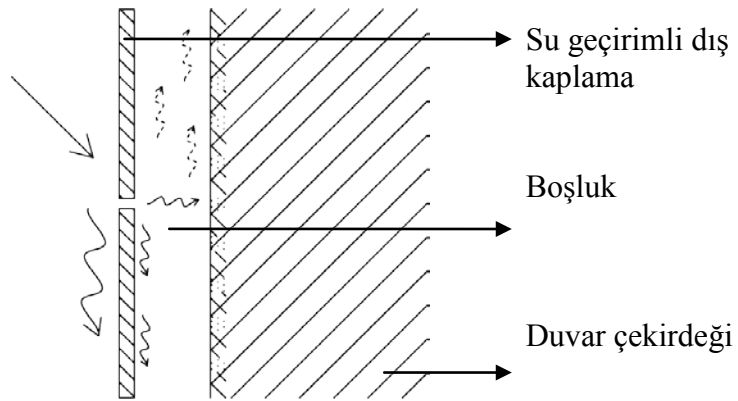


$$P_0 > P_i$$

Şekil 4.14 : Havalandırmaz boşluklu duvar (Türkeri, 2009a).

4.4.2.5 Havalandırmalı boşluklu duvar

Su yalıtım malzemesi dışında havalandırmaz boşluklu duvar sisteminde yer alan diğer katmanlara sahip bu sistemde, boşluk katmanının havalandırılması sayesinde dış ortamdan iç ortama daha fazla hava girişi sağlanarak dış ortam ile boşluk katmanı arasındaki hava basınç farkı azaltılmaktadır. Fakat içeriye alınan havanın bir kısmı duvar çekirdeğinde yer alan boşluklardan sızdığı için dış ortam ile boşluk katmanı arasında basınç farkı eşitlenememektedir. Dış ortam ile boşluk katmanı arasındaki hava basınç farkından dolayı dış kaplama malzemesinin birleşim noktalarından geçen yağmur suyunun bir kısmı duvar çekirdeğinin dış yüzeyine taşınır. Töle edilebilir miktarda ıslanan duvar çekirdeği dış yüzeyi, boşluk katmanının havalandırılması ile birlikte buharlaşma yoluyla bünyesindeki suyu uzaklaştırır (Addleson ve diğ, 1991, Türkeri, 2009a, Şekil 4.15).



$$P_0 > P_i$$

Şekil 4.15 : Havalandırmalı boşluklu duvar (Türkeri, 2009a).

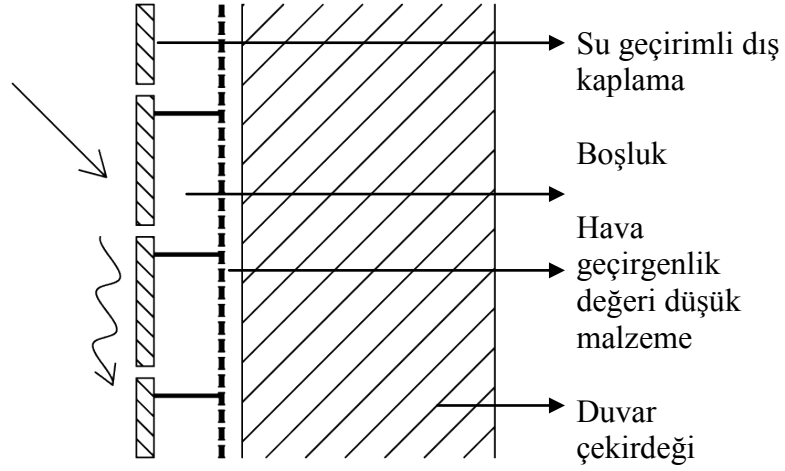
4.4.2.6 Basınç dengeli duvar

Havalandırılmalı boşluklu duvar sisteminde yer alan havalandırılmalı boşluk tabakası dış ortam ile duvar çekirdeği arasındaki hava basıncını azaltmayı hedefler. Fakat basınç farkı ortadan kaldırılmadığı için yağmur suyu dış kaplama malzemesindeki boşluklarda ilerleyerek duvar çekirdeğine taşınmaktadır. Dış kaplama malzemesi ile duvar çekirdeğinin yağmur suyu etkisi altında ıslanması sonucunda dış kaplama malzemesi birleşim elemanları ve duvar çekirdeği zarar görmektedir (Nashed, 1996). Basınç dengeli duvar sisteminde duvar çekirdeğinin dış yüzeyine yerleştirilen hava geçirgenlik değeri düşük bir malzeme sayesinde dış kaplama ile duvar çekirdeği arasında kalan boşluk tabakasının hava basıncı ile dış ortam hava basıncı mümkün olduğunca eşitlenerek yağmur suyunun dış kaplamanın içindeki gözeneklerden ve birleşim detaylarında yer alan boşluklardan geçmesi için gerekli basınç kuvveti ortadan kaldırılmaktadır. Bu sayede dış kaplamanın sadece dış yüzeyi ıslanmaktadır (Şekil 4.14). RİY'e karşı faydalarının yanı sıra basınç dengeli duvarlarda boşluk katmanında basınç dengelendikten sonra hava akımı oluşmadığı için bu sistemler yangın kesici olarak da kullanılmaktadır (Rousseau ve diğ., 1998).

Basınç dengeli duvar sistemini oluşturmak için gerekli bileşenler aşağıdaki gibidir;

- Dış kaplama ile duvar çekirdeği arasındaki basıncın dengeleneceği bir boşluk katmanı,
- Dış ortamdan boşluk katmanına yeterli miktarda havayı alabilmek için dış kaplama malzemesi üzerinde ya da birleşim noktalarında en az 12mm genişlikte boşluklar,
- Dış kaplamanın bünyesine aldığı suyu tahliye etmesi için gerekli etekler,
- Hava akımının sadece boşluk katmanı ve dış ortam arasında gerçekleşmesini sağlamak için duvar çekirdeği ile boşluk katmanı arasında yer alacak hava geçirgenlik değeri düşük bir malzeme...

Boşluk katmanı belirli aralıkla hücrelere ayrılması ile içindeki hava basıncı eşitlemek kolaylaşmaktadır. Hücrelerin her birinde yer alan eteklikler içeriye sızabilecek suyu dışarıya atmayı yararken aynı zamanda dışarıdaki havayı devamlı bir şekilde içeriye alarak rüzgarın da etkisiyle oluşan dinamik hava basıncının dengelenmesine yardımcı olmaktadır (Nashed, 1996, Şekil 4.16).



$$P_0 = P_i$$

Şekil 4.16 : Basınç dengeli duvar (Türkeri, 2009a).

4.4.3 Isıl performans

Üzerilerine gelen güneş ışınımını ve iç ortam ile dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkını kontrol altına alabilmek için dış duvar sistemleri aşağıdaki performanslara gereksinim duymaktadır.

- Güneş ışınımının emilmesine bağlı olarak organik yapıli dış kaplama malzemesinin bünyesinde oluşabilecek bozulmaları önlemek için duvara gelen MÖ ışınlar yansıtılmalıdır.
- Duvara gelen KÖ ışınların dış kaplama bileşeninin bünyesinde ısıl harekete bağlı çatlak oluşumunu engellemek için bileşenin ısıl hareket kontrol altına alınmalıdır.
- İç ve dış ortam hava sıcaklık farkına bağlı iç ortamdaki ısı kazançlarına ve kayıplarına neden olan ısı köprüleri önleyerek ısı akımı kontrol edilmelidir.
- Güneş ışınımı sonucu ısınan dış duvar sisteminin iç ortam ile ısı alışverişi sonucu iç ortamda oluşabilecek ısı kazançları ve kayıplarını kontrol edebilmek için güneş ışınımı ile dış duvar sistemi bünyesinde ısıtma ve soğutma enerjisi elde edilmelidir.

Yukarıda yer alan performans gereksinimlerine bağlı olarak aşağıdaki bölümlerde güneş ışınımı ve iç ortam ile dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkının etkisi altında dış duvar sisteminde kullanılacak bileşenler ve sistemler yer almaktadır.

4.4.3.1 Yansıtıcı malzemeler

Koyu renk dış duvar kaplamaları daha çok güneş ışınımı emerek açık renkli malzemelere göre daha fazla ısınırlar. Bu malzemelerin iç taraflarında ısı yalıtım malzemesi olması halinde güneş ışınımından elde ettikleri enerji diğer bileşenlere iletilemez. Bunun sonucunda dış kaplama malzemeleri aşırı ısınır ve ısı yalıtım malzemesine yük bindirir. Aşırı ısınan malzemelerde fiziksel deformasyonlar gözlenir (Addleson ve Rice, 1991). Doğrudan gelen mör ötesi ışınımın dış duvar sisteminin dış yüzeyinde yer alan bileşenlerine olan olumsuz etkisini azaltmak için bu bileşenlerin dış yüzeyleri güneş ışınımı yansıtma oranı yüksek yansıtıcı malzemelerden oluşturulmalıdır. Bu sayede yüzeye gelen güneş ışınımının enerjisi tekrar geri yansıtılarak malzemenin organik yapısını değiştirecek gücü azaltılmaktadır. Yansıtıcı malzemeler güneş ışınımının çok dik geldiği ve soğutma ihtiyacının çok olduğu sıcak iklim bölgelerinde kullanılmaktadır (Rich ve Dean, 1999). Yansıtıcı yüzeyler az pürüzlü, açık renkli ve kızıl ötesi yayılım özelliği yüksek malzemelerden oluşmalıdır (Liu, 2005).

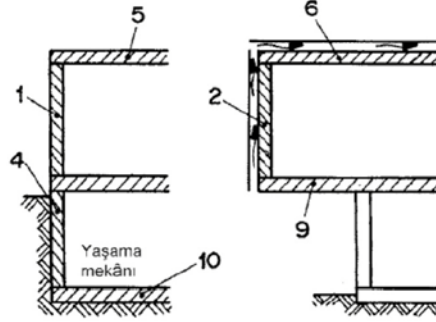
4.4.3.2 Isıl hareket derzleri

Duvar yüzeyine doğrudan gelen kızıl ötesi ışınımın etki ettiği bileşenlerin sıcaklıklarını artırırlar. Bileşenin dış ortama bakan yüzeyi iç ortama bakan yüzeyinden daha fazla ısındığı zaman sıcaklığın fazla olduğu dış yüzeyde basınç, iç yüzeyde ise çekme gerilmeleri oluşur. Isıl gerilmeler karşısında bileşenler genişlemek ya da büzülme ister. Genleşme ve büzülme için yeterli alana sahip olmayan bileşenler ısıl gerilmeler karşısında dayanım gösteremez ve çatlarlar (Addleson ve Rice, 1991). Doğrudan gelen kızıl ötesi ışınımın dış duvar sistemini oluşturan bileşenlerde ısıl harekete bağlı oluşturduğu çatlakları kontrol altına alabilmek için bileşenler arasında ısıl hareket derzleri oluşturulmalıdır (Rich ve Dean, 1999).

4.4.3.3 Isıl geçirgenlik değeri düşük dış duvar sistemi

Havayı ısıtan kızıl ötesi ışınımının dış duvar sisteminde oluşturduğu ısı köprülerini önlemek ve ısı akışını kontrol altına almak diğer bir anlatımla iç ve dış ortam arasında ısı geçişini azaltmak için dış duvar sistemi katmanlarında ısı yalıtım malzemeleri kullanılmalı ya da dış duvar sisteminin kalınlığı artırılmalıdır (Rich ve Dean, 1999). Bu sayede dış duvar sisteminin ısıl geçirgenlik değeri düşürülerek iç ortam sıcaklığı korunmuş olur. Dış duvar sistemlerinde ısı yalıtımı için gerekli hesap

yapılırken sistemin bütününün ısı geçirgenlik değeri incelenmektedir. Isıl geçirgenlik değeri farklı malzemelerin arka arkaya dizilmesi ile oluşan dış duvar sisteminin ısı geçişine göstermiş olduğu dirençtir. “U” ile ifade edilir ve birimi W/m^2K 'dir. İstanbul için duvarlarda kullanılması gereken U-değeri $0,60 W/m^2K$ 'dir. (TS 825, 2005).



Sıra No	Yapı bileşeni tipi ³⁾	Yüzeysel ısı iletim direnci ^{1) 2)}	
		R_i (m^2K / W)	R_e (m^2K / W)
1	Dış duvar (Sıra no 2 'de verilenin dışındaki dış duvarlar)		0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar	0,13	0,08

Şekil 4.17 : Dış duvar sistemleri için taşınım yoluyla ısı iletim direnç değerleri (TS 825, s.8)

Isıl geçirgenlik değeri dış duvar sisteminde birbirine paralel katmanların ısı geçirgenlik dirençleri ile iç ve dış yüzeyin ısı iletim dirençlerinin toplanıp bire bölünmesi ile bulunur. Bu tez kapsamında TS 825'teki (2005) bilgilere göre dış yüzey ısı iletim direnci hava boşluksuz duvarlarda (Şekil 4.17'de 1 numaralı örnek) $0,04 m^2K/W$ olarak hesaplanırken, hava boşluklu duvarlarda (Şekil 4.17'de 2 numaralı örnek) $0,08 m^2K/W$ olarak hesaplanmaktadır.

Isı depolama kapasitesine sahip çekirdek

Isı depolama kapasitene sahip çekirdek, güneş ışınımına ya da hava sıcaklığına bağlı olarak gün içinde ısı depolayıp, güneş battığı ya da hava soğuduğu zaman depoladığı ısıyı yayımlayan duvarı oluşturmaktadır. Isı depolama kapasitesine sahip çekirdek, hem ısı depolamak hem de depoladığı ısıyı yaymak için iç ve dış yüzeylerinde çıplak olmalıdır. Diğer bir deyişle, ısı depolama kapasitesine sahip duvarın çekirdek bileşeninin içinde ve dışında ısı yalıtımı gerektirecek bir malzeme yer almamalıdır. Bununla birlikte, çekirdek, ısıyı depolayabilecek yoğunlukta ve kalınlıkta olmalıdır (Pfeifer ve diğ., 2001).

Isı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzeme

Bir yapı malzemesinin ısı tutuculuğu ısı iletkenlik katsayısına, kalınlığına ve ısı kaynağının gücüne bağlı ısı direncine bağlıdır. Öncelikle seçilecek malzeme ısı kaynağının gücüne bağlı yeterli ısı dirence sahip olmalı ve yanmaz olmalıdır. Diğer taraftan iç ve dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkına bağlı oluşan ısı köprülerini engellemek için seçilecek malzemenin ısı iletkenlik katsayısı düşük olmalıdır. Malzemenin ısı tutuculuğu ısı iletkenlik katsayısı ile ters orantılıdır. Diğer bir anlatımla, ısı iletkenlik katsayısı düşük olan malzemelerin ısı tutuculuğu daha yüksektir. Isı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzemeler, iletimle ısı alışverişine dirençli malzemelerdir. Bunlar, bitkisel ve hayvansal lifler, mantar, cam yünü, taş yünü, genleştirilmiş polistren, haddede çekilmiş polistren, poliüretan köpük, fenol köpük, cam köpüğü, genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş mikadır (Ülker, 2009).

4.4.3.4 Pasif güneş sistemleri

1970'lerde dünyada petrol fiyatlarının artması sonucunda insanlar alternatif enerji kaynakları arayışı içine girmişlerdir (Littler ve diğ., 1984, s.6). Günümüzde ise yenilenemeyen enerji kaynağı olarak nitelendirilen petrolün, kömürün ve doğal gazın aşırı kullanımı nedeniyle doğal kaynak rezervleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Milyonlarca yıl süren oluşumlarını birkaç on yılda harcadığımız yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketimi azaltılmazsa önümüzdeki on yıllar içinde doğal kaynaklar tamamen yok olacaktır (Quaschnig, 2005, s.9).

Enerjinin verimsiz kullanımı dünyadaki yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Fosil yakıtlar olarak adlandırılan yenilenemeyen enerji kaynaklarının aşırı kullanımı sonucunda oluşan sera gazları atmosferin aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma sonucunda doğal ekosistemde yer alan döngüler zarar görmektedir. Bunun sonucunda dünyadaki yaşamsal faaliyetlerin geleceğini tehlikeye atılmaktadır. Sonuç olarak yirmi birinci yüzyılda enerjinin tüketiminde yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanmak çevreye zarar vermektedir. Bu nedenle yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olarak “yenilenebilir” ve “temiz” enerji olarak adlandırılan jeotermal, gel-git, güneş ışınımı ile elde edilen enerjilerle birlikte rüzgârdan ve nehir akıntısından elde edilen enerjilerin kullanımı ön plana çıkmıştır (Quaschnig, 2005, s.20).

Pasif güneş sistemleri ile güneş ışınlarından elde edilen ısı enerjisi, binayı ve kullanıcıları ısıtmak ve soğutmak için kullanılır. Tamamen temiz, yenilenebilir, bedava ve verimli olan doğal güneş enerjisi sayesinde pasif ısıtma ve soğutma sistemleri tasarlanabilir (Crosbie, 1998, s.12). Pasif sistem olarak adlandırılan güneş enerjisi kaynaklı tasarımlar güneş ışığından ısı enerjisi elde ederken pompa, pervane ve güneş pili gibi mekanik kontrol gerektiren sistemlere ihtiyaç duymazlar (Littler ve diğ., 1984, s. 97).

Pasif güneş sistemleri, kendilerinden istenen ısı performansını karşılamak için beş temel görevi yerine getirmelidirler:

- Güneş ışığını kazanımını en üst seviyede tutmak için ışık geçirgen yüzeyi artırmak;
- Aşırı ısınma ve kamaşmayı önlemek;
- Işık geçirgen yüzeyden kaynaklanabilecek aşırı ısı kaybını önlemek;
- Kazanılan ısıyı yayabilmek;
- Güneş ışığı etkisi geçtikten sonra ısınmaya devam etmek için önceden kazanılan fazla ısı enerjisini depolamak (Littler ve diğ., 1984, s. 97).

Fizik yasalarına göre enerji, yok edilemediği gibi yoktan da var edilemez. Enerji şekil değiştirerek farklı biçimdeki enerjilere dönüşür ya da bir sistemin farklı parçaları arasında değiştirilir (Quaschnig, 2005, s.3). Pasif güneş sistemine sahip binalarda genel olarak güneş ışınları ışık geçirgen yüzeylerden geçip iç mekâna ulaşırlar. Enerjinin dönüşümü ilkesine bağlı olarak güneş ışınlarının bir yüzeye çarpması sonucu güneş enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Güneş ışınlarının etkisi altındaki yüzeylerden ısınım yaparak yayılan ısı enerjisi, cam ve diğer ışık geçiren malzemelerden tamamen geçemez. İç mekânda hapsolür. Sera etkisi adı verilen bu sistem sayesinde pasif ısıtma ve soğutma sağlanır (Crosbie, 1998, s. 12). Sera etkisini mümkün olduğunca arttırmak için ışık geçirgen yüzeyleri de arttırmak gerekmektedir.

Aşırı ısınmayı ve soğumayı önlemek için ısı alışverişi kontrol yöntemleri ve pasif sistem bileşenleri kullanılır (Watson ve diğ., 1992). İnsan bedeni gibi binalar da çevreleriyle devamlı bir ısı alışverişi içindedirler. İnsan bedeni, çevresiyle ısı alışverişini dört farklı yöntemle yapmaktadır:

- İletim (dokunma);
- İletim ve taşıma (hava hareketi);
- Derideki nemin buharlaşması ve taşınması;
- Güneş ışınımının ve ısı ışınımının yayılması (Watson ve diğ., 1992, s.26).

İnsan bedeninin ısı hareketini kontrol altına tutup vücut sıcaklığını korumak için farklı elemanlar kullanılır. Böylece ısı alışverişi hızlanır ya da yavaşlar. Yukarıdaki ısı alışverişi yöntemlerinin sırasına bağlı olarak aşağıda vücut ısısını kontrol yöntemleri yer almaktadır;

- İnsan bedeniyle temas kuran yüzeylerin sıcaklıkları ve giysilerin ısı dirençleri dokunma yoluyla ısı iletimini etkiler.
- Hava sıcaklığının ve hava hareketinin hızı ile giysilerin ısı direnci hava hareketi ile ısı taşınmasını ve iletilmesini etkiler.
- Havadaki su buharı basıncı derideki nemin buharlaşmasını ve taşınmasını etkiler.
- İnsan bedeni de dâhil çevredeki yüzeyler ısı ışınımını yayarken insan bedeni güneş ışınımını dâhil tüm ışınımın etkisi altında kalır (Watson ve diğ., 1992, s.26).

Pasif güneş sistemiyle çalışan dış duvar sistemlerinde yaz ve kış mevsimlerinde güneşin açısına bağlı olarak kazanılan ısı enerjisini arttırmak ve azaltmak için bina kabuğunda iletim, taşıma, yayılım ve buharlaşma yöntemleriyle ısı alışverişi yapılır. Isı alışverişi yapılırken pasif sistem bileşenleri güneş ışınlarını toplar, soğurur, depolar, yayar ve kontrol eder.

Işık geçirgen yüzeylerde oluşabilecek aşırı ısı kaybını önlemek için bu yüzeylerde ısı iletkenlik katsayısı düşük malzemeler ya da sistemler kullanılmalıdır. Kazanılan ısıyı rahatça yaşama mekânına ve diğer bileşenlere yayabilmek için ısı alışverişi yöntemlerinden iletim, taşıma, yayılım ve buharlaşmadan biri kullanılabilir. Şekil 4.18’de bu yöntemlerin ısı alışverişine etkileri gözlemlenmektedir.

Güneş ışınlarının ısıya dönüşüp binayı ve kullanıcıları ısıtıp soğutması aşamasında pasif sistem bileşenlerinin çalışma ilkesi özetle aşağıdaki süreçleri kapsamaktadır:

- Toplayıcı güneş ışınımını alarak soğurucuya gönderir;

- Soğurucu güneş ışınım enerjisini ısı enerjisine dönüştürür;
- Anında kullanılmayan ısı enerjisinin geri kalanı depolayıcıda depolanır, ısınma ihtiyacı duyulduğunda malzemeler tarafından depolanan ısı yaşama mekânına yavaşça geri verilir.
- Yayıcı bileşen ısı enerjisini soğurucu ve/ veya depolayıcı ve yaşama mekânı arasında dağıtır.
- Kontrol ediciler ısıtma mevsiminde ısı kaybını azaltıp ve güneş ışınımı kazanımını artırır ve/ veya soğutma mevsiminde toplayıcıyı gölgeleyip ısı kazanımını azaltırlar (Crosbie, 1998).

		İLETİM <i>conduction</i>	TAŞIMA <i>convection</i>	YAYILIM <i>radiation</i>	BUHARLAŞMA <i>evaporation</i>
KONTROL YÖNTEMLERİ	KIŞ	KAZANIMI DESTEKLEME		Güneş enerjisi kazanımını destekleme	
	KAYBI ENGELLEME	İletilen ısı akışını azaltma	Dış hava akımını azaltma Sızıntıyı azaltma		
YAZ	KAZANIMI ENGELLEME	İletilen ısı akışını azaltma	Sızıntıyı azaltma	Güneş enerjisi kazanımını azaltma	
	KAYBI DESTEKLEME	Topraktan serinletmeyi destekleme	Havalandırmayı artırma	Isı yayılımıyla serinletmeyi destekleme	Buharlaşarak serinletmeyi destekleme

Şekil 4.18 : Isı aktarımı kontrol yöntemleri (Watson ve diğ., 1992).

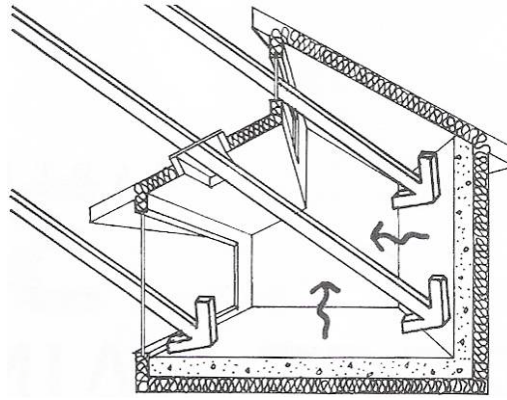
Toplayıcı, soğurucu, depolayıcı, yayıcı ve kontrol edici pasif sistem bileşenlerinin yer aldığı farklı dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarlanarak pasif güneş sistemi tasarlanması mümkündür. Çatı sisteminden farklı olarak genelde düşey ya da hafif eğimli tasarlanan dış duvar sistemlerinde gölgeleme elemanları kullanarak yaz güneşinden korunabildiği gibi kış alçak açıyla gelen kış güneşinin ışınlarından da faydalanılabilmektedir. Ayrıca dış duvarların kütleli ağırlıklarına bağlı olarak ısı depolama kapasiteleri kullanılarak güneş ışınlarının olmadığı saatlerde duvarlar depoladıkları ısıları yayımlayarak iç ortamı ısıtırlar. Güneş ışınları etkisi altında cephenin dokusu, rengi, malzeme içyapısı ve katmanlaşma alternatifleri göz önüne alındığında pasif güneş sistemi tasarımları dış duvar sisteminin ısı performans

gereksinmelerine kazanç sağlamaktadır. Dış duvar sisteminde kullanılabilen temel pasif sistem tasarımları:

- Doğrudan kazanımlı;
- Isı depolamalı;
- Termosifon sistemlerden oluşur. Isı depolamalı ve termosifon sistemler dolaylı kazanımlı sistemler olarak da adlandırılmaktadır (Littler ve diğ., 1984).

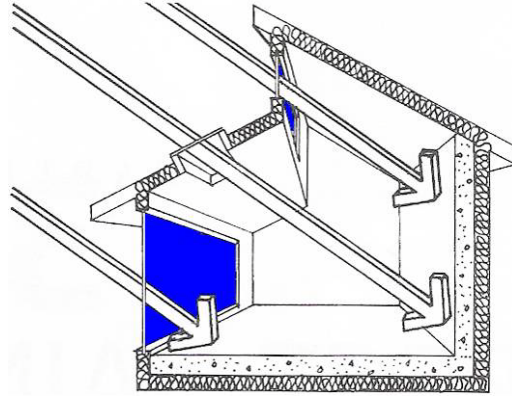
Doğrudan kazanımlı sistem

Doğrudan kazanımlı pasif sistemler genelde ısıtma amaçlı kullanılırlar. Bu sistemler toplayıcı, depolayıcı ve kontrol edici pasif sistem bileşenlerinden meydana gelmektedir. Depolayıcı aynı zamanda soğurucu ve yayıcı görevini üstlenir. Kontrol edici bileşenler de gölgeleme ve ısı yalıtımı elemanlarından oluşmaktadır (Crosbie, 1998). Bu sistemde ısı enerjisi çevrimi yaşama mekânının içinde gerçekleştirilir. Toplayıcılardan geçen güneş ışınimleri yaşama mekânının içinde yer alan depolayıcı tarafından soğrulur ve ısı enerjisine dönüştürülerek yaşama mekânına aktarılır (Şekil 4.19).



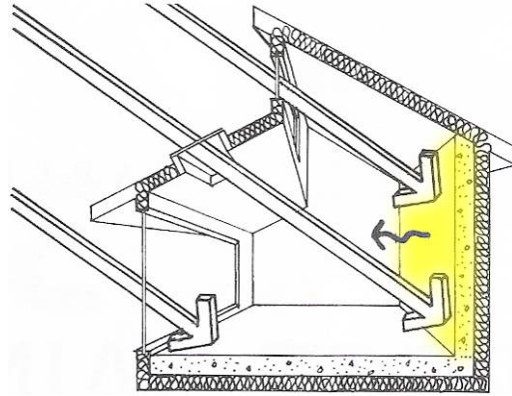
Şekil 4.19 : Doğrudan kazanımlı sistem (Crosbie, 1998).

Doğrudan kazanımlı sistemde dış duvar sistemine ait toplayıcılar pencere yüzeylerinden oluşmaktadır (Şekil 4.20). Pencerelerin ışık geçirgen yüzey malzemeleri cam, cam takviyeli plastik (CTP), polimetil metakrilat (PMMA) veya polikarbonat özelliklerine sahip malzemelerden yapılabilir. Güneş ışınlarından mümkün olduğunca çok faydalanabilmek için ışık geçirgen özelliğe sahip yüzey geniş tutulmalıdır. Fakat geniş ışık geçirgen yüzeyler yüzünden kullanıcılar mahremiyet sorunu yaşayabilir (Crosbie, 1998).



Şekil 4.20 : Doğrudan kazanımlı sistemde toplayıcı (Crosbie, 1998).

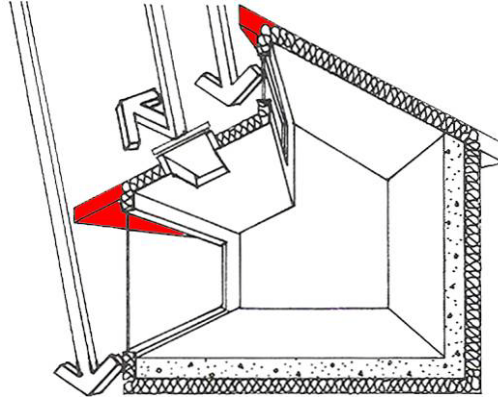
Doğrudan kazanımlı sistemde dış duvar sisteminin çekirdek elemanı depolayıcı pasif sistem bileşeni görevi üstlenmektedir (Şekil 4.21). Yapı malzemesi için deliksiz blok örme duvar, betonarme duvar ya da su tankıyla örülmüş duvar kullanılabilir. Dar alanda kalın duvar yerine geniş alana yayılmış ince duvarlar yapılmalıdır. Ayrıca duvarlar doğrudan güneş ışınımı alacak şekilde konumlandırılmalıdır ve ışığı iyi soğurabilmeleri için yüzeyleri koyu renkli olmalıdır (Crosbie, 1998).



Şekil 4.21 : Doğrudan kazanımlı sistemde depolayıcı (Crosbie, 1998).

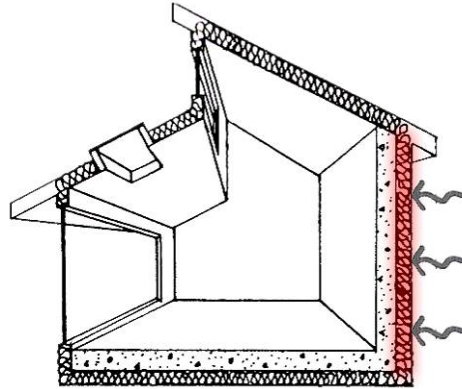
Doğrudan kazanımlı sistemde kontrol edici pasif sistem bileşenleri gölgeleme ve yalıtım elemanlarından oluşmaktadır. Yaz mevsiminde kullanılan gölgeleme elemanları dış duvar sistemine dışarıdan uygulanabileceği gibi içeriden de uygulanabilmektedir. Dışarıdan yapılan gölgelemelerde güneş ışınları iç mekâna sokulmadığından dolayı yapı kabuğu ısınmaz ve yapı bileşenleri güneş ışınlarına karşı korunur (Şekil 4.22). Saçaklar, pencere önlerine yapılan çit örgüler, bitkilendirilmiş cepheler, tenteler, panjurlar ve pencere kenarlarına yapılabilen kanat duvarları dışarıdan yapılan gölgeleme sistemlerini oluşturan elemanlardır. İçeriden yapılan gölgelemede ısı gölgeleme elemanı ile toplayıcı arasına hapsoldüğünden

pasif sistem bileşenlerinde aşırı ısınma olabilir. Stor perde, jalûzi, perde ve hareketli paneller içeriden gölgeleme elemanlarını oluştururlar.



Şekil 4.22 : Doğrudan kazanımlı sistemde dışarıdan gölgeleme için kullanılan saçaklar (Crosbie, 1998).

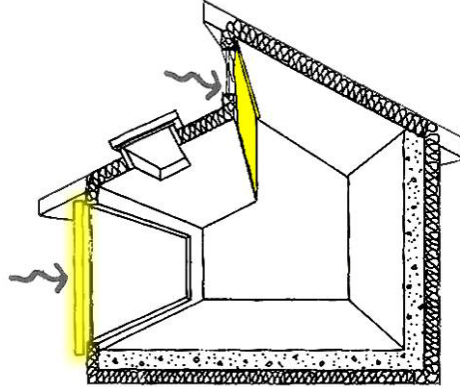
Hem kış hem de yaz mevsiminde aşırı ısınmayı ve ısı kaybını önlemek için dış duvar sistemine sabit ve hareketli yalıtımlar uygulanabilmektedir. Sabit yalıtımlar depolayıcı pasif sistem bileşenlerinin dışına uygulandıklarında depolanan ısı enerjisi içeride hapsolür, bu sayede ısı kaybı önlenir (Şekil 4.23) (Crosbie, 1998).



Şekil 4.23 : Doğrudan kazanımlı sistemde sabit ısı yalıtımı (Crosbie, 1998).

Hareketli yalıtımlar ise toplayıcı bileşenlerin iç ya da dış yüzeyine uygulandıklarında kış mevsiminde gece güneşten faydalanılmayan zaman diliminde iç ortamdaki ısının kaybı engellenir (Şekil 4.24). Toplayıcının iç yüzeyinden yapılan ısı yalıtımları işlevsel olmakla birlikte bakım ve onarımları kolaydır. Fakat güneş ışınımı toplayıcı ile yalıtım arasında ısı enerjisine dönüştüğü için yaz mevsiminde pasif sistem bileşenlerinde aşırı ısınma olabilir. Toplayıcının dış yüzeyinden yapılan ısı yalıtımları rijit ısı yalıtım paneli, panjur ve gölgeleme elemanlarından oluşmaktadır. Bu tarz yalıtımlar toplayıcının dış yüzeyine uygulandıklarında güneş ışınımının

toplayıcıya ulaşmasını engeller. Bu sayede tüm pasif sistem bileşenleri güneş ışınımına karşı korunmuş olur.



Şekil 4.24 : Doğrudan kazanımlı sistemde hareketli ısı yalıtımı (Crosbie, 1998).

Doğrudan kazanımlı sistemin faydaları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Standart yapı malzemeleri ve yöntemleriyle kolaylıkla uygulanabilecek bir sistemdir.
- Sistem, evin dış görünüşünü radikal bir şekilde değiştirmez.
- Doğal aydınlatma sağlayarak enerjinin korunmasına katkıda bulunur.
- Isı depolama özelliği sahip bileşenler sayesinde enerji kullanımı düşürür. Bu sayede ısıtma ve soğutma için gerekli ek donanımların kullanımına gerek kalmaz.
- Artırılmış ısı yalıtım seviyesinin, yüksek performanslı pencerelerin ve geçirimsiz bina yapısının bir arada kullanılmasıyla bina konfor koşulları artmaktadır. Genelde şikayet edilen havanın cereyan yapması ve soğuk dış duvarlar ya da pencereler gibi konforsuz durumlar pasif güneş yönteminin kullanımıyla ciddi anlamda azaltılmaktadır.

Doğrudan kazanımlı sistemin kusurları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

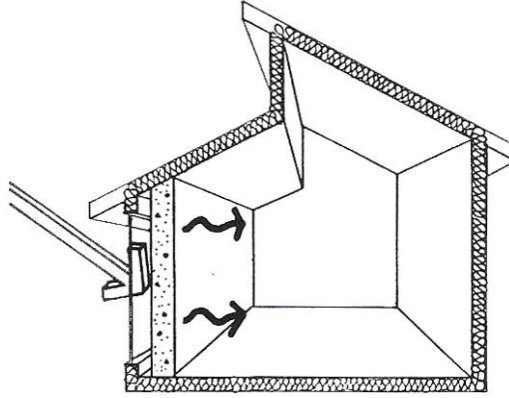
- Büyük açıklığa sahip güneye bakan cam cepheler kamaşmaya sebep olurken mahremiyet sorunları da oluşturmaktadırlar.
- Güneş ışığının mor ötesi ışınları kumaşlarda solmaya ve bozulmaya neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bazı pencerelerde kullanılan camlar, mor ötesi ışınımın miktarını geri yansıtarak, iç ortama geçişini azaltmaktadır.

- Hareketli yalıtımların el ile faaliyete geçirilmesiyle doğrudan kazanımlı pasif sistemlerin performansı artmaktadır.

Isı depolamalı sistem

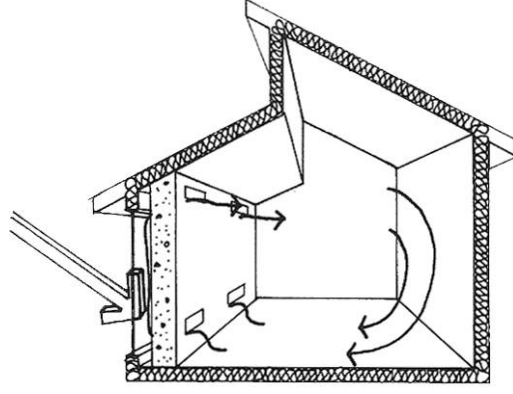
Isı depolamalı sistemde güneş ışınlarının ısıtma etkisinden dolayı olarak faydalanılır. Kışın, enerji, gün içinde geri verilmek üzere toplanır ve depolanır. Bu sayede iç mekân sıcaklığı ve ısı yayılımı daha iyi kontrol altına alınmış oluyor. Yazın, güneş geçiren cephe kaplamasında yer alan havalandırma delikleri açılarak sıcak havanın iç mekana girmesi engellenir (Roaf, 2001). Doğrudan kazanımlı sistemden farklı olarak ısı enerjisi çevrimi yaşama mekânının dışında gerçekleştirilir.

Isı depolamalı sistem toplayıcı, depolayıcı ve kontrol edici pasif sistem bileşenlerinden oluşur. Toplayıcıya gelen güneş ışınları depolayıcı tarafından soğurulduktan sonra elde edilen ısı enerjisi yaşama mekânına aktarılır (Şekil 4.25).



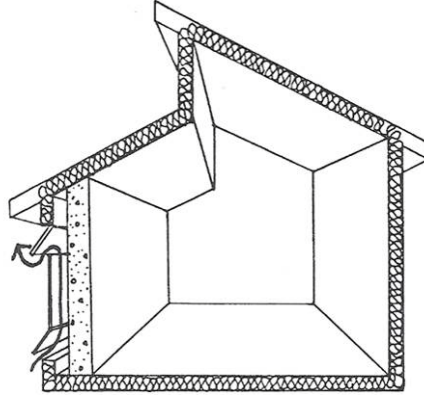
Şekil 4.25 : Havalandırmaz ısı depolamalı sistem (Crosbie, 1998).

Havalandırmaz ısı depolamalı sistemlerde toplayıcı ile depolayıcı arasında ısınan havanın bir kısmı yaşama mekânına aktarılırken bir kısmı da dış ortama aktarılır. Havanın ısınmasıyla birlikte dış ortama aktarılan yani kaybedilen ısı miktarı da artar. Bu tür ısı kayıplarını azaltmak için depolayıcı bileşen üzerinde havalandırma delikleri açılarak ısı iç mekâna taşınım yoluyla aktarılır (Crosbie, 1998). Bu tarz sistemler havalandırılmalı ısı depolamalı sistemler olarak adlandırılır. Bunun en bilindik örneğini Trombe duvarıdır. Trombe duvarında toplayıcı ile depolayıcı arasında ısınan hava yükselerek depolayıcının üst bölümünde yer alan havalandırma boşluklarından iç mekana taşınır. Güneş ışığının yetersiz kaldığı zamanlarda yaşama mekânından ısı kaybını azaltmak için havalandırma delikleri kapatılır. Trombe duvarından yayımlanan ısı enerjisiyle yaşama mekânı ısıtılır (Şekil 4.26).



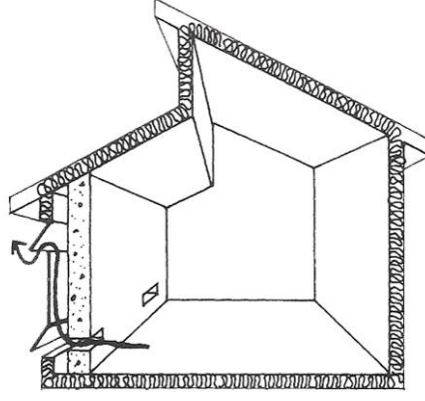
Şekil 4.26 : Havalandırmalı ısı depolamalı sistem (Crosbie, 1998).

Isı depolamalı sistemde toplayıcı, depolayıcı ve kontrol edici pasif sistem bileşenlerini oluşturan yapı malzemeleri doğrudan kazanımlı sistemde kullanılanlarla aynıdır. Doğrudan kazanımlı sistemden farklı olarak yaz mevsiminde depolayıcı duvarın ısınmasını önlemek için toplayıcıya havalandırma pencereleri eklenebilir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : Isı depolamalı sistemde havalandırmasız soğutma (Crosbie, 1998).

Toplayıcının alt ve üst bölümlerine eklenen havalandırma pencereleri sayesinde toplayıcı ile depolayıcı arasında ısı akımı oluşur. Isı akımı sıcak havayı uzaklaştırırken bir kısmı da depolayıcıda depolanır ve yaşama mekânına yayılır. Yaşama mekânındaki sıcak havanın uzaklaştırılması depolayıcının altında havalandırma delikleri açılarak sıcak havanın toplayıcının üst kısmında yer alan pencerelerden uzaklaştırılması sağlanır (Şekil 4.28). Bu sayede doğal havalandırma da sağlanmış olur. Kış mevsiminde ısı kaybını azaltmak için toplayıcılardaki pencereler kapatılır.



Şekil 4.28 : Isı depolamalı sistemde havalandırmalı soğutma (Crosbie, 1998).

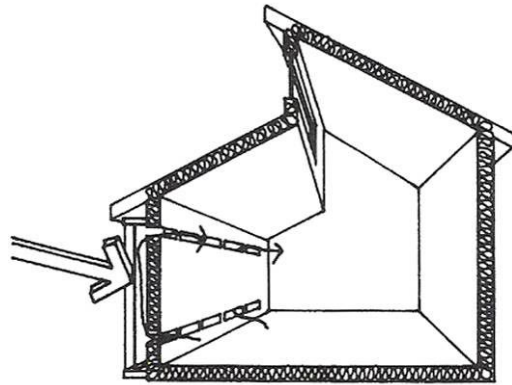
Isı depolamalı sistemin faydaları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Doğrudan kazanım sistemde görülen kamaşma ve kumaşlarda mor ötesi ışıklardan kaynaklı solma olmaz.
- Duvarın dış yüzü tarafından emilen güneş enerjisinin iç ortama ısı enerjisi olarak gecikmeli taşınması iç ortamda, akşam saatlerinde istenen ısıtma gerçekleşir.
- İç mekânda istenilen ısı performansına ulaşmak için kısmen küçük depolama kütleleri yeterli olmaktadır.
- Yüksek ortalama ısı yayan ısı depolama duvarları bağlı buldukları yaşama mekânının konforunu artırır.
- Isı depolamalı sistemin kusurları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.
- Güney cepheye bakan biri camdan diğeri de depolama malzemesinden oluşan duvarlara ihtiyaç duyulmaktadır.
- Özel boyutlandırılmış temel ve sömele ihtiyaç duyan ve pahalı olabilen kütle depolama duvarları özellikle depreme eğimli bölgelerde, özel yönetmelikler dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Kütle depolama duvarları konutlarda değerli alan kayıplarına yol açar.
- Sabit yalıtımlar olamdan kış mevsiminde gece önemli ölçüde ısı kaybı olmaktadır. Bu nedenle hareketli yalıtımlar oldukça gereklidir, fakat pahalıdır ve işleme konması sıkıntılıdır.
- Depolama duvarı görüşü ve gün ışığını engeller.

Termosifon sistem

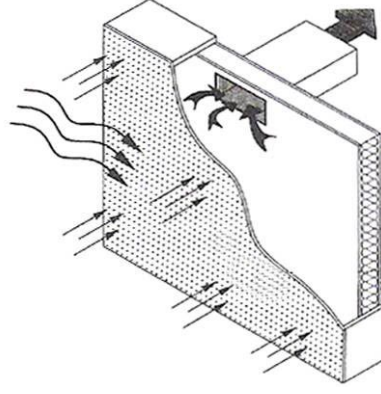
Termosifon sistemler sadece ısıtma amaçlı kullanım için tasarlanmışlardır. Doğrudan kazanımlı ve ısı depolamalı sistemlerden farklı olarak toplayıcının hemen ardında yer alan soğurucu pasif sistem bileşeni ek bir yalıtım tabakası sayesinde depolayıcıdan ayrılır. Yalıtım tabakası sayesinde yaşama mekânının ısı kaybı olmaz. Bundan dolayı kontrol edici bir bileşene ihtiyaç duyulmaz.

Termosifon sistemde toplayıcıdan geçen güneş ışınları soğurucu bileşen tarafından ısı enerjisine dönüştürülür. Toplayıcı ile soğurucu arasında ısınan hava soğurucu ısı yalıtımlı duvarın alt kısmından gelen soğuk havayı ısıtarak üst kısmında yer alan havalandırma boşluğuna iter. Isınan hava üst boşluktan geçerek yaşama mekânında yer alan depolayıcılara ulaştırılır. Güneş ışınlarının etkilemediği saatlerde yaşama mekânındaki sıcak hava daha soğuk olan dış ortama ters akımla taşınmak ister. Havalandırma deliklerinde yer alan kapaklar sayesinde tersine hava akımı engellenir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29 : Termosifon sistem (Crosbie, 1998)

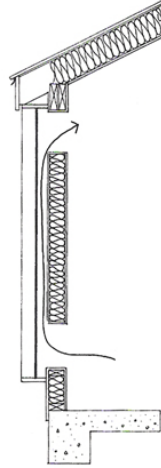
Bazı durumlarda toplayıcı bileşen aynı zamanda soğurucu görevi de üstlenir. Toplayıcının metal malzemeden oluştuğu bu sistemlerde ısı metal yüzeydeki deliklerden taşınarak ardında yer alan hava tabakasında çevrilerek yaşama mekânına aktarılır. Bu sistemlerde yer alan toplayıcılar “nefes alan toplayıcılar” olarak adlandırılır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 : Nefes alan toplayıcı termosifon sistem (Crosbie, 1998).

Yaz aylarında yaşama mekanının ısınmasını engellemek için soğurucunun havalandırma kapakları kapatılır. Ayrıca toplayıcı sistem bileşeni, uygun bir gölgeleme elemanı veya ısı yalıtım malzemesi ile güneş ışınlarına karşı korunmalıdır. Aksi takdirde toplayıcı ile soğurucu arasında kalan hava tabakası aşırı ısınarak sistem bileşenlerinde bozulmalara sebep olabilir.

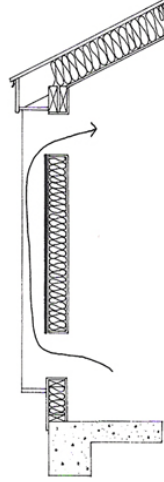
Termosifon sistemli dış duvar sisteminde yer alan soğurucu bileşen ile üç farklı düzende katmanlaşma modeli oluşturulabilir. Bunlardan ilkinde soğurucu bileşen plaka halinde kullanılarak yalıtım duvarından ayrılır. Isınan hava soğurucu plakayla ısı yalıtımlı duvar arasında taşınır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 : Soğurucu plakalı hava akımından bağımsız toplayıcı termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).

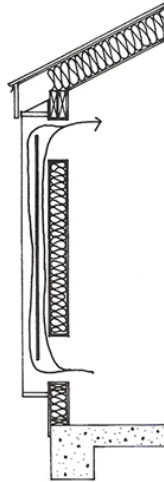
Soğurucu bileşenin depolayıcı bileşen ile birlikte yer aldığı ikinci sistemde hava akımı soğurucu ile toplayıcı arasında gerçekleşir. Yapımı diğerlerine göre daha basit ve daha ucuz bir sistemdir. Fakat hareket eden hava toplayıcı ısı iletkenlik katsayısı

yüksek olan toplayıcı yüzeylerden geçerken ısısının bir kısmını dış ortama iletir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 : Soğurucu ısı yalıtımlı duvara sahip termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).

Soğurucu tabakanın ısı yalıtımlı duvardan bağımsız çalıştığı üçüncü sistemde soğurucu plakanın alt ve üst kısımlarında yer alan kanallar sayesinde hava hareketi soğurucunun her iki tarafında da gerçekleşir. Bu sayede ısı iyi iletmeyen hava daha çok sıcak yüzeye temas ederek daha çabuk ısınır. Fakat çift taraflı hava akımına sahip soğurucu plakalı sistem diğer ikisinin arasında uygulaması en zor ve en pahalı olan sistemdir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 : Çift taraflı hava akımına sahip soğurucu plakalı termosifonlu dış duvar sistemi (Crosbie, 1998).

Termosifon sistemin faydaları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Tüm pasif sistemler içinde en verimli olanıdır.

- Depolayıcı olmadan tasarlanırsa hesaplı ve kolay olur.
- Yaşama mekânına dâhil değildir. Bu sayede ısı kontrolü rahat sağlanır.
- Termosifon hava panelleri fiziksel olarak evden ayrıdır ve tasarımda özgürlük yaratır.

Termosifon sistemin kusurları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Tasarımına dikkat edilmediğinde estetik açıdan sorun yaratabilir.
- Doğrudan kazanım ve seralı sistemlerin aksine gün ışığını iç mekâna alamadığı gibi ek yaşama mekânı da oluşturmaz. Sadece ısıtma sağlar.
- İç hava kalitesi dikkate alınarak bakım ve onarımı dikkatlice yapılmalıdır.

4.4.4 Su buharı akımının kontrolü

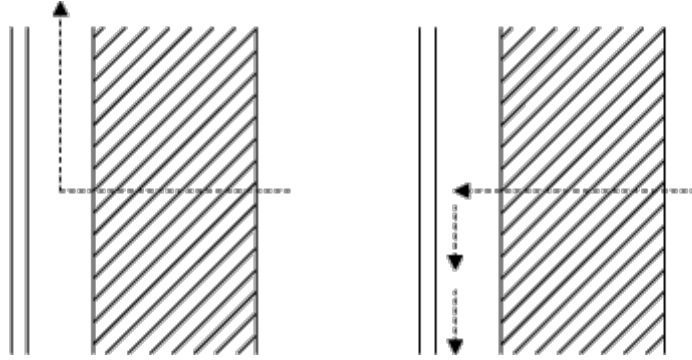
İç ve dış ortam su buharı basınç farkına bağlı olarak duvar arakesitinde oluşacak yoğuşmayı ya da duvar iç veya dış yüzeyinde oluşacak terlemeyi engellemek için su buharı akımı kontrol edilmelidir. Su buharının akımı su buharı geçirimli ya da geçirimsiz duvarlar kullanılarak kontrol altına alınmaktadır.

4.4.4.1 Su buharı geçirimli duvar sistemi

Su buharı geçirimli duvar sistemi tasarımında su buharı dış duvar sisteminin arakesitinde ya da yüzeyinde yoğuşmadan uzaklaştırılmaktadır. Bunu gerçekleştirmek için dış duvar sistemini oluşturan bileşenler buhar difüzyon direnç faktörleri “ μ ” dikkate alınarak katmanlaştırılmaktadırlar. μ -değeri, bir malzemenin durağan havaya göre buhar difüzyonuna karşı ne kadar dirençli olduğunu ortaya koymaktadır (Pfeifer ve diğ. 2001). Su buharının dış duvar sisteminden yoğuşmadan uzaklaştırılması için yoğuşmanın oluşabileceği bölgenin sıcak tarafında soğuk tarafa göre daha düşük buhar difüzyon direnç faktörüne sahip bileşenler kullanılmalıdır (Pfeifer ve diğ., 2001). Diğer bir anlatımla, su buharının dış duvar sisteminden rahatça uzaklaşabilmesi için dış duvar sistemini oluşturan yapı malzemeleri buhar basıncının çok olduğu alandan az olduğu alana doğru katmanlaştırılmalı ve basıncın çok olduğu alanda buhar difüzyon direnç faktörü düşük malzemeler kullanılmalıdır (Hegger ve diğ., 2006). Örneğin, yatay delikli pişmiş toprak blok, durağan havaya göre su buharına 5 kat daha fazla direnç gösterebiliyorken bitümlü membran 20000 kat daha fazla dirençlidir. Bu nedenle duvarın hava alması için çekirdeği oluşturan

yatay delikli pişmiş toprak blok buhar basıncının yüksek olduğu bölgede kullanılırken bitümlü membran da tam tersine buhar basıncının düşük olduğu bölgede yer almalıdır.

Havalandırılmalı ve havalandırmasız boşluklu duvarlar, dış ortam ile iç ortam arasında akan su buharının dış cıdardan uzaklaştırarak dış duvar sisteminin nefes almasına yardımcı olmaktadır (Şekil 4.34). Havalandırılmalı boşluklu sistemde, dış kaplama ile çekirdek arasında yer alan boşluğun çalışma ilkesi, duvarın dış ortama bakan yüzeyindeki hava akımını hızlandırarak sistem içindeki su buharının akımını hızlandırmaktadır. Havalandırmasız boşluklu sistemli duvarlarda ise su buharı boşluk katmanının da yoğunlaştırularak sistemden uzaklaştırılmaktadır (Addleson ve diğ, 1991).

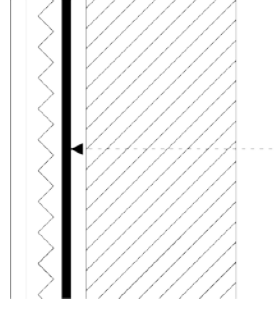


Şekil 4.34 : Nefes alan havalandırılmalı boşluklu duvar (Addleson ve diğ, 1991).

İstanbul'da dış ortamın bağıl nemi tüm yıl boyunca %70-80 arasında değişmektedir (TS 825, 2005). Bu nedenle İstanbul için su buharının akımı kış aylarında iç mekandan dışa doğruyken, yaz ayları için de dış mekandan içe doğru olur.

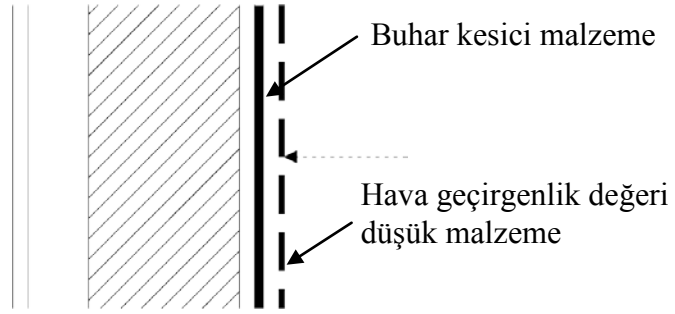
4.4.4.2 Su buharı geçirimsiz duvar sistemi

Soğuk iklim bölgelerinde dış duvar sistemine su buharı kesici malzemeler yerleştirilirken buhar basıncının nemli iç ortamdan kuru dış ortama doğru aktığı varsayılmaktadır (Hegger ve diğ., 2006). Buhar basıncına bağlı yoğunlaşmayı engellemek için buhar kesici malzeme, ısı yalıtımının sıcak tarafına ve su buharı basıncının daha fazla olduğu tarafa uygulanmalıdır (Şekil 4.35). Sıcak ve nemli iklim bölgelerinde ise su buharı nemli dış ortamdan yeterince soğuk olabilecek kuru iç ortama doğru akabileceği için su buharı kesici malzemeler bu sefer de ısı yalıtımının sıcak tarafına fakat dış yüzeyine konmalıdır.



Şekil 4.35 : İç ortam buhar geçirimsiz duvar (Addleson ve diğ, 1991).

Su buharının çok yoğun olduğu, mutfak ve banyo gibi ortamlarda çekirdek malzemesinin aşırı su buharı basıncından etkilenmemesi için buhar geçirimsiz malzeme doğrudan dış duvar iç yüzeyinde uygulanmaktadır. Ayrıca yoğun su buharı, buhar basıncı ve hava basıncı etkisi altında taşındığı için buhar kesici malzemenin önüne hava geçirgenlik değeri düşük bir malzeme yerleştirilerek buhar kesici malzemenin buhar yükü azaltılabilmektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36 : İç ortam buhar ve hava geçirimsiz duvar (Addleson ve diğ, 1991).

4.5 Malzeme, Bileşen ve Sistem Özellikleri

Bu bölümde dış duvar sistemini oluşturan katmanlarda kullanılacak malzemelerin performans özellikleri yer almaktadır. Bu özellikler dış duvar sisteminin performans gereksinmelerini karşılamaya yöneliktir. Malzemelerin taşıyıcılık performansı için mekanik dayanımları, akan suyu kontrol etmeleri için su emme yüzdeleri ve hava geçirgenlik değerleri, ısı performans göstermeleri için ısı iletkenlik katsayıları, su buharı akımını kontrol etmeleri için de su buharı geçirimsizlikleri açıklanmaktadır.

4.5.1 Mekanik dayanım

Mekanik dayanım, yapı malzemelerinin yükleri taşıma özelliklerine göre farklı dayanıklılıklarını belirler. Malzemede dayanıklılığının belirlenmesi için yükün etki biçimi ve yükün kuvveti gereklidir. Malzemeye etki eden kuvvet malzemede belirli

gerilmeler oluşturur. Gerilme, birim alana gelen kuvvettir. Yüzeye dik gelen kuvvet *normal gerilme* halini, yüzeyden uzaklaşan kuvvet *çekme gerilmesini*, yüzeye yaklaşan kuvvet *basınç gerilmesini*, yüzeye paralel kuvvet ise incelenen malzemede *kayma gerilmesini* oluşturur. Gerilme, SI sisteminde N/mm^2 (Pascal) şeklinde ifade edilir (Toydemir ve diğ., 2001).

4.5.2 Su emme oranı

Yapı malzemeleri, bünyelerinde boşluk oluşturan kanal, borucuk ve çatlakların boyutları ve birbirleriyle ilişkisine bağlı olarak su emerler. Emilerek malzemenin bünyesine alınan suyun hacmi donarken genişir. Suyun donması halinde genişen hacim için yedek bir genişleme bölgesi gereklidir. Aksi takdirde iç gerilmeleri artan malzeme parçalanıp dağılır. Malzemelerin bünyelerinde yer alan suyun donması sırasında artan hacmin rahatça genişeyecek boşluk bulmasını sağlamak için malzemelerin su emme oranları doyuma noktası olan %80'i geçmemelidir.

Boşlukların su emme ile ilgili nitelikleri, diğer bir deyişle yapı malzemelerinin su emme oranı TS 699'da yer alan aşağıdaki deneylere bağlı olarak belirlenmektedir.

- Kütlece su emme oranı (S_k)
- Hacimce su emme oranı (S_h)
- Basınç altında kütlece su emme oranı (S_{bk})
- Basınç altında hacimce su emme oranı (S_{bh})
- Kütlece doygunluk katsayısı (D_k)
- Hacimce doygunluk katsayısı (D_h)
- Kaynar suda kütlece su emme oranı (S_{kk})
- Kaynar suda hacimce su emme oranı (S_{kh})

Su emme deneyleri basınç altında ve kaynar suyla yapılarak malzemenin kılcal ve dışarı açık olmayan boşlukları su ile doldurulur. Malzemenin kütlece su emme oranı basınç altında veya kaynar suda su emme oranına bölünerek malzemenin doyuma derecesi, yani normal şartlar altında ne kadarının suyla dolabileceği ortaya konur. Malzemenin doyuma derecesi yani su emme oranı D harfi ile gösterilir (Toydemir ve diğ., 2001).

4.5.3 Su geçirmezlik

Yapı malzemesinin ayırdığı iki ortam arasındaki hidrolik basınç farkı sonucunda malzeme bünyesinde su akımı meydana gelir. Su akımı engellenemediği takdirde malzemenin iki yüzeyi de ıslanır (Toydemir ve diğ., 2001). TS EN 13707'e (2007) göre su geçirmezlik, bitüm ve plastik levhalarda TS 1928'de kullanılan deney yöntemlerinin başarılı sonuç vermesi ile ispatlanmaktadır.

4.5.4 Isı iletkenlik katsayısı

Türkiye'de ısı yalıtım malzemeleri ısı iletkenlik değerlerine göre değerlendirilmektedir. Isı iletkenlik katsayısı 0,035 ile 0,1 W/mK arasında olan yapı malzemeleri ısı yalıtım özelliğine sahip malzemeler olarak kabul edilmektedir (Toydemir ve diğ., 2001). Bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı ne kadar küçük ise, malzeme ısıyı o kadar az iletmektedir.

Isı yalıtım malzemesinin yalıtım özelliğini içinde durgun hava ya da gazların yer aldığı gözenekler sağlamaktadır. Isı yalıtım katmanının ideal koruma sağlaması için malzemenin içinde yer alan gözenekler hava akımından ve sudan uzak tutulmalıdır. Aksi halde malzemenin ısı iletkenlik değeri artar (Toydemir ve diğ., 2001).

4.5.5 Güneş ışınımı yansıtıcılık oranı

Güneş ışınımının opak bir yüzeye ulaşması sonucunda enerjilerinin bir kısmı emilir, geri kalan enerjileri de doğrultuları değişmiş bir şekilde yansır. Güneş ışınım enerjilerinin opak yüzeyler tarafından emilmesi "Siyah cisim" davranışına bağlı olarak gerçekleşir. Siyah cisim davranışına göre yüzeyi siyah renkli malzemeler %100 emici kabul edilmektedir. Opak yüzeyler tarafından güneş ışınımının emilmesi ile yüzey sıcaklığı artar ve malzeme bünyesinde ısı akımı meydana gelir. Bunu engellemek için opak yüzeye gelen güneş ışınımının fotonları, enerjilerini kaybetmeden geri yansıtılmalıdır. Bunun için yapı malzemesinin güneş ışınımı yansıtıcılık oranı incelenir. Malzemenin yansıtıcılık özelliği de yüzeyin pürüzlülüğüne bağlıdır. Pürüzlü yüzeyler güneş ışınımını dağıtırlar. Buna bağlı olarak tam yansıma gerçekleşmez. Doğrudan güneş ışınımına maruz kalan yapı malzemesinin bünyesinde ısı akımının oluşmasını engellemek için, malzeme açık renkte ve düz yüzeyli olmalıdır (Tavil, 1995).

4.5.6 Su buharı difüzyonu-eş değer hava tabakası kalınlığı

TS 825'e göre μ -değeri homojen malzemeler için kullanılabilirken, S_d -değeri, öncelikle kompozit mamul veya sistemlerde kullanılır. Diğer bir anlatımla, bir malzemenin su buharına karşı direnci kalınlığıyla doğru orantılı olduğu için bazı malzemeler yüksek μ -değerine sahip olsalar bile, yeterli kalınlığa ulaşamadıkları takdirde su buharının geçişini önleyemezler. Bu nedenle TS 825 ve DIN 4108 standartlarına göre bir malzemenin pratikte buhar geçirimsiz olabilmesi için su buharı difüzyonu – eş değer hava tabakası kalınlığı " S_d " 1500'den büyük olmalıdır (TS 825, 2005). DIN 4108 standartına göre S_d -değeri 0,5 ile 1500 metre arasında olan malzemeler, su buharı difüzyonuna dirençli fakat tam geçirimsiz olmayan malzemeler olarak nitelendirilirken, S_d -değeri 0,5 metrenin altında kalan yapı malzemeleri su buharı difüzyonuna açık yani nefes alan malzemelerdir (Pfeifer ve diğ., 2001).

S_d -değeri, bir malzemenin su buharı difüzyonuna karşı gösterdiği dirence eşdeğer dirence sahip durağan havanın kalınlığını belirtmektedir. Su buharı difüzyonu – eş değer hava tabakası kalınlığı " S_d ", su buharı difüzyon direnç faktörüyle " μ " malzemenin metre cinsinden kalınlığının çarpılması sonucu elde edilmektedir. μ -değeri 1 olan hava 1500 metre kalınlığa ulaştığında su buharı geçirimsiz olarak nitelendirilmektedir (TS 825, 2005, Quirouette, 2005).

Yeterli kalınlıktaki polietilen filmler en genel kullanılan su buharı geçirimsiz malzeme olmakla birlikte alüminyum folyo, metal, cam ve hatta yeterli kalınlıkta beton bile su buharı geçirimsiz malzeme olarak kullanılabilir (Quirouette, 2005).

4.5.7 Hava geçirgenlik değeri

Hava geçirimsizliğin amacı dış ortamdaki havanın iç ortama girmesini ve iç ortamdaki havanın da dış ortama çıkmasını engellemektir. İç ve dış ortam arasındaki hava kaçağı iki ortam arasındaki hava basınç farkından kaynaklanmaktadır. Seçilecek hava geçirgenlik değeri düşük malzeme, hava basıncı etkisi altında dayanıklı ve dengede olmalıdır. Polietilen, alçı levha, dökme beton, metal ve cam gibi malzemeler düşük hava geçirgenlik değerine sahiptir. Diğer taraftan, blok beton, lifli levhalar ve bazı poliüretanlar gibi açık hücreli polistren yalıtımların havayı geçirgenlik değerleri yüksektir. Hava geçirimsiz ve su buharı geçirimsiz malzemeler aynı ya da farklı olabilir. Metal gibi hava geçirimsiz kabul edilen malzemeler

kullanıldığında aynı zamanda su buharı geçirimsizliği de sağlanabilmektedir. Diğer taraftan, yapılarda sadece su buharı geçirimsizliği için polietilen film ve sadece hava geçirimsizliği için alçı levhanın yer aldığı farklı malzemeler kullanılabilir (Quirouette, 2005).

4.6 Katmanlaşma Modelleri

Katmanlaşma modellerinin amacı, performans yöntemi ile belirlenmiş malzemelerin, bileşenlerin ve sistemlerin bir araya getirildiği en uygun performansa sahip dış duvar sistemlerini belirlemektir.

Katmanlaşma modellerinin tasarım sürecinde, dış duvar sistemlerinin performanslarını karşılayacak farklı nitelikte bileşenlerin her biri sırayla bir araya getirilmektedir. Bu bileşenlerin oluşturduğu her katmanın amacı dış duvar sistemi için gerekli en az bir fiziksel performans gereksinmesi karşılamaktır. Diğer bir deyişle, iki ya da daha çok performans gereksinmesinin bir bileşenle karşılandığı durumlar da meydana gelebilir. Hem taşıyıcılık hem su yalıtımı hem de ısı yalıtımı özelliğine sahip, kütle duvarlarda kullanılan çekirdek bileşeni üç performans gereksinmesini birden karşılayan bileşenlere örnek olarak gösterilebilir.

Her bir performans gereksinmesi için tasarlanan sistemler bir önceki sistemin performans gereksinmelerini de karşılamaktadır. Bu nedenle, katmanlaşma modellerinin tasarım sürecinde yer alan her sistem karşıladığı performans gereksinmelerinin türüne göre numaralandırılmaktadır. Örneğin, yüklere karşı taşıyıcılık için sadece çekirdeğe sahip dış duvar “1” ile numaralandırılırken, rüzgarla itilen yağmur suyunun kontrolü için yüzey geçirimsiz sisteme sahip dış duvar sistemi aynı zamanda yüklere karşı taşıyıcı da olduğu için “1.2” ile numaralandırılmaktadır. Bu numaradaki “1” taşıyıcılık performansını belirtirken, “2” de yağmur suyunun kontrolü için gerekli performansa sahip sistemi göstermektedir.

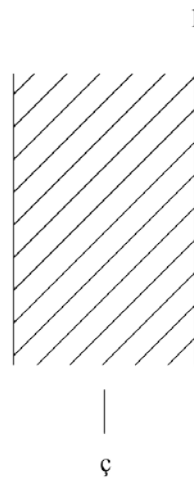
Çevresel etmenler etkisi altında göstermeleri gereken performanslara göre dış duvar sistemlerinde kullanılması gereken malzemelerin ve bileşenlerin özellikleri Bölüm 4.5’te açıklanmaktadır. Çizelge 4.5’te katmanlaşma modellerinde katmanları oluşturan bileşenlerin kısaltmaları yer almaktadır. Bu bileşenlerden çekirdek ve dış kaplama malzemeleri sistemin performansına uygun olarak su geçirimli ya da su geçirimsiz olarak kullanılmalıdırlar. Bu nedenle bu katmanlar su geçirimli ve su geçirimsiz

olarak iki farklı şekilde tanımlanmaktadır. Buna ek olarak, havalandırmalı ve havalandırmasız olarak iki çeşit boşluk tabakası yer aldığından dolayı, bunlar da kısaltmalarda ayrı olarak belirtilmektedir. İç kaplamalar bu tez kapsamında incelenmemektedir.

Çizelge 4.5 : Katmanlaşma modellerinde kullanılan bileşenlerin kısaltmaları.

Kısaltma	Malzeme / Bileşen
ç-si	Çekirdek <i>su geçirimli</i>
ç-sz	Çekirdek <i>su geçirimsiz</i>
dk-si	Dış kaplama <i>su geçirimli</i>
dk-sz	Dış kaplama <i>su geçirimsiz</i>
sy	Su yalıtımı
b-h1	Boşluk <i>havalandırmalı</i>
b-hz	Boşluk <i>havalandırmasız</i>
ıy	Isı yalıtımı
bk	Buhar kesici
hk	Hava kesici
s	Soğurucu

Dış ve iç kaplamalar dışında dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde yer alan katmanların tümü sistem kesiti içinde belirli bileşenlerin çevresinde yer değiştirebilmektedir. Örneğin, ısı yalıtım katmanı çekirdeğin iç ya da dış yüzeyinde ya da bünyesinde kullanılabilir. Diğer taraftan, su yalıtım katmanı devamlı rüzgarla itilen yağmur suyuna karşı su geçirimsizlik performansı gösterdiği için hiçbir zaman çekirdek malzemesinin iç ortama bakan tarafında kullanılamaz., fakat ısı yalıtımına bağlı olarak yeri devamlı değişir.



Şekil 4.37 : Çekirdek katmanı (Ek B.2)

Çevresel etmenlere göre belirlenen performans gereksinmelerini karşılayıcı katmanların yer aldığı katmanlaşma modellerinde ilk olarak yükler etkisi altında malzemelerin taşıyıcılıkları incelenmektedir. Ek B.2’de ve şekil 4.37’de görülebileceği üzere, katmanlaşma modellerinin ilk katmanı çekirdek bileşeni “1” ile başlamaktadır. Üzerine gelen yüklere karşı göstermesi gereken dayanıma göre çekirdek bileşeni taşıyıcı ya da taşıyıcı olmayan bir yapı malzemesinden seçilebilmektedir. Gerekli mekanik dayanıma sahip çekirdek malzemesini belirlemek için üzerine gelen yüklere karşı çekirdek katmanını oluşturan yapı malzemelerinin mekanik dayanımının matematiksel programlarla hesaplanması gerekmektedir.

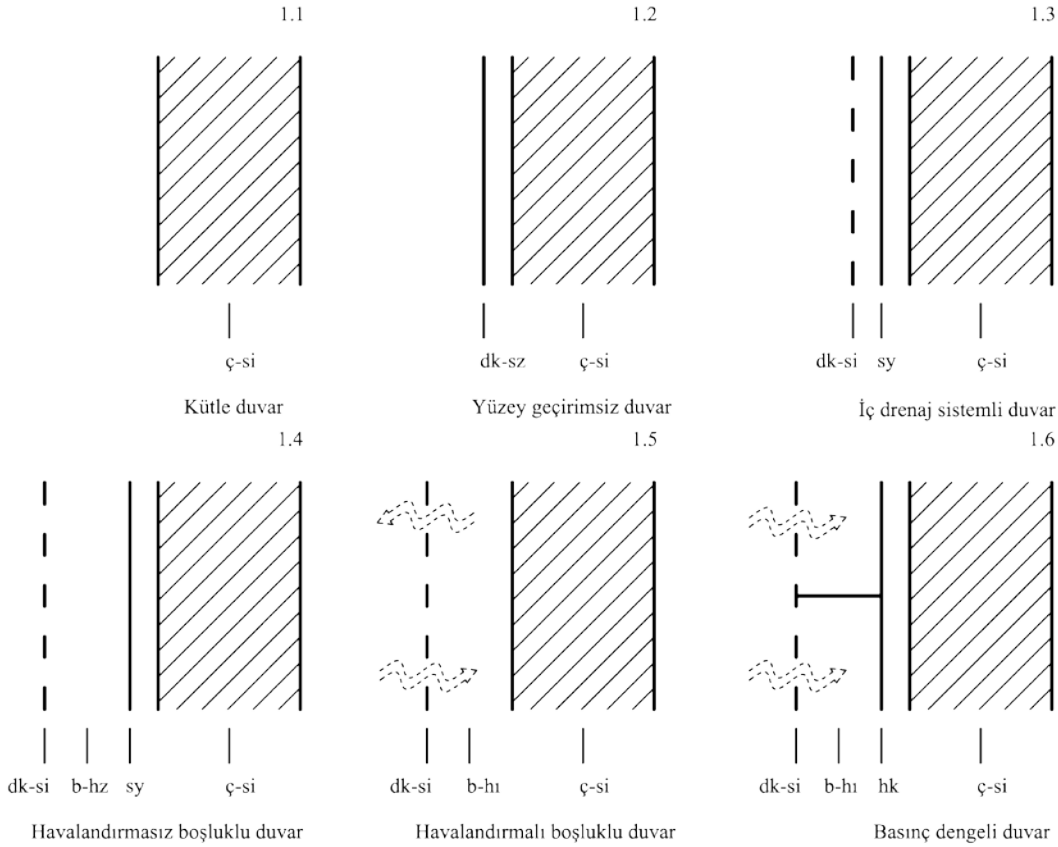
Dış duvar sisteminin üzerine gelen yüklere karşı taşıyıcılık özelliği çekirdek bileşeni ile karşılandıktan sonra ikinci aşamada rüzgarla itilen yağmur suyuna (RİY) karşı çekirdek bileşenini ve iç ortamı koruyucu önlemler alınmaktadır. RİY’i kontrol altına alabilmek için altı farklı dış duvar sistemi tasarım yöntemi mevcuttur. Bunlar kütle “1.1”, yüzey geçirimsiz “1.2”, iç drenaj sistemli “1.3”, havalandırmasız boşluklu “1.4”, havalandırılmalı boşluklu “1.5” ve basınç dengeli “1.6” duvarlar olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 4.38). Bölüm 4.4.2’de çalışma ilkeleri açıklanan bu sistemler Ek B.2’de ikinci sırada yer almaktadır.

Rüzgarla itilen yağmur suyunun nüfuzunu kontrol eden dış duvar sistemlerinden kütle duvar (#1.1), üzerine gelen yüklere karşı mekanik dayanımı ve rüzgarla itilen yağmur suyunun kontrolünü çekirdek katmanı ile gerçekleştirmektedir. Bu nedenle çekirdek katmanının su emme oranına bakılmalıdır.

Bir diğer sistem olan yüzey geçirimsiz duvar (#1.2), su geçirimsiz dış kaplama ve çekirdek katmanlarından oluşmaktadır. Yükler çekirdek katmanına aktarıncaya kadar dış kaplamaya da etki etmektedir. Bu nedenle dış kaplama hem üzerine gelen yüklere karşı mekanik dayanım göstermeli hem de yağmur suyunu kontrol altına almalıdır. Yağmur suyunu kontrol altına alabilmek için su geçirimsiz dış kaplamanın su emme oranına bakılmalıdır.

İç drenaj sistemli duvar (#1.3), su geçirimli dış kaplama, suyun çekirdeğe ulaşmasını engelleyen su yalıtımı ve çekirdek katmanlarından oluşmaktadır. Bu sistemde de (#1.3) yükler çekirdek katmanına ulaşıncaya kadar dış kaplama ve su yalıtımı bileşenleri gerekli mekanik dayanımı göstermelidir. Dış kaplamanın su geçirimli

olması için su emme oranına, su yalıtım malzemesinin de su geçirimsiz olması için hem su emme oranına hem de su geçirmezlik özelliğine bakılmalıdır.



Şekil 4.38 : Rüzgarla itilen yağmur suyunu kontrol eden dış duvar sistemleri

Havalandırmaz boşluklu duvar (#1.4), iç drenaj sistemli duvardan (#1.3) farklı olarak havalandırılmayan bir boşluk katmanına sahiptir. Bu sistemde (#1.4) yer alan havalandırmasız boşluk katmanı sayesinde, su yalıtım katmanı üzerine gelen yağmur suyunun kapiler basınç kuvveti ortadan kaldırılmaktadır. Yüklere karşı dayanım ve yağmur suyunun kontrolü için bileşenlerin sergilemeleri gereken özellikler iç drenaj sistemli duvarın (#1.3) bileşen özellikleri ile aynıdır.

Havalandırmalı boşluklu duvarın (#1.5) amacı, havalandırmasız boşluklu duvarda olduğu gibi su yalıtım malzemesi üzerine gelen yağmur suyunun kapiler basınç kuvvetini ortadan kaldırmak ve ayrıca boşluk katmanını havalandırarak dış kaplama malzemesinin dış yüzeyi ile boşluk katmanını arasındaki hava basınç farkını azaltarak basınç farkından dolayı yağmur suyunun çekirdek bileşeninin bünyesine nüfuzunu azaltmaktır. Çekirdek bünyesine nüfuz eden yağmur suyu miktarı kabul edilebilir miktarlarda olduğu için bu sistemde su yalıtım malzemesi kullanılmamaktadır. Yağmur suyunun kontrolü, yağmur suyunu bünyesine alabilecek nicelikte yüksek su

emme oranına sahip su geçirimli dış kaplama, havalandırılmalı boşluk katmanı ve su emme oranı önemsiz olan çekirdek katmanı ile yapılmaktadır. Ayrıca bu sistemde, dış kaplama, sistem üzerine gelen yükler çekirdek katmanına aktarılincaya kadar gerekli mekanik dayanımı gösterebilmelidir.

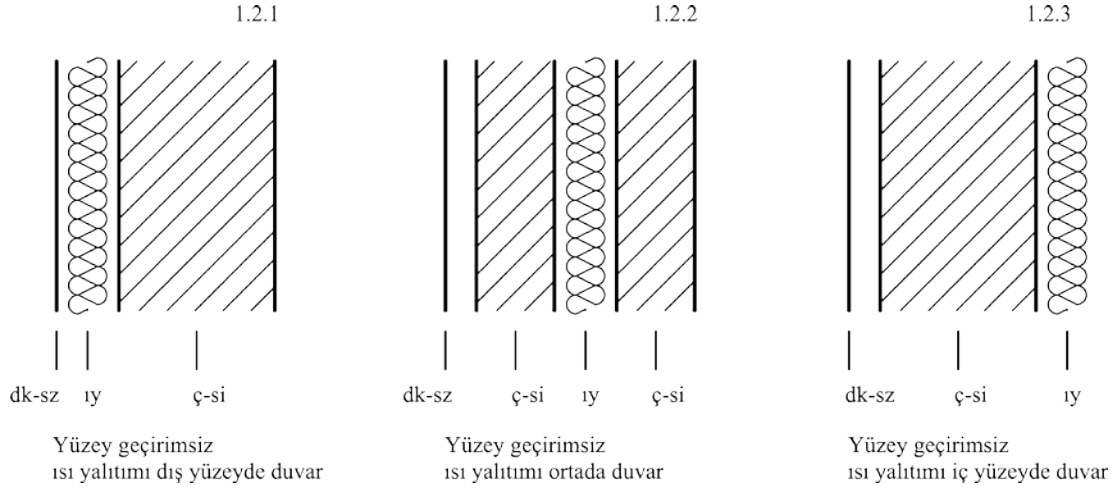
Rüzgarla itilen yağmur suyunu kontrol eden son dış duvar sistemi basınç dengeli duvardır (#1.6). Havalandırılmalı boşluklu duvardaki (#1.5) sisteme benzer bu sistemde de yağmur suyunun kontrolü için dış kaplama malzemesinin dış yüzeyi ile boşluk katmanı arasındaki hava basınç farkı çekirdek katmanının dış yüzeyine hava geçirgenlik değeri düşük bir bileşen tespit edilerek eşitlenmektedir. Dış ortam ile boşluk katmanı arasındaki hava basınç farkı eşitlendiği için bu sistemde sadece dış kaplama yağmur suyu etkisi altında kalmaktadır. Yağmur suyunun kontrolünü üstlenen su geçirimli dış kaplamanın su emme oranı yağmur suyunu bünyesine alabilecek nicelikte olmalıdır. Ayrıca bu sistemde, dış kaplama ve hava geçirgenlik değeri düşük bileşen, sistem üzerine gelen yükler çekirdek katmanına aktarılincaya kadar gerekli mekanik dayanımı gösterebilmelidir.

Üzerine gelen yükler etkisi altında mekanik dayanım gösteren ve rüzgarla itilen yağmur suyunu kontrol altına alan dış duvar sistemleri güneş ışınımına ve iç ortam ile dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkına bağlı olarak gerekli ısı performansını göstermelidir. Dış duvar sistemlerinin ısı performanslarını kontrol altına almak için katmanlaşma modellerinin üçüncü aşamasında ısı geçirgenlik değeri düşük sistemler, ısı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzemeler, yansıtıcı dış kaplamalar ve pasif güneş sistemleri olan doğrudan kazanımlı sistem, ısı depolamalı sistem ve termosifon sistem kullanılmaktadır.

Yükler ve RİY’i kontrol altına alabilen kütle duvarlar RİY etkisi altında ıslandıkları ve güneş ışınımı etkisi altında ısındıkları zaman iç ortam ile dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkını kontrol edebilecek nicelikte ısı geçirgenlik değerine sahip olmalıdır. Ayrıca güneş ışınımı etkisi altında ısınan kütle duvarların çekirdek bileşenleri rahatça genişip büzülebilmek için ısı hareket derzlerine sahip olmalıdırlar.

Isıl performanslarını kontrol altına almak için ısı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzemelere ihtiyaç duyan sistemlerde ısı yalıtım katmanı duvarın taşıyıcı sistemini oluşturan çekirdek bileşeninde çekirdeğin dış yüzeyinde, bünyesinde ya da iç

yüzeyinde olmak üzere üç farklı şekilde yer alabilir (Şekil 4.39). RİY’i kontrol altına almak için tasarlanan sistemlere ait duvar kesitlerinin ısı yalıtım katmanı ile ilişkileri Ek B.2’de ayrıca yer almaktadır.

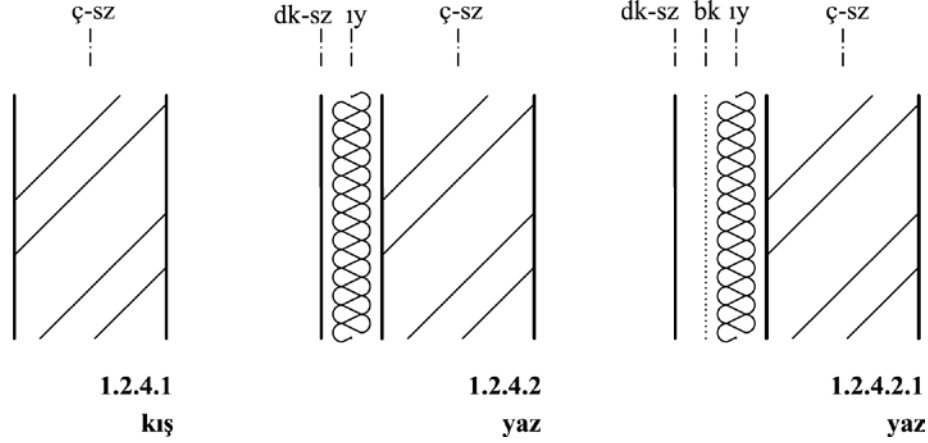


Şekil 4.39 : Isı yalıtım malzemelerinin yüzey geçirimsiz duvardaki konumları

Ülkemizde, mantolama olarak da adlandırılan ısı yalıtım sistemi, yapı kabuğunu dıştan ısı yalıtım malzemeleri ile sararak ısı köprüsü oluşumlarını engellemektedir. Diğer taraftan ısı yalıtımı, çekirdeğin bünyesinde de yer alabilir. Bu sistemlerin ısı geçirgenlik değerini düşürmek için ısı yalıtım malzemesinin sıcak tarafında, ısı depolama kapasitesine sahip çekirdek malzemeleri kullanılabilir. Fakat, bu sistemde, çekirdeğin, taşıyıcı sistem elemanı olan kolonlarla kesişim noktalarında ısı köprüleri oluşmaktadır. Duvar çekirdeğinin dışında ya da bünyesinde yer alan ısı yalıtım malzemeleri dış duvar sistemi üzerine gelen yükler çekirdek katmanına aktarılınca kadar gerekli olan mekanik dayanımı göstermelidir. Isı yalıtımı duvarın iç yüzeyinde uygulanan sistemler genellikle ısı yalıtımın dıştan uygulanmadığı eski yapılardır (dış kaplaması koruma gerektiren). Bu sistemlerde de dış duvarın iç duvar ve döşeme ile birleşim noktalarında ısı köprüleri oluşmaktadır. Her üç alternatifte de ısı yalıtım malzemeleri yağmur suyuna karşı korunmalıdır. Bazı ısı yalıtım malzemeleri düşük su emme oranına ve su geçirimsizlik özelliklerine sahip olabilirler. Fakat pratikte bu malzemeler su emme oranı yüksek ve su geçirgen ek yerleri de olabilir. Bu nedenle, güvenli tarafta kalmak için bu malzemelerin yağmur suyu etkisi altında kalan yüzeylerine su emme oranı düşük ve su geçirimsiz su yalıtım malzemeleri yerleştirilmelidir.

Dış duvar sistemlerinde ısı performansını sağlamak için kullanılan bir diğer sistem olan pasif güneş sistemleri güneş ışınımını ve iç ortam ile dış ortam arasındaki

hava sıcaklık farkını yaz ve kış mevsimlerine özel iletim, taşınım ve ışınlım yöntemleriyle kontrol altına almaktadır. Şekil 4.40'da yer alan doğrudan kazanımlı duvarda da görüldüğü gibi bu sistemler yükler etkisi altında yeterli mekanik dayanımı çekirdek katmanı ile gösterirken RİY'i kontrol altına almak için de yüzey geçirimsiz duvarın performans özelliklerini kullanırlar.



Şekil 4.40 : Kış ve yaz ayları için farklı katmanlaşma modellerine sahip doğrudan kazanımlı pasif sistemli yüzey geçirimsiz dış duvar sistemleri (Ek B.2).

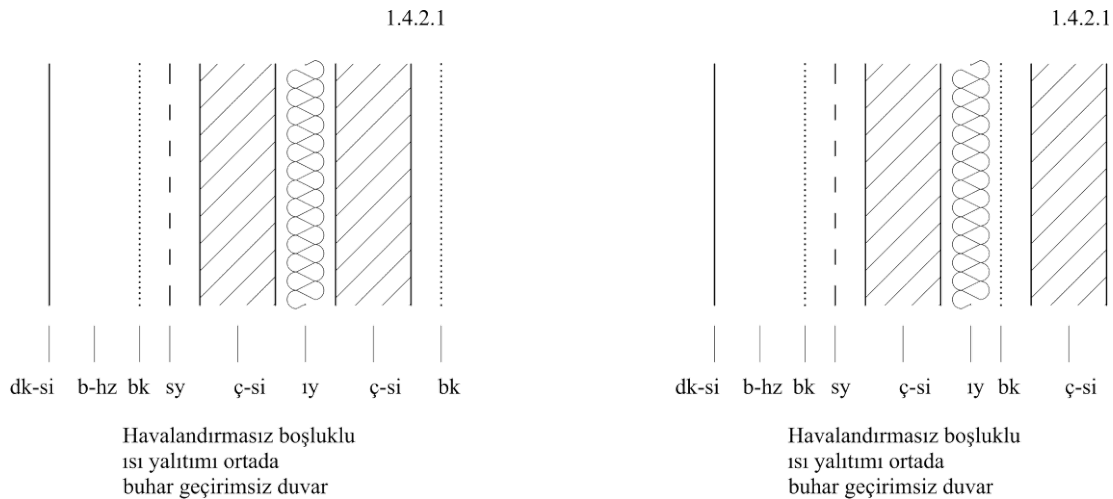
Kış aylarında güneş enerjisini ısı enerjisine çevirmek amacıyla güneş ışınlarını ışık geçirgen çekirdek katmanından iç ortama aktaran 1.2.4.1, yaz aylarında 1.2.4.2'de olduğu gibi iç ortamdaki soğuk havayı korumak amacıyla ışık geçirgen çekirdek katmanının dış yüzeyini ısı iletimine karşı yalıtır. Yaz aylarında 1.2.4.2.1'de yer alan ısı yalıtım katmanının soğuk tarafında basınç farkına bağlı olarak dış ortamdan iç ortama doğru hareket eden su buharının yoğunlaşmasını engellemek için sadece sıcak tarafta yeterli olacak buhar kesici bir katman yer almalıdır (Şekil 4.40).

Dış duvar sistemlerinde ısı performansını sağlamak için kullanılan sistemlerin tümünde ısı yalıtım özelliği gösteren malzeme, bileşen ve sistemlere gelen ısı yükü azaltmak için güneş ışınlımını yansıtma oranı yüksek dış kaplama kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan dış kaplamalar, dış duvar sistemi üzerine gelen yükler çekirdek katmanına aktarılınca kadar gerekli olan mekanik dayanımı göstermeli ve bünyesinde yer aldığı sistemin performans özelliklerine göre yağmur suyu etkisi altında gerekli su emme oranı ve su geçirmezlik değerlerini karşılamalıdır.

Gerekli ısı performans özelliklerini yerine getirmek için ısı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzemeler, pasif güneş sistemleri ya da yansıtıcı kaplamalar kullanan dış duvar sistemleri bir sonraki aşamada iç ya da dış mekanda oluşabilecek

su buharı basıncını kontrol altına almalıdır. Dış duvar sisteminin su buharı ile ilişkisi iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Birinci yöntemde, sistemin su buharı geçirimli duvar olması beklenmektedir. Böylece, su buharı, basıncın çok olduğu ortamdan az olduğu ortama doğru yoğuşmadan akabilmektedir. İkinci sistemde ise dış duvar sistemi su buharı akımını kontrol altına alabilmek için su buharı geçirimsiz olarak tasarlanmaktadır. Su buharı geçirimsiz duvar sisteminde su buharı difüzyonu-eş değer hava tabakası kalınlığı “ S_d ” 1500 metrenin üzerinde olan su buharı geçirimsiz malzemeler kullanılmalıdır. Hava sıcaklık farkına ve bağıl neme bağlı olarak su buharı iç ortamdan dış ortama ya da dış ortamdan iç ortama doğru akabilir. Bu nedenle su geçirimsiz duvarlar tasarlanırken, su buharı akımının her iki taraftan da olabileceği varsayılarak su buharı geçirimsiz malzemeler gerekirse ısı yalıtım malzemesinin her iki tarafına da yerleştirilmelidir.

Isı yalıtım malzemesinin sıcak tarafında bulunan malzemelerde su buharı difüzyonu-eşdeğer hava tabakası kalınlık değerlerine bağlı olarak yoğuşma riski gözlemlenmediği takdirde buhar kesici malzemenin yeri ısı yalıtım malzemesinin sıcak tarafında uygulamaya başlı olarak değişebilir (Şekil 4.41). Ayrıca, su buharı geçirimsiz malzemeler sistem bünyesinde buldukları konuma bağlı olarak dış duvar sistemi üzerine gelen yükler çekirdek katmanına aktarılıncaya kadar gerekli olan mekanik dayanımı göstermelidirler.



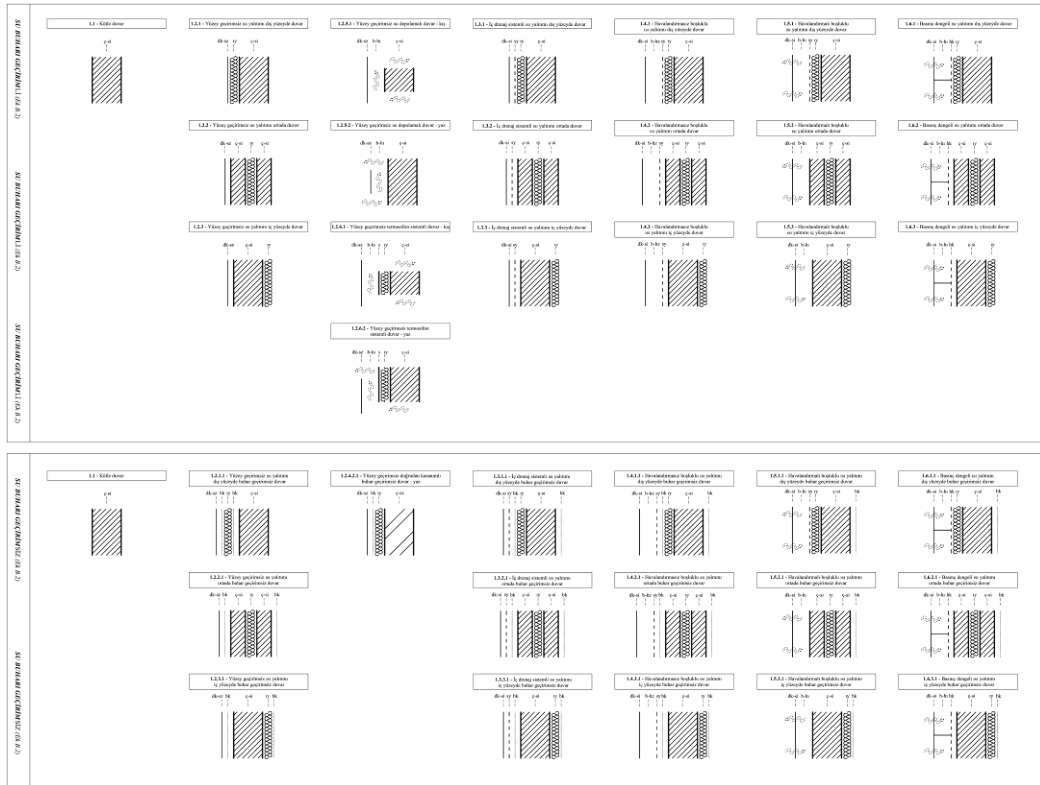
Şekil 4.41 : Buhar geçirimsiz katmanın ısı yalıtımının sıcak tarafında farklı uygulamaları (Ek B.2)

Pasif güneş sistemlerinden ısı depolamalı ve termosifon sistemli dış duvar sistemleri de su buharı geçirimli duvar sistemleri arasında yer almaktadır. Bu sistemlerde, su

buharı taşınım yoluyla devamlı hareket halinde olduğu için sistem arakesitinde yoğunlaşma ya da dış duvar yüzeylerinde terleme riski gözlenmemektedir.

Bir diğer pasif güneş sistemli duvar olan doğrudan kazanımlı duvarlarda güneş ışınlarını iç mekana almak amacıyla kullanılan cam tuğlalar kullanılmaktadır. Bünyelerinde hareketsiz hava katmanları yer alan cam tuğlalar su buharının geçişine izin vermedikleri için doğrudan kazanımlı duvarlar su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi sınıflandırmasına dahil olmaktadır.

Çekirdek bileşeni neme karşı işlem görmemiş ahşap dikmelerden oluşan dış duvar sistemlerinde, ahşap dikmelerin su buharı etkisi altında çürümemesi için, buhar kesici katman, su buharı ahşap dikmelere ulaşamayacak şekilde yerleştirilmelidir (Rich ve Dean, 1999). Kütle duvarları oluşturan bileşenler su buharı geçirimli ise ve kütle duvarın ayırdığı iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı su buharının geçişi sırasında duvar yüzeylerinde terlemeye neden olmuyorsa kütle duvar, su buharı geçirimli duvar sistemi olarak sınıflandırılabilir.



Şekil 4.42 : Su buharı geçirimli ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemleri için katmanlaşma modelleri

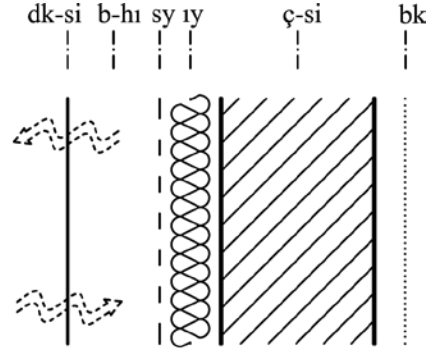
Her bir performans gereksinmesini karşılayan katmanların eklenmesinden sonra elde edilen katmanlaşma modelleri su buharı geçirimli ve su buharı geçirimsiz dış duvar

sistemleri olarak iki bölüm altında değerlendirilmektedir. Şekil 4.42 ve Ek B.2’de su buharı geçirimli ve su buharı geçirimsiz katmanlaşma modellerinin oluşturduğu otuz yedi adet dış duvar sistemi tasarım seçeneği yer almaktadır. Malzeme, bileşen ve sistem özellikleri eklenmeden tasarlanan katmanlaşma modellerinin ardından bir sonraki bölümde katmanlaşma modellerinde yer alan malzeme, bileşen ve sistemlerin özellikleri tanımlanmaktadır. Bu sayede, bileşenleri belirli katmanlaşma modelleri farklı iklimsel koşulların etkisi altında değerlendirilerek fiziksel, kimyasal, mekanik ve optik performans gereksinmelerine uygun dış duvar sistemleri ortaya konabilir.

4.7 Katmanlaşma Modellerinin Değerlendirilmesi

Katmanlaşma modellerini değerlendirmenin amacı belirli çevresel etmenler etkisi altında belirli performans gereksinmesini karşılamak amacıyla kullanılan bileşenlerin diğer çevresel etmenlerin etkisi altında gerekli performansları karşılayıp karşılamadıklarını ortaya koymaktır. Bu nedenle katmanlaşma modelleri değerlendirilirken incelenecek olan dış duvar sistemlerinde yer alan tüm bileşenler her bir çevresel etmene göre değerlendirilir. Seçilen bileşenler karşı karşıya kaldıkları çevresel etmenler etkisi altında gerekli performansları karşılıyorsa sistem düzgün çalışmaktadır.

Şekil 4.43’te havalandırılmalı boşluklu, ısı yalıtımı dış yüzeyde, buhar geçirimsiz dış duvar sistemi örneği yer almaktadır. Bu sistemde, çevresel etmenlere bağlı olarak üzerine gelen yükleri taşıması için çekirdek katmanı kullanılmıştır. İlk aşamada, dış duvar sistemi üzerine gelen yükler karşısında çekirdek malzemesinin basınç, çekme vb. dayanımlarına bakılmalıdır. Fakat, yükler çekirdek malzemesine ulaşıncaya kadar diğer katmanlara da etki edebilir. Bu nedenle diğer katmanları oluşturan malzemelerin de ilgili yükler karşısında dayanımlarına bakılmalıdır. Örneğin, rüzgar yüküne karşı dayanım göstermesi için kullanılan çekirdek malzemesine rüzgar yükü aktarılınca kadar dış kaplama, su yalıtımı ve ısı yalıtımında rüzgar yüküne bağlı gerilmeler oluşmaktadır. Bu nedenle bu malzemeler de rüzgar yükü etkisi altında gerekli dayanımları göstermelidir. Kullanılan malzemelerin mekanik dayanımları istenilen düzeyde ise sistem çalışır. Dış duvar sistemi üzerine gelen yüklere karşı yapı malzemelerinin dayanımlarını ölçmek için matematiksel modellemeler içeren programlar kullanılabilir.



1.5.1.1

Şekil 4.43 : Katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi için bir örnek: havalandırılmalı boşluklu, ısı yalıtımı dış yüzeyde, buhar geçirimsiz dış duvar sistemi (Ek B.2)

Şekil 4.43'te bir diğer çevresel etmen olan rüzgarla itilen yağmur suyuna karşı su yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Sistem için uygun su yalıtım malzemesi seçmek için kullanılacak malzemenin su emme oranına ve su geçirmezlik sonuçlarına bakılmalıdır. Fakat rüzgarla itilen yağmur suyu (RİY) su yalıtım malzemesine ulaşmadan önce dış kaplama malzemesine etki etmektedir. Bu nedenle dış kaplama malzemesi yağmur suyu etkisi altında gerekli performanslarını yerine getirmelidir.

Üçüncü aşamada sistemin dış ortam ile iç ortam arasında oluşabilecek hava sıcaklık farklarına bağlı ısı performansını değerlendirilmektedir. Bu amaç doğrultusunda dış duvar sisteminin ısı geçirgenlik değeri "U", TS825'te belirtilen değerlerin altında olmalıdır. Sistem ısı geçirgenlik değerini eşik değerinin altında tutmak için dış duvar sisteminde kullanılan tüm malzemeler ve özellikle ısı yalıtım malzemesi gerekli ısı iletkenlik katsayısına " λ " ve kalınlığa sahip olmalıdır. Şekil 4.43'te dış ve iç ortam arasında oluşabilecek ısı akımını kontrol altına almak için ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Isı yalıtım malzemesi seçilirken ısı iletkenlik katsayısına bakılmalıdır. Sistemin ısı performansını arttırmak amacıyla Şekil 4.43'te güneş ışınımını yansıtan bir dış kaplama kullanıldığı varsayılırsa, kullanılan dış kaplamanın güneş ışınımı yansıtma oranına bakılmalıdır.

Şekil 4.43'te son olarak su buharının geçişi kontrol edilmelidir. Seçilen dış duvar sisteminde su buharı dış ortamdan iç ortama doğru aktığında havalandırılmalı boşluk tabakası ile karşılaşmaktadır. Havalandırılmalı boşluk tabakası su buharını sistemden uzaklaştırdığı için dış ortamdan iç ortama doğru su buharı geçişi gözlenmez. Diğer taraftan, su buharının iç ortamdan dış ortama doğru aktığı varsayılırsa, su buharı ısı yalıtım tabakasının sıcak tarafından soğuk tarafına doğru geçtiğinde aniden düşen

sıcaklık karşısında yoğuşabilir. Bunu engellemek için Şekil 4.43'te çekirdeğin iç yüzeyinde buhar kesici katman kullanılmıştır. Buhar kesici katman olarak seçilen malzemin su buharı difüzyon-eşdeğer hava tabakası kalınlığına “ S_d ” bakılmalıdır. Ancak bu malzeme dış duvar sisteminin üzerine gelen yükler karşısında gerilmeler gösterebileceği için aynı malzemenin ilgili yükler karşısındaki mekanik dayanımları da incelenmelidir. Tüm bu değerler istenilen düzeyde ise sistem çalışır.

5. MARMARA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN DIŞ DUVAR SİSTEMİ BİLEŞENLERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ

Çeşitli performansları karşılamak amacıyla doğal çevresel kaynakları kullanarak tasarlanan ve üretilen dış duvar sistemi bileşenlerinin yaşam döngüleri boyunca doğal ya da yapma çevre tarafından geri kazanılamayan atıklar üretmesi sonucunda doğal çevreyi oluşturan canlı ve cansız ekosistem bileşenleri zarar görebilmektedir. Bu nedenle dış duvar sistemleri, yaşam döngüsü boyunca dış etmenler etkisi altında iç ortam kullanıcı gereksinmelerini karşılamak amacıyla çevreyi en az olumsuz etkileyen bileşenlerle tasarlanmalıdır.

Yapı malzemelerinin, dış duvar sistemlerinin ve binaların sürdürülebilir mimari tasarım sürecine dahil olmalarını sağlamak amacıyla dünya genelinde ulusal ve uluslar arası bir çok farklı yöntem ve değerlendirme aracı geliştirilmektedir. Bunlardan biri olan YDD yöntemi sayesinde çevresel performansları değerlendirilen yapı malzemeleriyle sürdürülebilir dış duvar sistemleri tasarlanabilmektedir. Ancak, Türkiye'de ISO 14040 YDD standartına bağlı yöntem, araç ve yönetmeliklerin yetersizliği nedeniyle yapı malzemelerinin çevresel etkileri bilinmemektedir. Bu nedenle yaşam döngüsünü içeren planlama, tasarım, yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçlerinde yapı malzemelerinin çevresel etkileri, üreticiler, tasarımcılar, yükleniciler, yapı işleriyle uğraşan profesyoneller ve bina sahipleri olan kullanıcılar tarafından dikkate alınmamaktadır. Diğer taraftan, çevresel etkileri yeterli derece incelenmemiş yapı malzemeleri Türkiye'de uygulamaları devam eden LEED ve BREEAM gibi çevresel sertifika programlarına sahip ve aday sürdürülebilir binaların yapım sürecine de dahil olamamaktadır. Bu binaların tasarımlarında ve yapımlarında yerli üretime sahip malzemeler yerine uzun taşıma mesafelerine sahip ithal malzemelerin kullanılması hem ülkenin sürdürülebilir kalkınmasını olumsuz etkilemekte hem de binaların sertifika puanlarını düşürmektedir.

Bölüm 3'te yapı malzemelerinin çevresel performansları değerlendirmek için kullanılacak yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemi ve bu yöntem

bağlı olarak oluşturulan YDD anketi incelenmiştir. Marmara Bölgesi'ndeki üreticilerle birlikte yürütülmüş anket uygulamalarının yer aldığı bu bölümde dış duvar sistemlerine ait çekirdek, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve dış kaplama bileşenlerinin çevresel performanslarının değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda aşağıdaki alt bölümlerde YDD anketinin aşamaları olan hedef ve kapsamın belirlenmesi, envanter analizi ve etki değerlendirmesi sırasıyla incelenmektedir. YDD yönteminin son aşamasını oluşturan yorum kısmı tezin sonuç bölümünde yazar tarafından değerlendirilmiştir.

5.1 Hedef ve kapsamın belirlenmesi

Bu tez çalışmasının amacı çevresel performansları belirlenmiş yapı malzemeleri ile sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarım seçeneklerini geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda, YDD anketine bağlı olarak beşikten mezara kadar geçen tüm yaşam döngüsü süreçlerinde, Türkiye'de Marmara Bölgesi'nde üretilen dış duvar sistemi bileşenlerinden duvar çekirdeği, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve kaplama malzemelerinin çevresel performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde AIA tarafından tasarlanan “Çevresel Kaynak Kılavuzu” (ERG) kitabında yer alan YDD anketi Türkçe'ye çevrilmiştir (Ek A.1). Ardından İstanbul'daki yapılara ait dış duvar sistemi bileşenlerini oluşturan yapı malzemeleri listelenerek sınıflandırılmıştır. Bu yapı malzemelerine ait Marmara Bölgesi'ndeki üretici firmaları belirlemek için yapı katalogları ve internet sayfaları taranmıştır. Belirlenen firmaların marka adları ticari kaygılar ve marka tescil yasası gereği gizli tutulmaktadır. Telefonla yapılan görüşmeler sonucunda YDD anketindeki teknik bilgilerin sağlıklı cevaplandırılması adına belirlenen firmaların üretimden sorumlu temsilcileriyle iletişim kurularak randevu talebinde bulunulmuştur. Çalışmaya olumlu yaklaşan firmalara enstitü izin belgesi ve YDD'nin önemini anlatan bir metinle beraber, örnek bir malzemenin değerlendirmesini içeren bir anket taslağı elektronik posta yoluyla gönderilmiştir. Randevu talebini olumlu karşılayan firmaların üretim tesislerine gidilerek YDD anketinin envanter analizi ve etki değerlendirmesi aşamaları üretimden sorumlu firma yetkilileri tarafından cevaplandırılmıştır. Ankette yer alan etki değerlendirmesi göz önüne alınarak Türkiye'de Marmara Bölgesi'nde bulunan dış duvar sistemlerinde kullanılan yapı malzemelerinin çevresel etkileri değerlendirilmiştir. Envanter analizindeki bazı

bölümlerin firma yetkilileri tarafından cevaplandırılmamış olması nedeniyle etki değerlendirmesinde yer alan yaşam döngüsü süreçleri ve etki grupları boş bırakılmıştır. Bu nedenle bazı yapı malzemelerinin, bilgi eksikliği olan süreçlere bağlı çevresel performansları değerlendirilememiştir.

		MALZEME		FİRMA	SONUÇ
ÇEKİRDEK	Örme Duvar Blokları	Pişmiş toprak yatay ve düşey boşluklu bloklar		A1	EVET
		Donatısız gazbeton duvar blokları		A2	EVET
				A3	HAYIR
		Bims beton bloklar		A4	HAYIR
		Dolu beton bloklar		A5	HAYIR
				A6	HAYIR
	İskelet Sistem	Prefabrikte hafif çelik yapı elemanları		A7	HAYIR
				A8	HAYIR
		Ahşap yapı elemanları		A9	HAYIR
	Panel Sistemler	Çimento esaslı paneller		A10	HAYIR
		Gazbeton paneller		A11	HAYIR
SU VE SU BUHARI YALITIMI	Bitüm, Asfalt ve Katran Kökenli Su ve Nem Yalıtımı	APP ve SBS modifiyeli bitümlü su yalıtım örtüsü		B1	EVET
		OXIDE bitümlü su yalıtım örtüsü		B2	KAPSAM DIŞI
		Bitüm emülsiyonları ve emulzerler			
		Bitümlü Solventler		B3	HAYIR
	Polimer Kökenli Likit Su ve Nem Yalıtımı	Polimer esaslı kompozit rulo		B4	HAYIR
		Poliyeten kökenli likitler			
		Silikon kökenli likitler		B5	EVET
				B6	HAYIR
		Polistren kökenli likitler			
		Polisülfid kökenli likitler		B7	EVET
		Akrilik kökenli likitler			
	Kauçuk Kökenli Su ve Nem Yalıtım Likit ve Örtüleri	Bitüm katkılı likit kauçuklar			
		Elastomerik lateks-sentetik kauçuklar			
		Plastomerik kauçuklar			
Lateks					
Su buharı geçişine açık HDPP du yalıtım örtüsü					
ISI YALITIMI	Rijit Isı Yalıtım Levhaları	Extrude polistren levhalar		C1	KAPSAM DIŞI
				C2	HAYIR
				C3	HAYIR
		Expande polistren levhalar		C4	EVET
				C1	KAPSAM DIŞI
		Cam yünü levhalar		C5	HAYIR
		Taş yünü levhalar		C5	HAYIR
		C6	HAYIR		
Poliüretan ısı yalıtım köpüğü				C7	HAYIR
DIŞ KAPLAMA	Sıvalar	Hazır sıvalar (çimento esaslı kalsit katkı)		B5	EVET
	Konstrüksiyon Gerektiren Cephe Kaplamaları	Bitüm emdirilmiş kağıt taşıyıcı oluklu levha		B1	EVET
		Polimer kökenli cephe kaplamaları (ctp)		C4	EVET
		Çimento kökenli cephe kapl. (selülozik elyaf takviyeli)		D1	EVET
		Çimento kökenli cephe kapl. (cam elyaf takviyeli)		D2	EVET
		Metal levhalar (düz, oluklu, trapez)		D3	EVET
		Doğal taş cephe kaplamaları			
		Metal levhalar lamine kompozit (poliüretan yalıtımlı)		D3	EVET
		Metal levhalar lamine kompozit (taşyünü yalıtımlı)		D3	EVET
		Seramik kökenli cephe kaplamaları		D4	EVET
	Ahşap ve ahşap kökenli cephe kaplamaları		D5	HAYIR	
Boyalar	Akrilik esaslı dış cephe boyası		B5	EVET	
	Isı yalıtımlı dış cephe boyası		E1	HAYIR	

Şekil 5.1 : Malzeme üretici firmaların onay tablosu

Anket sürecinde toplam kırk iki adet firmayla iletişime geçilmiş. Süreç sonunda on iki firmanın cevapladığı anketler sonucunda toplam on altı malzemenin yaşam döngüsü değerlendirilmiştir (Şekil 5.1). Yapım aşamasında kullanılan tespit elemanları ve üretim aşamasında kullanılan ara ürünlerin YDD'di kapsam dışında tutulmuştur. Ayrıca, okside bitümlü su yalıtım örtüsü, bims beton blok ve terracotta panel kaplama üretimi yapan firmaların üretim tesisleri Marmara Bölgesi sınırlarına dâhil olmadıkları için bu malzemeler kapsam dışı kalmıştır.

Yurtdışından temin edinilen hammaddelerin ve ara ürünlerin çevresel etkileri takip edilemediği için bunların doğadan çıkarılmaları ve işlenmeleri sırasında harcadıkları enerji miktarları, türleri, tükettikleri doğal kaynaklar, su ve ürettikleri atıklar hakkında bilgi edinmek güçleşmektedir. Bu nedenle bu tez çalışması kapsamında hammaddelerin kazanımı ve işlenmesi için gerekli girdi ve çıktılar son ürün üreticilerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda değerlendirilmektedir.

5.2 Envanter analizi

Envanter analizi bölümü firma yetkililerinden alınan nicel bilgiler doğrultusunda oluşturulmuştur. Dış duvar sistemini oluşturan bileşenlerden duvar çekirdeği, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve cephe kaplamalarından her biri ayrı bölümler altında incelenmektedir. Her bir bölümde yer alan çizelgelerde ilgili bileşene ait yapı malzemeleri, bu malzemeleri üretici firmalar, bu firmaların görüşmeler sonucunda ankete katılımları ve doldurulan anketlerde eksik kalan bölümler belirtilmiştir. Katılım gösteren üretici firmaların kalın harflerle gösterilirken bu firmaların anketlerinde yer alan eksik bölümler, hammadde miktarı için “H”, üretim enerjisi için “Ü” ve doğal kaynak tüketimi için “D” kısaltmalarıyla gösterilmiştir. Envanter analizinde, yaşam döngüsü değerlendirmesi için seçilmiş her bir yapı malzemesi için bir kod yer almaktadır. Yapı malzemelerinin uzun tanımlamalarını kısaltmak amacıyla kullanılan bu kodlar ilerleyen bölümlerde yapı malzemelerinin tanımlamak amacıyla da kullanılacaktır.

5.2.1 Duvar çekirdeği malzemeleri

Katalog taramaları sonucunda, İstanbul'daki yapılara ait dış duvar sistemlerinde kullanılan altı farklı duvar çekirdeği malzemesinin Marmara Bölgesi'nde üretimini yapan dokuz firmaya ulaşılmıştır. Görüşmeler sonunda ankete katılmayı kabul eden

ve anketi dolduran bir yatay delikli pişmiş toprak blok (Ek A.2) ve bir donatısız gazbeton duvar bloğu (Ek A.3) üreticisi firmanın malzemeleri hakkında bilgi toplanabilmiştir. Duvar çekirdeği malzemesi üreticileriyle yapılan görüşme sonuçları ve anketlerde yer alan eksik bölümler Çizelge 5.1’de belirtilmektedir.

Çizelge 5.1 : Duvar çekirdeği malzemeleri için envanter analizi sonuçları

<i>Kodlar</i>	<i>Çekirdek Malzemeler</i>	<i>Üreticiler</i>	<i>Eksikler</i>
Ç1	Yatay delikli pişmiş toprak blok	A	
Ç2	Donatısız gazbeton duvar bloğu	B₁, B₂	Ü / D
Ç3	Dolu beton bloklar	C	
Ç4	Gazbeton paneller	B ₁	
Ç5	Çimento esaslı panel	E ₁ , E ₂ , C	
Ç6	Hafif çelik prefabrike yapı elemanları	D ₁ , D ₂ , D ₃	
Ç7	Ahşap yapı elemanları	bulunamadı	
Ç8	Bims beton blok	bulunamadı	

5.2.1.1 Yatay delikli pişmiş toprak blok

Tuğla yapımına uygun kimyasal özelliklere sahip madenlerden çıkarılan kil hammaddesi ile birlikte su karıştırılarak elde edilen yatay delikli pişmiş toprak bloklar uygun hamur hazırlığı için gerekli olan bir dizi karıştırma işleminden geçtikten sonra vakumlanarak blok şeklini alırlar. Vakum işleminden nemli çıkan bloklar oda sıcaklığında kurutulduktan sonra pişirilerek moleküllerin birbirine daha sıkı bağlanması sağlanır. Bu sayede toprak bloklar uygun mukavemete ulaşır. Yatay delikli pişmiş toprak bloğun envanter analizi sonucunda tüm enerji ve malzeme girdileri ve atık çıktıları üretici firma tarafından belirtilmiştir. Üretim ve yapım aşamasında kullanılan hammadde ve ürünler kısa mesafelerde kara yoluyla taşınmaktadır.

5.2.1.2 Donatısız gazbeton duvar bloğu

Donatısız gazbeton duvar bloğunun hammadde içeriği alüminyum, alçıtaşı, kum, çimento, kireç ve sudan oluşmaktadır. Hammaddeleri oluşturan tüm bu malzemeler ilk aşamada uygun dozajlarda karıştırılmaktadır. Ardından genişleyen bu karışım kesilerek basınçlı buhar kürüne sokulur ve içinde durgun hava boşluklarına sahip gazbeton duvar bloğu elde edilir. Donatısız gazbeton duvar bloğunun hammadde

temini sürecinde tüketilen enerji hakkında yeterli bilgiye ulaşılamadığından dolayı toplam üretim enerjisi hesaplanamamaktadır. Ayrıca üretim sırasında tüketilen doğal kaynakların miktarı da üretici tarafından belirtilmemiştir. Üretim aşamasında hammaddeler kısa mesafelerde kara yoluyla taşınırken, yapım aşamasında ürün halini alan donatısız gazbeton duvar blokları kara ve deniz yoluyla kısa mesafelerde taşınmaktadır.

5.2.2 Su yalıtım malzemeleri

Katalog taramaları sonucunda, İstanbul'daki yapılara ait dış duvar sistemlerinde kullanılan altı farklı su yalıtım malzemesinin Marmara Bölgesi'nde üretimini yapan on yedi firmaya ulaşılmıştır. Görüşmeler sonunda ankete katılmayı kabul eden ve anketi dolduran bir APP katkıli bitümlü su yalıtım örtüsü (Ek A.4), bir polisülfid esaslı su yalıtım macunu (Ek A.5) ve bir solvent esaslı silikon katkıli su yalıtım sıvısı (Ek A.6) üreticisi firmanın malzemeleri hakkında bilgi toplanabilmiştir. Su yalıtım malzemesi üreticileriyle yapılan görüşme sonuçları ve anketlerde yer alan eksik bölümler Çizelge 5.2'de belirtilmektedir.

Çizelge 5.2 : Su yalıtım malzemeleri için envanter analizi sonuçları

<i>Kodlar</i>	<i>Su yalıtım malzemeleri</i>	<i>Üreticiler</i>	<i>Eksikler</i>
S1	APP katkıli bitümlü su yalıtım örtüsü	F₁, F₂, F₃, F₄, F₅	H / D
S2	Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	G₁, G₂, G₃, G₄	H / Ü / D
S3	Solvent esaslı silikon katkıli su yalıtım sıvısı	H₁, G₁, G₂	Ü / D
S4	Solvent esaslı bitümlü su yalıtım sıvısı	I ₁ , I ₂ , I ₃ , F ₃	
S5	Polimer taşıyıcıli bitümlü su yalıtım örtüsü	J	
S6	HDPP su yalıtım örtüsü	K ₁ , K ₂ , K ₃	
S7	Okside bitümlü su yalıtım örtüsü	bulunamadı	

Çizelge 5.2'de yer alan envanter analizi sonuçlarına göre anket kapsamında değerlendirilen su yalıtım malzemelerinin hammadde temini ve işlenmesi sırasında tükettikleri doğal kaynak miktarlarına ulaşılamamıştır. Tüm su yalıtım malzemeleri yapım aşamasında kara yolu ile kısa mesafelerde şantiyelere taşınmaktadır. Aşağıda yer alan alt başlıklarda yaşam döngüsü süreçlerine bağlı olarak değerlendirilen envanter analizlerindeki eksik bölümler su yalıtım malzemelerinin her biri için ayrı olarak incelenmektedir.

5.2.2.1 Cam tülü veya polyeşter taşıyıcılı APP veya SBS katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü

Üretici firma tarafından bitümlü su yalıtım örtüsünün üretim sürecinde yerli üreticilerden elde edilen bitüm ile birlikte yabancı üreticilerden sağlanan APP veya SBS katkılarıyla birlikte diğer katkı maddeleri karıştırılarak elde edilen sıvıya cam tülü ya da polyeşter taşıyıcılar eklenerek malzemeye kalınlık verilmektedir. Bir sonraki adımda malzemeye polietilen film kaplaması yapılmaktadır. Son olarak soğutulan malzeme kesilerek hazır hale getirilir. Bu malzemenin hammadde temini ve işlenmesi sırasında kullandığı doğal kaynaklar ve üretim aşamasında kullanılan hammaddeler ve miktarları hakkında bilgi alınamamıştır. Bununla beraber üretim aşaması için gerekli hammaddeler uzun mesafelerde deniz ve karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.2.2 Polisülfıt esaslı su yalıtım macunu

Polisülfıt esaslı su yalıtım macununun üretim sürecinde ilk olarak polisülfıt, plastifiyan, ajanlar karıştırılmaktadır. Ardından bu karışıma renk pigmentleri ve kalsit dolgu ilave edilerek ürün elde edilir. Bu su yalıtım malzemesinin hammadde temini ve işlenmesi sırasında tükettiği enerji miktarına bağlı olarak üretim enerjisi ve bitümlü su yalıtım örtüsünde olduğu gibi üretim aşamasında kullanılan hammaddeler ve miktarları hakkında üretici firma tarafından herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Bununla beraber üretim aşaması için gerekli hammaddeler deniz ve karayolu yardımıyla uzun mesafelerden taşınmaktadır.

5.2.2.3 Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı

Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı solvent ve silikon reçinenin üretim atölyesinde karıştırılması sonucunda üretilmektedir. Bu malzemenin hammadde temini ve işlenmesi sürecinde harcadığı enerji miktarı hakkında üretici firmanın bilgi vermemesine bağlı olarak toplam üretim enerjisi hesaplanamamaktadır. Bununla beraber üretim aşaması için gerekli hammaddeler uzun mesafelerde deniz ve karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.3 Isı yalıtım malzemeleri

Katalog taramaları sonucunda, İstanbul'daki yapılara ait dış duvar sistemlerinde kullanılan beş farklı ısı yalıtım malzemesinin Marmara Bölgesi'nde üretimini yapan altı adet firmaya ulaşılmıştır. Görüşmeler sonunda ankete katılmayı kabul eden ve anketi dolduran bir firmanın geliştirilmiş polistrenli ısı yalıtım levhası (EPS) (Ek A.7) hakkında bilgi toplanabilmiştir. EPS üreticisi firma ile yapılan görüşme sonuçları ve anketlerde yer alan eksik bölümler Çizelge 5.3'de belirtilmektedir.

Çizelge 5.3 : Isı yalıtım malzemeleri için envanter analizi sonuçları

<i>Kodlar</i>	<i>Isı yalıtım malzemeleri</i>	<i>Üreticiler</i>	<i>Eksikler</i>
I1	Genleştirilmiş polistren levha (EPS)	L, M₃	H / Ü / D
I2	Çekilmiş polistren levha (XPS)	M ₁ , M ₂ , M ₃ , F ₅	
I3	Cam yünü levha	M ₁	
I4	Taş yünü levha	M ₁	
I5	Poliüretan levha	N	

5.2.3.1 Genleştirilmiş polistrenli ısı yalıtım levhası (EPS)

EPS ısı yalıtım levhaları stren monomerlerinin ekzotermik reaksiyon geçirmesi sonucunda üretilmektedir. Üretim aşamasında kullanılan hammaddeleri oluşturan stren monomerleri yurtdışından ithal edilmektedir. İthal edilen bu hammaddelerin çevresel performansları hakkında yerli üreticiden yeterli bilgiye ulaşılamamıştır. Stren monomerlerinden oluşan hammaddelerin yaşam döngüsü değerlendirmesi sürecindeki çevresel etkileri incelemek üzere hammadde üreticisi yabancı firmaya İngilizce formatta bir anket örneği gönderilmiştir. Ancak, İngilizce anket cevaplanmadığından dolayı üretim sürecinde tüketilen doğal kaynakların ve enerjinin net miktarı bilinmemektedir. Ayrıca, envanter analizi çerçevesinde taşıma mesafesi değerlendirilen EPS ısı yalıtım levhalasının üretim aşaması için gerekli hammaddeler uzun mesafelerde karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4 Cephe kaplama malzemeleri

Katalog taramaları sonucunda, İstanbul'daki yapılara ait dış duvar sistemlerinde kullanılan on üç farklı cephe kaplama malzemesinin Marmara Bölgesi'nde üretimini yapan on beş firmaya ulaşılmıştır. Görüşmeler sonunda ankete katılmayı kabul eden ve anketi dolduran dokuz üretici firmaya ait on cephe kaplama malzemesi değerlendirilmiştir. Bu malzemeler, bir metal levha (Ek A.8), bir cam takviyeli plastik levha (Ek A.9), bir kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha (Ek A.10),

iki elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması (Ek A.11, A.12), bir seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Ek A.13), iki lamine kompozit metal levha (Ek A.14, Ek A.15), bir akrilik esaslı dış cephe boyası (Ek A.16) ve bir kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıvadan (Ek A.17) oluşmaktadır. Cephe kaplama malzemesi üreticileriyle yapılan görüşme sonuçları ve anketlerde yer alan eksik bölümler Çizelge 5.4'te belirtilmektedir.

Çizelge 5.4 : Cephe kaplama malzemeleri için envanter analizi sonuçları

<i>Kodlar</i>	<i>Cephe kaplama malzemeleri</i>	<i>Üreticiler</i>	<i>Eksikler</i>
K1	Metal levha (düz, oluklu, trapez)	O	H / Ü / D
K2	Cam takviyeli plastik levha	L, F₅	Ü / D
K3	Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	F₁	H / Ü / D
K4	Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	P₁, P₂	Ü / D
K5	Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	R	Ü / D
K6	Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	S	Ü
K7	Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	O	H / Ü / D
K8	Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	O	H / Ü / D
K9	Akrilik esaslı dış cephe boyası	H₁	Ü / D
K10	Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	H₁	Ü / D
K11	EPS takviyeli dış cephe boyası	T	
K12	Doğal taş cephe kaplaması	U ₁ , U ₂	
K13	Ahşap ve ahşap kökenli cephe kaplaması	V ₁ , V ₂	

Çizelge 5,4'te yer alan bilgiler doğrultusunda anket değerlendirilen on kaplama malzemesinin hepsinin üretim enerjileri hakkında net bir bilgiye ulaşılamamıştır. Kaplama malzemeleri dâhil oldukları dış duvar sistemine farklı yöntemlerle uygulanmışlardır. Bunlar arasında,

- Yapıştırılarak ya da tespitle uygulanan cephe kaplamaları,
- Konstrüksiyon gerektiren cephe kaplamaları ve
- Sürülerek uygulanan boyalar ve sıvalar yer almaktadır.

Marmara Bölgesi'nde doğal taş ve ahşap kökenli cephe kaplama üretimi yapan sınırlı sayıda firmanın ankete olumsuz tepki vermesi yüzünden bu yapı malzemeleri değerlendirilememiştir. Yukarıdaki çizelgede yer alan bilgiler doğrultusunda envanter analizleri değerlendirilen cephe kaplama malzemeleri aşağıdaki ayrı başlıklar altında incelenmektedir.

5.2.4.1 Metal levha

YDD incelenen metal levhalar düz, oluklu ve trapez formlara sahiptir. Bunların üretim aşamasında alüminyum saclar şekillendirilmektedir. Alüminyum saclar farklı bir üreticiden tedarik edildiğinden dolayı sacların üretim enerjileri ve doğal kaynak tüketimleriyle ilgili bilgilere ulaşılamamıştır. Bunun yanı sıra paslanmaya karşı galvanizlenen levhaların galvanize süreci de üretim tesisinden farklı bir yerde gerçekleştiğinden bu süreçle ilgili yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılamamıştır. Ayrıca, envanter analizi çerçevesinde taşıma mesafesi değerlendirilen metal levhanın üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafelerde karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4.2 Polimer esaslı cephe kaplaması

Polimer esaslı cephe kaplamaları cam takviyeli plastik (CTP) olarak adlandırılmaktadır. Üretim aşamasında çekme gerilmelerine karşı cam elyaflar poliestere takviye edilerek levhaya mukavemet kazandırılır. Polyester ve cam elyafın hammadde olarak temin edildiği farklı üreticilerin üretim aşamaları hakkında her hangi bir bilgiye ulaşılamadığından dolayı CTP'nin üretim enerjisi ve tükettiği doğal kaynaklar hakkında bir değerlendirme bulunmamaktadır. Ayrıca, envanter analizi çerçevesinde taşıma mesafesi değerlendirilen polimer esaslı cephe kaplamasının üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafelerde karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4.3 Kağıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha

Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha cephe kaplamaları geri dönüşümlü kâğıt ve petrol ürünü olan bitümden üretilmektedir. Petrolden bitümün elde edilmesi sırasında yaşanan çevresel süreçler hakkında üretici firmanın bir bilgisi bulunmamaktadır. Ayrıca, bu malzemenin üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafelerde karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4.4 Elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

Elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplamaları alkali dayanımlı cam elyaf ya da selülozik elyaf kullanılarak üretilmektedir. Çekme gerilmelerine karşı cephe kaplamasına mukavemet kazandıran cam ve selülozik elyaflar, kaplamalar üretilirken farklı üreticilerden satın alınmaktadır. Bunların yanında çimento ve agregalarında farklı üreticilerden tedarik edilmesi ile hammadde temini ve işlenmesi süreçleri üretici firmanın kontrolü dışına çıkmaktadır. Üretici firmalar hammaddelerin üretimlerinde yer alan çevresel etkilerle ilgili her hangi bir bilgiye sahip olmadıklarından dolayı elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplamalarının üretim enerjileri ve tükettikleri doğal kaynakların miktarları bilinmemektedir. Ayrıca, bu malzemenin üretim aşaması için gerekli hammaddeler orta mesafede deniz ve karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4.5 Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (klinker)

Seramik esaslı yapay taş cephe kaplama malzemelerinden klinkerler incelenmiştir. Klinkerlerin üretim aşamasında kullanılan süreçler pişmiş toprak tuğla bloklarınkiyle oldukça benzer bir sürece sahiptir. Üretiminde kullanılan hazırlık çamurunda yer alan hammaddelerin doğadan çıkarılma aşamasında harcanan toplam enerji bilinmediğinden dolayı malzemenin üretim enerjisi hakkında net bir değerden bahsedilememektedir. Ayrıca, bu malzemenin üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafede demiryolu, deniz ve karayolu yardımıyla taşınmaktadır.

5.2.4.6 Lamine kompozit metal levha

Lamine kompozit metal levhalar istenilen ısı iletkenlik katsayısı doğrultusunda alüminyum kaplama levhaları arasına poliüretan ya da taş yünü ısı yalıtım malzemeleri doldurularak üretilmektedirler. Alüminyum kaplamalar galvanize edilmiş olarak farklı üreticilerden tedarik edilmektedir. Poliüretan ısı yalıtımları üretim tesisinde üretilirken taş yünü levhalar farklı üreticilerden tedarik edilerek kaplamalar arasına üretim tesisinde yapıştırılmaktadırlar. Tüm hammaddeleri farklı üreticiler tarafından tedarik edilen lamine kompozit metal levhaların hammadde miktarları, üretim enerjileri ve tükettikleri doğal kaynakların miktarı hakkındaki bilgilere ulaşılammıştır. Ayrıca, taş yünü yalıtımlı olan lamine kompozit metal levhanın üretim aşaması için gerekli hammaddeler orta mesafede karayolu

yardımla taşınırken, poliüretan yalıtımlı lamine kompozit metal levha için gerekli hammaddeler kısa mesafede deniz ve karayolu yardımla taşınmaktadır.

5.2.4.7 Akrilik esaslı dış cephe boyası

Akrilik esaslı dış cephe boyları dış duvar sisteminde son katmanı oluştururlar. İeriğinde yer alan kalsit dolgu, renk pigmentleri ve akrilik reçineler farklı firmalar tarafından tedarik edilerek üretim aşamasında karıştırılırlar. Hammaddelerin üretimlerinde yer alan yaşam döngüsü süreçleri hakkında boya üretici firma bilgi sahibi olmamasından ötürü akrilik esaslı dış cephe boyasının üretim enerjisi ve doğal kaynak tüketim miktarı bilinmemektedir. Ayrıca, bu malzemenin üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafede karayolu yardımla taşınmaktadır.

5.2.4.8 Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva

Toz halinde bulunan ve su ile karıştırılarak uygulanan kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıvanın üretiminde yer alan hammaddeler farklı üretici firmalardan elde edilmektedir. Sıva malzemesini üreten firmanın karışım oranları dışında kullandığı hammaddelerin üretim enerjileri ve tükettikleri doğal kaynakların miktarlarını bilmediğinden dolayı bu bilgilere ulaşılammıştır. Ayrıca, bu malzemenin üretim aşaması için gerekli hammaddeler kısa mesafede karayolu yardımla taşınmaktadır.

5.3 Etki değeriendirmesi

Etki değeriendirmesi yapı malzemelerinin çevresel performanslarını değeriendirmektedir. Etki değeriendirmesinin sonuçları her bir etki grubunun yer aldığı yatay dizeylerin ve her bir malzemenin yer aldığı düşey dizeylerin çakıştırıldığı tablolarda yer almaktadır (Şekil 5.1-4). Etki grupları ekolojik ve çevresel etkiler, insan sağlığına ve huzuruna etkiler, enerjiye etkiler ve bina işletmesi etmenlerinden oluşmaktadır. Etki grupları yaşam döngüsü süreçlerine göre değerişiklik gösterebilir. Duvar çekirdeği, su yalıtımı, ısı yalıtımı ve cephe kaplama malzemeleri her bir yaşam döngüsü sürecinde ilgili süreç dahilindeki etki grubuna göre değeriendirilmektedir. Çevresel performansları en güçlü olan etki grupları dört, göz ardı edilebilecek zararların yanında iyi performans gösterenler üç, değerişken performansa sahip olanlar iki ve performansları düşük olanlar bir ile derecelendirilmektedir.

Ulusal ölçütlere bağlı olarak atık salımlarının her bir yaşam döngüsü sürecindeki çevresel öncelikleri bilinmediğinden dolayı etki değerlendirmesi sonuçları karşılaştırılmamaktadır. Diğer bir deyişle, herhangi bir etki değerlendirmesinin diğerinden ne kadar önemli olduğu öznel ve ancak ulusal ölçütler çerçevesinde belirli kabuller yapılarak nesnel sonuçlar elde edilebilir. İlerleyen bölümlerde etki değerlendirmesi sonuçlarına bağlı olarak çevresel performansı düşük olan gruplar değerlendirilmektedir.

5.3.1 Hammadde temini ve işlenmesi

Hammadde temini ve işlenmesi süreçlerinde ekolojik ve çevresel etkiler, insan sağlığına ve huzuruna olan etkiler ve enerjiye etkiler incelenirken bina işletmesine olan etkiler bu süreçlerde incelenmemektedir. Yaşam döngüsü değerlendirilen yapı malzemeleri arasında **S2, S3, I1, K4, K9** ve **K10** hakkında bu süreç dahilinde etki değerlendirmesi bilgilerine ulaşılamazken **K6, K7** ve **K8** hakkında bazı etki gruplarına ilişkin değerlendirmeler eksiktir (Şekil 5.2).

Etkiler		Kodlar			Ç1	Ç2	S1	S2	S3	I1	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ekolojik/ çevresel etkiler	Hava kalitesi/ atmosferik etkiler	4	4	3							4		3	4	1	4	1			
	Su kalitesi/ kullanılabilirlik	4	4	4							2		4	4						
	Saha ve torak etkileri/ kullanılabilirlik	4	3	4							4		4	4	2	3	4			
	Doğal kaynak azalması	1	1	1							2		1	2	2	2	2			
	Biyolojik çeşitlilik/ doğal yaşamın yok olması	4	3	2							4		2	4		4	2			
İnsan sağlığı/ huzur	İşçi/ uygulayıcı sağlığı	3	3	3									3	3	2					
	Bina kullanıcı sağlığı (iç hava kalitesi)																			
	Toplum sağlığı ve huzuru	4	4	3							4		3	4		4	4			
Enerjiye etkiler	Üretim/ İşlem enerjisi	4	2	3							1		2	4	1	1	1			
	Taşıma enerjisi	4	4	4							4		4	3	3	4	4			
	İşletme enerjisine etkiler																			
Bina işletmesi etmenleri	Hedeflenen hizmet ömrü/ dayanıklılık																			
	Bakım ve onarım gereksinimleri																			
	Tekrar kullanılabilirlik/ geri dönüştürülebilirlik																			

Şekil 5.2 : Hammadde temini ve işlenmesi süreçleri için etki değerlendirmesi

- Yatay delikli pişmiş toprak tuğlalar hammadde temini sırasında tuğla yapımına elverişli dağ topraklarını tüketerek çevreyi olumsuz etkilemektedir.
- Donatısız gazbeton bloklar alçıtaşı, kireç, çimento, kum ve alüminyum hammaddelerine bağlı doğal kaynak rezervlerini kullanarak üretilmektedir. Hammadde temini ve işlenmesi aşamasında kullandıkları doğal kaynakların yenilenme hızı çok düşük olduğundan dolayı çevre olumsuz etkilenmektedir.

- Yatay delikli pişmiş toprak blok ve gazbeton blok üretim tesisleri hammadde kaynaklarına yakın yerlerde kuruldukları için hammaddelerin taşıma mesafeleri çok kısadır.
- Hammadde işleme tesislerinde kırma işlemleri sırasında çıkan tozlar işçi sağlığını kabul edilir derecede olumsuz etkilemektedir.
- Bitümlü su yalıtım örtüsünün üretimi için gerekli temel hammadde olan bitüm doğadan temin edilirken yenilenemeyen doğal kaynaklardan petrolü kullandığından dolayı bu kaynakların azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca petrolün çıkarıldığı bölgelerde yer alan doğal yaşam bu hammaddenin zehirli etkilerinden dolayı yok olmaktadır.
- Polisülfid esaslı su yalıtım macunu ve solvent esaslı silikon taşıyıcılı su yalıtım sıvısının envanter analizi yetersiz olduğundan dolayı bu malzemelerin hammadde temini ve işlenmesi sürecindeki çevresel etkileri değerlendirilememektedir. Bu durum sonucunda incelenen üç farklı su yalıtım malzemesi ilgili yaşam döngüsü süreci dahilinde karşılaştırılmamaktadır.
- EPS ısı yalıtım levhasının hammadde temini ve işlenmesi sürecinde yer alan çevresel etkileri hakkında üretici firmanın her hangi bir bilgisi bulunmamaktadır. Yurtdışından ithal edilen hammaddelerin taşıma enerjileri fazladır.
- Cephe kaplama malzemesi üreticisi bazı firmaların (K2, K4, K9, K10) hammaddeleri başka üreticilerden sağlamaları nedeniyle bu firmaların malzemelerinin hammadde temini ve işlenmesi süreçlerinde çevreye verdikleri etkileri belirlenememektedir.
- Klinker kaplama (K6) ve poliüretan yalıtımlı lamine kompozit metal levhanın (K8) hammaddelerinin temin edildiği doğal çevrenin hava kalitesi oluşan toz ve gazlardan dolayı olumsuz etkilemektedir.
- Cephe kaplama malzemelerinin hammadde temini ve işlenmesi aşamasında işçi sağlığına olumsuz etkileri sadece K3, K5 ve K6 için değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler arasında performansı en düşük olan klinker kaplamanın (K6) oluşturduğu toz ve partiküller işçi sağlığını olumsuz etkilemektedir.

- Elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplamasının dışında kalan diğer cephe kaplama malzemelerinin hammaddelerini temin ederken ve işlerken harcanan enerjiler çok fazladır.

5.3.2 Üretim

Üretim sürecinde bir önceki süreçte de yer alan etki gruplarından ekolojik ve çevresel etkiler, insan sağlığına ve huzuruna olan etkiler ve enerjiye etkiler incelenmektedir. Bina işletmesine olan etkiler bu bölümde incelenmemektedir. Yaşam döngüsü değerlendirilen yapı malzemeleri arasında sadece **K6** hakkında bazı etki gruplarına ilişkin değerlendirmeler eksiktir (Şekil 5.3).

Etkiler		Kodlar															
		C1	C2	S1	S2	S3	II	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ekolojik/çevresel etkiler	Hava kalitesi/ atmosferik etkiler	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4	4
	Su kalitesi/ kullanılabilirlik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
	Saha ve torak etkileri/ kullanılabilirlik	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4		4	4	4	4
	Doğal kaynak azalması	1	1	2	4	4	3	4	2	2	3	3	2	4	4	4	4
	Biyolojik çeşitlilik/ doğal yaşamın yok olması	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4
İnsan sağlığı/ huzur	İşçi/ uygulayıcı sağlığı	3	3	1	4	4	4	4	3	1	3	4	1	4	4	4	4
	Bina kullanıcı sağlığı (iç hava kalitesi)																
	Toplum sağlığı ve huzuru	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Enerjiye etkiler	Üretim/ İşlem enerjisi	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4
	Taşıma enerjisi	4	4	3	2	3	1	4	3	4	3	4	1	3	4	4	4
	İşletme enerjisine etkiler																
Bina işletmesi etmenleri	Hedeflenen hizmet ömrü/ dayanıklılık																
	Bakım ve onarım gereksinimleri																
	Tekrar kullanılabilirlik/ geri dönüştürülebilirlik																

Şekil 5.3 : Üretim süreci için etki değerlendirmesi

- Yatay delikli pişmiş toprak tuğlalar üretim aşamasında enerji tüketimine bağlı olarak şehir şebekesi ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarını tüketerek çevreyi olumsuz etkilemektedir.
- Yatay delikli pişmiş toprak blok ve gazbeton blok üretim tesisleri hammadde kaynaklarına yakın yerlerde kuruldukları için hammaddelerin taşıma mesafeleri çok kısadır.
- Son ürün üretim tesislerinde kırma işlemleri sırasında çıkan tozlar işçi sağlığını kabul edilir derecede olumsuz etkilemektedir.
- Su yalıtım sıvılarının üretim aşamalarında kullandıkları hammaddeler ithal edilmektedir. Bu nedenle bu malzemelerin taşıma enerjileri fazladır. Bitümlü su

yalıtım örtüsünün çoğunluğunu yerli hammaddeler oluşturduğu için taşıma enerjisi sıvılarinkine oranla daha düşüktür.

- Su yalıtım sıvıları kısa süreli bir karıştırma işlemine bağlı olarak üretildikleri için üretim enerjileri düşüktür. Diğer taraftan, yüksek sıcaklık derecelerinde üretimi gerçekleşen bitümlü su yalıtım örtüsünün üretim enerjisi sıvılarinkine oranla çok daha fazladır.
- Su yalıtım sıvılarının üretim aşamasında işçi sağlığını tehdit edici zehirli gaz oluşumu olmazken, bitümlü su yalıtım örtüsünün yüksek sıcaklıklarda bitümleri eritmesi sonucunda çıkan gazlar işçi sağlığını olumsuz etkilemektedir.
- Üretim aşamasında, EPS genişletilirken, ekzotermik bir reaksiyon gösteren stiren monomerlerinin içindeki pentan gazı, hava ile yer değiştirerek atmosferde CO₂ ve su buharı salınmaktadır. Açığa çıkan bu gazlar doğaya zarar vermemektedir.
- Klinker kaplamanın üretim sürecinde havaya salınan toz ve partiküller havanın kalitesini olumsuz etkilemektedir.
- Hammaddelerini başka üreticilerden sağlayan lamine ve sade metal kaplamalar sadece şekil verme, boyalar ve sıvalar ise sadece karıştırma işlemiyle üretildiklerinden dolayı üretim enerjileri oldukça düşüktür. Kullandıkları az enerji sayesinde tükettikleri doğal kaynaklarda düşük seviyelerde kalmaktadır.
- Kağıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha üretilirken gerçekleşen yakma işlemi ve klinkerin üretiminde açığa çıkan tozlar işçilerin sağlığını olumsuz etkilemektedir.
- Diğer cephe kaplama malzemeleri yakın mesafelerden hammadde tedarik ederken, klinker kaplamanın kullandığı hammaddelerden bazılarının uzak mesafelerden getirilmesi sonucu taşıma enerjisi tüketimi de artmaktadır.

5.3.3 Yapım, kullanım, bakım ve onarım

Yapım, kullanım, bakım ve onarım süreçlerinde ekolojik ve çevresel etkiler, insan sağlığına ve huzuruna olan etkiler, enerjiye etkiler ve bina işletmesine olan etkiler değerlendirilmektedir. Bu sürece yönelik etki değerlendirmesinde sadece K6 ile ilgili bazı etki gruplarına ilişkin bilgilere ulaşılamamıştır (Şekil 5.4).

Etkiler		Kodlar															
		Ç1	Ç2	S1	S2	S3	II	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ekolojik/ çevresel etkiler	Hava kalitesi/ atmosferik etkiler	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Su kalitesi/ kullanılabilirlik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Saha ve torak etkileri/ kullanılabilirlik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Doğal kaynak azalması																
	Biyolojik çeşitlilik/ doğal yaşamın yok olması																
İnsan sağlığı/ huzur	İşçi/ uygulayıcı sağlığı	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4
	Bina kullanıcı sağlığı (iç hava kalitesi)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Toplum sağlığı ve huzuru																
Enerjiye etkiler	Üretim/ İşlem enerjisi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
	Taşıma enerjisi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4
	İşletme enerjisine etkiler	2	4	1	1	1	4	1	2	1	1	2	3	3	1	1	
Bina işletmesi etmenleri	Hedeflenen hizmet ömrü/ dayanıklılık	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3
	Bakım ve onarım gereksinimleri	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4
	Tekrar kullanılabilirlik/ geri dönüştürülebilirlik																

Şekil 5.4 : Yapım, kullanım, bakım ve onarım süreçleri için etki değerlendirmesi

- Çekirdek malzemeleri ısı depolama özelliklerinin yanı sıra düşük ısı iletkenlik katsayıları sayesinde ısı yalıtımına katkıda bulunarak bina işletme enerjisini düşürmektedir.
- Isı yalıtımına doğrudan katkıda bulunmayan su yalıtım malzemeleri ısı yalıtım malzemelerini koruyarak dolaylı yoldan sistemin yalıtım performansını güçlendirmektedirler. Fakat YDD anketi bazında doğrudan etkiler göz önüne alındığı için performans tablosuna yansıyan sonuçlara göre su yalıtım malzemeleri bina işletme enerjisine katkıda bulunmamaktadırlar.
- EPS ısı yalıtım levhası düşük ısı iletkenlik katsayısı sayesinde dâhil olduğu dış duvar sisteminin ısı performansını arttırmaktadır.
- Üretici firmanın verdiği bilgiye göre klinker kaplama malzemesi üretim sonrası hizmet ömrü boyunca hava kalitesini olumsuz etkilemektedir.
- Dış duvar sisteminin dış ortama bakan tarafında kullanıldıkları için cephe kaplama malzemelerinden havaya salınan gazlar iç hava kalitesini etkilememektedir.
- Isı depolama ya az ısı iletkenlik özelliği bulunmayan çoğu cephe kaplama malzemesi (K1, K2, K3, K4, K5, K9, K10) bina işletme enerjisine yeterli derecede katkıda bulunmamaktadır.
- Etki değerlendirmesine göre tüm cephe kaplama malzemeleri hedeflenen hizmet ömrünü karşılayabilecek dayanıklılığa sahip olarak üretilmektedir.

- Klinker kaplama dışında kalan cephe kaplama malzemeleri için hizmet ömrü boyunca bakıma ya da onarıma ihtiyaç duyulmamaktadır.

5.3.4 Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme

Tüm etki gruplarına ilişkin değerlendirmelerin yapıldığı tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçlerinde sadece **K6** ile ilgili bazı etki gruplarına ilişkin bilgilere ulaşılamamıştır. Şekil 5.5'te envanter analizlerine bağlı olarak ilgili etki gruplarında yapı malzemelerinin aldıkları puanlar gözlemlenmektedir.

Etkiler		Kodlar			Ç1	Ç2	S1	S2	S3	İ1	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Ekolojik/ çevresel etkiler	Hava kalitesi/ atmosferik etkiler	4	4	3	4	4	3	4	2	3	4	4	1	4	4	4	4	4	4	
	Su kalitesi/ kullanılabilirlik	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Saha ve torak etkileri/ kullanılabilirlik	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Doğal kaynak azalması																			
	Biyolojik çeşitlilik/ doğal yaşamın yok olması																			
İnsan sağlığı/ huzur	İşçi/ uygulayıcı sağlığı	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Bina kullanıcı sağlığı (iç hava kalitesi)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Toplum sağlığı ve huzuru	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	
Enerjiye etkiler	Üretim/ İşlem enerjisi	2	2	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Taşıma enerjisi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4		
	İşletme enerjisine etkiler																			
Bina işletmesi etmenleri	Hedeflenen hizmet ömrü/ dayanıklılık																			
	Bakım ve onarım gereksinimleri																			
	Tekrar kullanılabilirlik/ geri dönüştürülebilirlik	1	1	1	1	1	1	4	3	1	3	3	4	3	3	2	1			

Şekil 5.5 : Tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri için etki değerlendirmesi

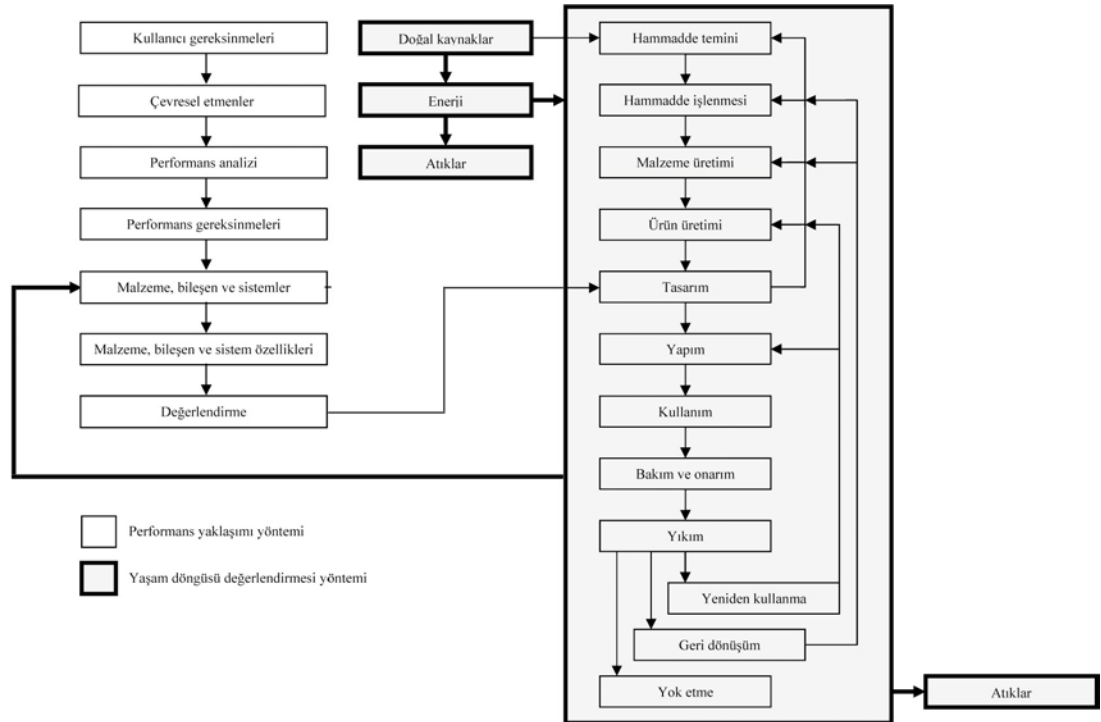
- Yüksek ısılarda pişirilmeleri sonucunda molekül yapıları değişen pişmiş toprak ve gazbeton bloklar geri dönüştürme aşamasında yüksek sıcaklıkta ısı ihtiyacına gerek duymaktadır. Firmalardan alınan bilgilere göre teknik yetersizliklerden dolayı bu süreç Türkiye’de uygulanmamaktadır. Binanın yok edilmesi sırasında malzemeler genelde harçlı bir sisteme dahil oldukları için tekrar kullanım esnasında bağlı buldukları sistemden ayrılmaları çok zordur. Bu nedenle tekrar kullanım oranları da ülkemizde düşük değerlerdedir.
- Etki değerlendirmesi sonuçlarına bakıldığında, yapıların yok edilme aşamasında ortaya çıkan atık su yalıtım malzemelerinin tekrar kullanılmadıkları ve geri dönüşümlerinin üreticiler tarafından dikkate alınmadığı gözlemlenmektedir.
- Atık EPS ısı yalıtım levhaları toplanıp öğütülerek farklı kullanım sahalarında (toprağı havalandırma v.s) kullanılabilirler. Fakat bu levhaların geri dönüşümü

Türkiye’de mümkün olmadığı için her yeni ihtiyaç karşısında yenilenemeyen enerji kaynakları tekrar kullanılmaktadır.

- Metal levhalı kaplamalar, cam takviyeli plastik ve klinker kaplama (K1, K2, K6, K7, K8) rahatça geri dönüştürülebilirken, kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha, akrilik esaslı dış cephe boyası (K3, K9) ve kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva (K10) uygulandıktan sonra tersine reaksiyon gösteremedikleri için geri dönüştürülemezlerdir.
- Cephe kaplama malzemelerinden sadece klinker kaplama tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçlerinde hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. Klinker kaplamanın bu süreçlere ait diğer çevresel etkileri hakkında üretici firma bilgi vermemektedir.

6. MARMARA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRİLMİŞ YAPI MALZEMELERİ İLE DIŞ DUVAR SİSTEMİ TASARIM SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde, YDD anketi ile bölüm 5'te çevresel performansları değerlendirilmiş yapı malzemeleri, bölüm 4'te oluşturulmuş dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde bir araya getirilerek sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarım seçeneklerinin oluşturulması ve değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda, ilk olarak, Marmara Bölgesi'nde üretilen yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özellikleri ortaya konarak, ilgili yapı malzemelerinin yer aldığı dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri incelenmektedir. Ardından, oluşturulmuş katmanlaşma modellerinde yer alan tüm bileşenlerin her bir çevresel etmen karşısındaki performansları değerlendirilerek düzgün çalışan sistemler ortaya konmaktadır. Bir sonraki adımda, elde edilen dış duvar sistemi tasarımlarının çevresel performansları değerlendirilmektedir. Son olarak elde edilen sonuçlara göre sürdürülebilir dış duvar sistemleri tanımlanmaktadır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 : Sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarım yöntemleri

6.1 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleri ile Dış Duvar Sistemi Tasarımı için Katmanlaşma Modellerinin oluşturulması

Türkiye, Marmara Bölgesi'nde üretilen yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin, Bölüm 4.5'te bahsi geçen malzeme özellikleri şekil 6.2'de yer almaktadır. Yapı malzemelerinin özelliklerinin belirlenmesi sayesinde bölüm 4.6'da yer alan dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinin bileşenleri belirlenebilmektedir. Belirli yapı malzemeleri ile yeniden oluşturulan dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri, su buharı akımını kontrol altına almak amacıyla su buharı geçirimli ve geçirimsiz duvarlar olarak iki grup altında incelenirken, oluşturulan dış duvar sistemleri katmanlaşma modellerinin yükler, rüzgarla itilen yağmur suyu, güneş ışınlamayı ve iç ortam ile dış ortam arasındaki hava sıcaklık farkı gibi çevresel etmenler karşısındaki performansları su buharı kontrolü ile ilgili gruplar altında incelenmektedir.

Katmanlaşma modellerinde incelenen malzeme özellikleri, malzemenin boyutları, birim hacim kütlesi (kg/m^3), ısı iletkenlik hesap değeri ($\lambda: \text{W/mK}$), su buharı difüzyon direnç faktörü (μ), su buharı difüzyonu-eşdeğer hava tabakası kalınlığı ($S_d:m$), su emme oranı, su geçirmezlik özelliği, basınç ve çekme dayanımıdır (kg/cm^2). İncelenen yapı malzemelerinin güneş ışınlamayı yansıtma oranlarına, su geçirmezlik ve hava geçirgenlik değerlerine ulaşamamıştır. Bu nedenle güneş ışınlamayı yansıtma oranı, su geçirmezlik değeri ve hava geçirgenlik değeri bilgileri şekil 6.2'de yer almamaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin yukarıda yer alan özelliklere karşılık gelen değerleri, malzeme üretici firma kataloglarından ve ilgili standartlardan temin edilmiştir. Birim hacim kütlesi, ısı iletkenlik hesap değeri ve su difüzyon direnç faktörünün belirlenmesi için TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartı'ndan faydalanılmıştır.

Şekil 6.2'de yer alan,

- yatay delikli pişmiş toprak blok (Ç1) ve
- donatısız gazbeton duvar bloğu (Ç2) matematiksel modeller sonucu hesaplanan yükler etkisi altında gerekli mekanik dayanımı göstererek dış duvar sistemlerine istenilen düzeyde taşıyıcılık özelliği kazandırmaktadır.

Kodlar	Firma Numarası	Malzemeler	Birim hacim kütlesi	Kalınlık	Isı iletkenlik hesap değeri	Su buharı difüzyon direnç faktörü	Su buharı difüzyonu-eşdeğer hava tabakası kalınlığı	Su emme oranı	Su geçirmezlik	Basınç dayanımı	Çekme dayanımı	Referans
			<i>kg/m3</i>	<i>m</i>	<i>λ: W/mK</i>	<i>μ</i>	<i>Sd: m</i>	<i>%</i>	<i>geçirimli / siz</i>	<i>N/mm2</i>	<i>N/mm2</i>	
Ç1	1	Yatay delikli pişmiş toprak bloklar	574	0,135	0,33	5	0,675	?	?	?	?	TS 825
Ç2	2	Donatısız gazbeton duvar blokları	400	0,135	0,11	5	0,675	?	?	?	?	TS 825
S1	3	APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	?	0,003	yok	20000	60	-	geçirimsiz	?	?	Firma kataloğu
S2	4	Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	1600	?	?	?	?	geçirimsiz	?	?	?	Firma kataloğu
S3	5	Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvası	890	?	?	geçirgen	geçirgen	geçirimsiz	?	?	?	Firma kataloğu
I1	6	Genleştirilmiş polistren levha (EPS)	16	0,04	0,04	20	0,8	5,0%	geçirimsiz	?	?	TS 825
K1	7	Metal levha (düz, oluklu, trapez)	7800	0,001	yok	∞	∞	0,0%	geçirimsiz	-	-	Firma kataloğu
K2	8	Cam takviyeli plastik levha	14000	0,003	0,25	?	?	0,3%	?	196	71	Firma kataloğu
K3	9	Kâğıt taşıyıcı bitüm emdirilmiş oluklu levha	1100	0,003	0,19	2000	6	?	geçirimsiz	-	-	TS 825
K4	10	Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	1900	0,012	1	50	0,6	15,0%	geçirimsiz	50	5	Firma kataloğu
K5	11	Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	1400	0,01	0,18	250	2,5	30,0%	geçirgen	30	2	Firma kataloğu
K6	12	Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	1920	0,02	0,96	5	0,1	0,5%	?	?	?	Firma kataloğu ve TS 825
K7	13	Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Cy:100	0,05	0,035	∞	∞	0,0%	geçirimsiz	?	?	Firma kataloğu
K8	14	Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Pur:40	0,05	0,02	∞	∞	0,0%	geçirimsiz	?	?	Firma kataloğu
K9	15	Akrilik esaslı dış cephe boyası	1600	-	?	geçirgen	?	?	?	-	-	Firma kataloğu
K10	16	Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	1900	-	1	15	0,03	?	?	-	-	TS 825

Cy: Cam yünü, Pur: Poliüretan, ?: Bilinmiyor, ∞: Aranan özelliği yeterli derecede karşılıyor -: değer yok ya da çok küçük

Şekil 6.2 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özellikleri

Şekil 6.2’de yer alan yapı malzemelerinin su emme oranları dikkate alındığında,

- APP katkılı bitümlü örtü (S1),
- polisülfid esaslı su yalıtım macunu (S2) ve
- solvent esaslı silikon katkılı sıvı (S3) malzemeleri sadece su yalıtım malzemesi olarak değerlendirilken,
- metal levha (K1),
- kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha (K3),
- taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K7) ve
- poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K8) malzemeleri dış kaplama özelliği de gösteren su yalıtım malzemeleri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca,
- cam takviyeli plastik levha (CTP) (K2) ve
- Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker) (K6) gibi dış kaplama malzemelerinin su emme oranları dikkate alındığında bu malzemeler su geçirmez olarak kabul edilmektedir.

Şekil 6.2’de hava geçirgenlik değeri düşük olan yapı malzemeleri aynı zamanda dış kaplama malzemeleridir;

- metal levha (K1),
- taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K7) ve
- poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levhadır (K8).

Şekil 6.2’de yer alan ısı iletkenlik hesap değerlerine bakıldığında ise,

- genleştirilmiş polistren levha (EPS) (I1),
- taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K7) ve

- *poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K8)* malzemeleri, ısı yalıtım malzemesi görevi üstlenmektedir.

Şekil 6.2’de yer alan su buharı difüzyonu-eşdeğer hava tabakası kalınlığına (S_d) bağlı olarak,

- *metal levha (K1)*,
- *taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K7)* ve
- *poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K8)* malzemeleri su buharı geçirimsiz,
- *APP katkılı bitümlü örtü (S1)* ve
- *kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha (K3)* malzemeleri de su buharı geçirimsizliğini sağlamak için yeterli dirence sahip malzemeler olarak kabul edilmektedir.

Güneş ışınımını soğurmak amacıyla,

- Koyu kaplama rengine sahip *metal levha (K1)*,
- *taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K7)* ve
- *poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha (K8)* malzemeleri kullanılmaktadır.

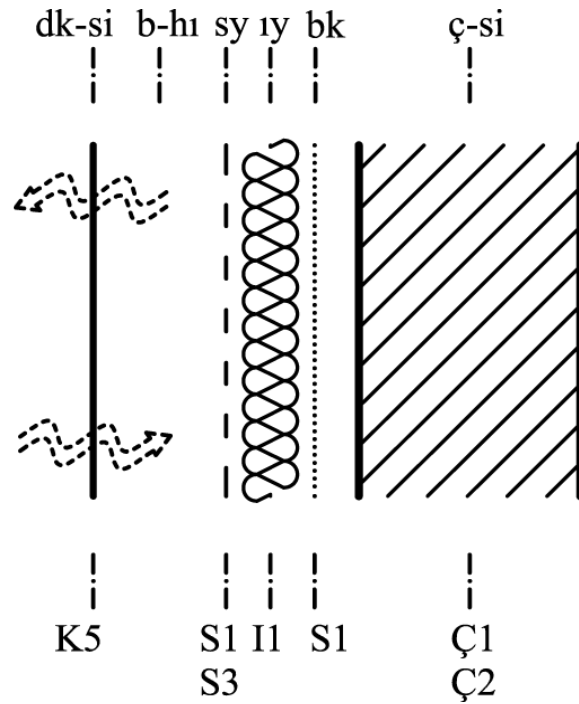
Şekil 6.2’deki özelliklerden de anlaşıldığı üzere **K7** ve **K8** gibi bazı malzemeler bir den çok performans gereksinmesini karşılamaktadır. Fakat her duvar bünyesinde belirli katmanlarda kullanılmak üzere üretildiğinden her katmanda kullanılamamaktadır. Örneğin **K7** ve **K8** dış kaplama oldukları için, ısı yalıtım özelliği gösterdikleri halde duvar bünyesinde kullanılamazlar. Benzer bir şekilde, **S1**, hem suya hem de su buharına karşı dirençlidir. Fakat iç ortamda kullanılmak üzere üretilmediğinden sadece duvar dış yüzeyinde ve duvar bünyesinde kullanılabilir.

Şekil 6.2’de yer alan, malzeme özellikleri belirli yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile oluşturulabilecek tüm dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri su buharı geçirimli ve geçirimsiz olarak iki grup altında Ek B.3’te yer almaktadır. Ek

B.3'te yer alan katmanlaşma modellerinden **1.5.1.1** kodlu *havalandırılmalı boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar* örneği şekil 6.3'te incelenmektedir.

Şekil 6.3'te yer alan dış duvar sisteminin yükler etkisi altında taşıyıcılık özelliği kazanması için **Ç1** ve **Ç2** kodlu bileşenler çekirdek görevi üstlenmektedir. Çekirdek bileşeni, matematiksel hesaplamalar sonucunda belirlenen yükler karşısında gerekli görülen mekanik dayanıma sahip olmalıdır.

Havalandırılmalı boşluklu dış duvar sisteminde su emme oranı düşük dış kaplamalar kullanıldığı için rüzgarla itilen yağmur suyunun kontrolü için su emme oranı sıfır ya da sıfıra çok yakın ve/veya ayırdığı iki ortam arasındaki hidrolik basınç farkı sonucunda bünyesinde su akımı oluşmadığından dolayı su geçirmez kabul edilen su yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Şekil 6.3'te, **K5** kodlu su emme oranı yüksek olan bir malzeme dış kaplama malzemesi olarak kullanılırken, su geçirimsiz kabul edilecek kadar düşük su emme oranı olan **S3** ve iki ortam arasındaki hidrolik basınç farkı sonucunda bünyesinde su akımı oluşmayan **S1** kodlu malzemeler su yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Şekil 6.3 : Havalandırılmalı boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar (Ek B.3, 1.5.1.1)

İç ortam ve dış ortam hava sıcaklık farkına bağlı olarak iç ortam kullanıcı gereksinmelerine bağlı ısı kayıpları ve kazançları kontrol altına alınmalıdır. Bu

nedenle, bu tez kapsamında tasarlanan dış duvar sistemleri, İstanbul için gerekli görülen ısı geçirgenlik değeri olan $0,6 \text{ w/m}^2\text{K}$ 'nin altında kalmalıdır. Şekil 6.3'te iletim yoluyla ısı geçişini kontrol altına alarak gerekli görülen ısı geçirgenlik değerini karşılamak için çekirdeğin dış yüzeyinde **I1** kodlu ısı iletim malzemesi kullanılmaktadır.

Şekil 6.3'te yer alan dış duvar sisteminin güneş ışıını etkisi altında ısı performansı seçilen kaplama malzemelerinin güneş ışıını yansıtıcılık oranlarıyla da ilgilidir. Fakat bu tez kapsamında incelenen yapı malzemelerinin güneş ışıını yansıtıcılık oranları değerleri yoktur. Bu nedenle açık renkli ve pürüzsüz yüzeyli malzemelerin güneş ışıını yansıtıcılık oranları yüksek kabul edilirken, koyu renkli ve pürüzlü yüzeye sahip malzemelerin güneş ışıını yansıtıcılık oranları düşük kabul edilmektedir. Şekil 6.3'te güneş ışıını etkisi altında kalan **K5**'in dış yüzeyi açık renkli ve pürüzsüz kabul edilmektedir.

Bu tez kapsamında katmanlaşma modellerine sahip dış duvar sistemleri İstanbul iklim şartlarına göre değerlendirilmektedir. Ts 825'e (2005) göre İstanbul ili tüm yıl boyunca %70-80 arası ortalama bağıl neme sahip olduğu için dış duvar sistemlerinin binalarda iç ve dış ortam arasında su buharının her iki tarafa doğru da aktığı varsayılmaktadır. Şekil 6.3'te, dış ortamdan iç ortama akan su buharı havalandırılmalı boşluk tabakasından ileriye geçmemektedir. Bu nedenle, bu yönde akan su buharı için buhar kesici ek bir malzeme kullanılmamalıdır. İç ortamdan dış ortama doğru akabilecek su buharını kontrol altına almak için de su buharı difüzyonu-eş değer hava kalınlık " S_d " değeri 60 m olan **S1** kodlu su buharına karşı dirençli malzeme tercih edilmektedir.

Dış duvar sisteminin U değerinin artırılması amacıyla kalınlığında değişiklik yapılan malzemelerin S_d değerleri de kalınlığa bağılı olarak değişecektir. Bu nedenle tüm sistemde su buhar basınç farkına bağılı olarak tekrar bir yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Bu tez kapsamında değerlendirilen ısı yalıtım malzemesi EPS'dir. 4 cm'lik EPS'nin S_d değeri 0,8 iken, kalınlığı arttırılınca bu değer de artmakta ve EPS su buharına karşı daha dirençli olmaktadır. Tüm sistemler için eşit kalınlıkta malzemeler kullanarak sistemler arasında karşılaştırma yapabilmek için bu tez kapsamında EPS'nin ve diğer yapı malzemelerinin kalınlıkları sabit tutulmaktadır.

Ek B.3'te belirli çevresel etmenler etkisi altında şekil 6.3 örneğinde olduğu gibi belirli performansları karşılaması gereken yapı malzemelerinin kullanıldığı dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri yer almaktadır. Bir sonraki bölümde Ek B.3'te yer alan dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde kullanılan yapı malzemelerin her bir çevresel etmen altında performansları incelenmektedir.

6.2 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleri ile Dış Duvar Sistemi Tasarımı için Katmanlaşma Modellerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde malzeme özellikleri ve yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleriyle tasarlanan dış duvar sistemi katmanlaşma modellerini oluşturan malzemelerin, bileşenlerin ve sistemlerin rüzgarla itilen yağmur suyu, iç ve dış ortam arasındaki hava sıcaklık ve su buharı basınç farkları gibi çevresel etmenler karşısındaki performansları değerlendirilmektedir. Bir önceki bölümde de anlatıldığı üzere, bu tez kapsamında incelenen yapı malzemelerinin güneş ışınımı yansıtıcılık oranları değerlerine ulaşamadığından, incelenen yapı malzemelerinin yüzey özelliklerinin güneş ışınımı etkisi altında sistem gereksinmelerini karşıladığı varsayılmaktadır. Ayrıca bu tez kapsamında değerlendirilen dış duvar sistemleri için matematiksel hesaplamalar sonucu belirlenen her hangi bir taşıyıcılık değeri belirtilmediğinden dolayı, sistem üzerine gelen yükler çekirdek bileşenine ulaşmaya kadar incelenen tüm yapı malzemelerinin gerekli mekanik dayanıma sahip oldukları varsayılmaktadır. Bu nedenle ilerleyen bölümlerde güneş ışınımı yansıtıcılık oranına ve mekanik dayanıma bağlı malzeme özellikleri değerlendirme kapsamı dışında tutulmaktadır.

Değerlendirilmiş katmanlaşma modellerinin tümü, TS 825'te (2005) İstanbul için gereksinim duyulan dış duvar ısıl geçirgenlik değerini karşılamaktadır. Dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde yer alan bileşenlerin ısıl geçirgenlik direçleri "R" ve tüm sistemin ısıl geçirgenlik değeri "U" Ek B.4'te her bir modelin altında ayrıca yer almaktadır.

On altı adet, malzeme özellikleri belirli yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemesi arasında

- S2 kodlu polisülfid esaslı su yalıtım macunu,

- K9** kodlu akrilik esaslı dış cephe boyası ve
- K10** kodlu kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva, dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi sırasında kullanılmamıştır.
- S2** su yalıtım macunu **K4, K5 ve K6** gibi dış kaplama malzemelerinin birleşim derzlerinde kullanılarak dış kaplama katmanının su yalıtımında süreklilik sağlamaktadır. Fakat, **S2**'nin S_d değeri bilinmediği için bu malzemenin su buharına karşı direnci ile ilgili herhangi bir karar alınamamaktadır. Bu nedenle, bu malzeme katmanlaşma modelleri değerlendirilirken kapsam dışında tutulmaktadır.
- K9** ve **K10**'un su emme oranları hakkında yeterli bilgiye ulaşılamamıştır. Buna bağlı olarak, dış kaplama malzemelerinin su geçirimli ve su geçirimsiz olarak ayrıldığı katmanlaşma modellerinde **K9** ve **K10**'un hangi özelliğe sahip olduğu hakkında bir karar verilememektedir. Bu nedenle, bu iki malzeme katmanlaşma modelleri değerlendirilirken kapsam dışında tutulmaktadır.

S1'in 60 m ve **K3**'ün 6 m olan S_d değeri, su buharı geçirimli dış duvar sistemlerinde diğer yapı malzemelerine oranla su buharı basıncına karşı dirençli bir katman oluşturmaktadır. Bu nedenle bu malzemeler su buharına dirençli kabul edilerek, su buharı geçirimsizlik istenilen katmanlarda kullanılmaktadır.

Değerlendirilen dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri, iç ve dış ortam arasındaki su buharı basınç farkları etkisi altında su buharı geçirimli ve su buharı geçirimsiz olarak iki gruba ayrılırken katmanlaşma modellerinin diğer çevresel etmenler etkisi altındaki performansları her iki grup için de değerlendirilmektedir (Ek B.4). Su buharı geçirimli dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi sırasında **Ç1, Ç2, S3, I1, K1, K2, K4, K5, K6, K7 ve K8** kodlu yapı malzemeleri kullanılırken, su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi sırasında **Ç1, Ç2, S1, I1, K1, K3, K4, K5, K6, K7 ve K8** kodlu yapı malzemeleri kullanılmaktadır.

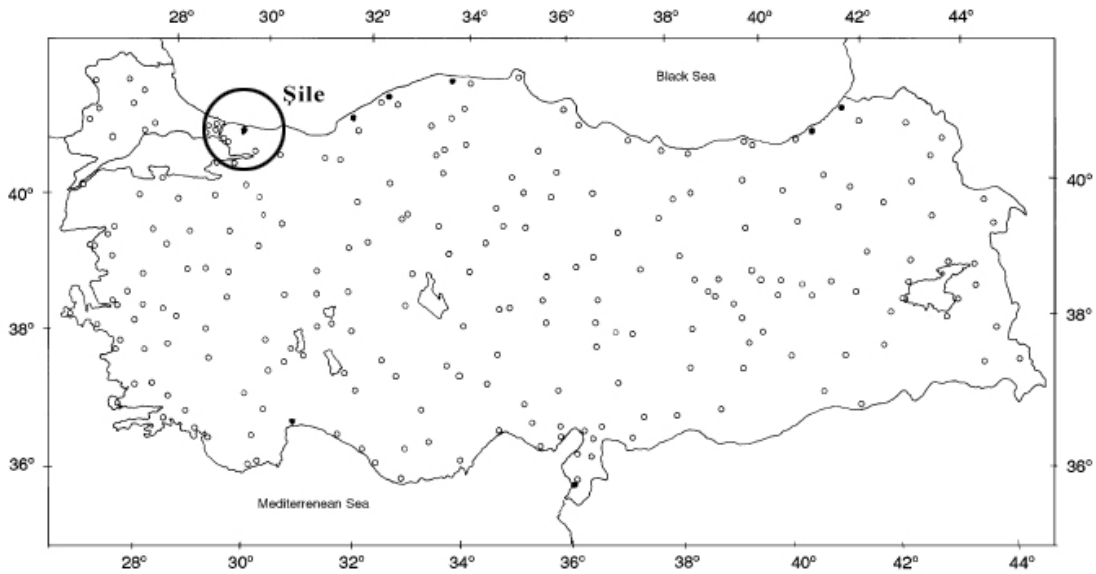
6.2.1 Su buharı geçirimli dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi

Malzeme özellikleri ve yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleriyle tasarlanan dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri arasında *yüzey geçirimsiz*

duvarlar, havalandırmaz boşluklu duvarlar ve havalandırılmalı boşluklu duvarlar su buharı geçirimli dış duvar sistemi tasarımları olarak değerlendirilmektedir. *Kütle duvarda* yağmur suyu etkisi altında hasar oluşmaması için duvarın hemen kuruması gerekmektedir. Bu nedenle, bu tez kapsamında İstanbul'un RİY göstergelerine bakılmalıdır. Şekil 6.4'te Türkiye RİY göstergeleri yer almaktadır.

Şahal'a (2005) göre, 1994 ve 2003 arasında yapılan ölçümler sonucunda İstanbul'da Şile dışında kalan bölgelerde yer alan dış duvar sistemi tasarımları için RİY tehlike oluşturmamaktadır (Şekil 6.4). Fakat, küresel ısınma sonucu yaşanan iklim değişiklikleri nedeniyle, 2003 yılından sonraki on yıllar için RİY miktarı ile ilgili değerlerin artacağı varsayılmaktadır. Bu nedenle *kütle duvar tasarımları* İstanbul için uygun görülmemektedir.

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak su geçirimli ve buhar difüzyonuna açık bir dış kaplama malzemesi tez kapsamında yer almadığından buhar geçirimli *iç drenaj sistemli dış duvarlara* ait katmanlaşma modelleri değerlendirilmemektedir. Ayrıca, hem su geçirimli hem de buhar difüzyonuna açık olan yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin hava geçirgenlik değerleri ile ilgili bir bilgiye ulaşılamadığından hava kesici malzemelerin yer alması gereken *basınç dengeli dış duvar sistemlerine* ait katmanlaşma modelleri de değerlendirme dışında tutulmaktadır.



Şekil 6.4 : Türkiye' rüzgarla itilen yağmur suyuna maruz kalan bölgelerin haritası (Şahal, 2005).

Su buharı geçirimli dış duvar sistemi tasarımları için seçilecek yapı malzemeleri su buharı basıncı etkisi altında buhar difüzyonuna açık olmalıdır. Bu nedenle öncelikle seçilen malzemeleri su buharı difüzyonu-eş değer hava tabakası kalınlık değerleri “ S_d ” incelenir. Bu bölüm dahilinde yer alan **Ç1, Ç2, S3, I1, K1, K2, K4, K5, K6, K7 ve K8** kodlu yapı malzemelerinin S_d değerleri şekil 6.2’de ve Ek B.4’te yer almaktadır.

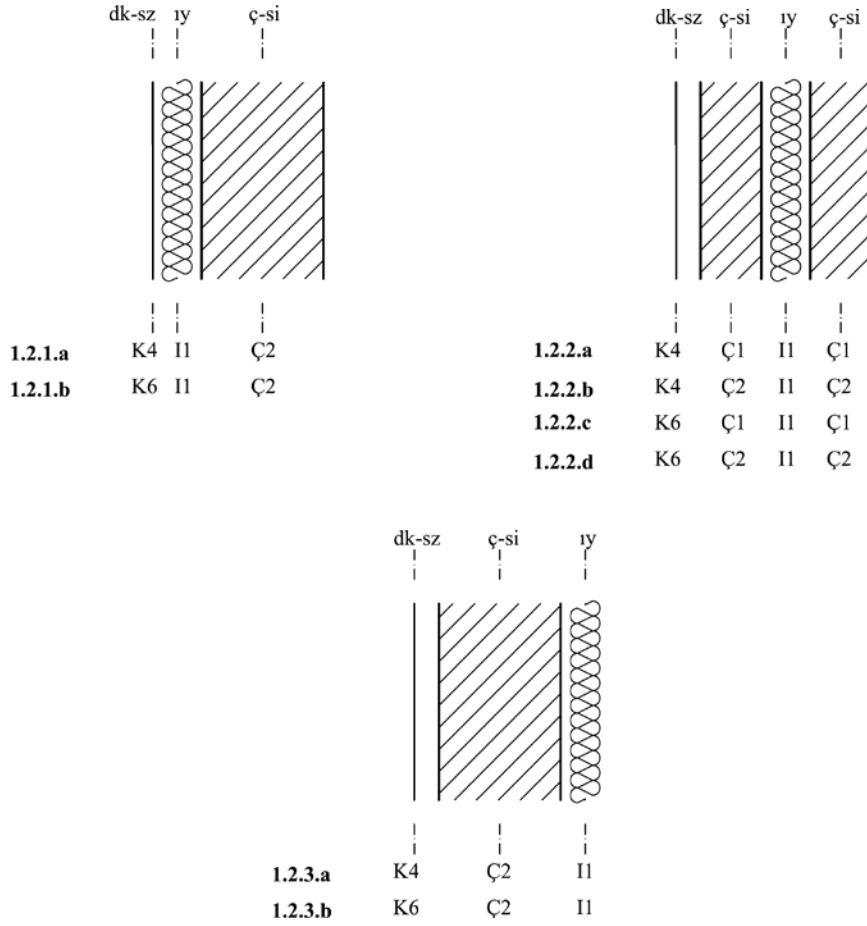
Bu bölümde, **S3** ve **K6** dışında kalan yapı malzemelerinin S_d değeri 0,5 m’nin üstünde olduğu için bu malzemeler su buharı difüzyonuna karşı dirençli fakat tam geçirimsiz değildirler. Fakat bu malzemeler arasından **Ç1, Ç2, I1** ve **K4**’ün S_d değeri eşik değeri olan 0,5 m’ye çok yakın olduğu için bu malzemeler su buharı geçirimli kabul edilmektedir.

Pasif sistemli duvarlarda yer alan su buharı geçirimsiz **K1, K7** ve **K8** ve hava tabakalı sistemlerde yer alan su buharı difüzyon faktörü bilinmeyen **K2**, iç ve dış ortamdan gelebilecek su buharı basıncı etkisi altında olmadıkları için su buharı geçirimli sistemlerde kullanılmaktadır.

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak on iki adet yüzey geçirimsiz buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.5). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, ısı yalıtımı olarak **I1** ve dış kaplama olarak **K4** ve **K6** kullanılmaktadır.

Şekil 6.5’te **1.2.1.a** ve **1.2.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin dış yüzeyinde, **1.2.2.a**, **1.2.2.b**, **1.2.2.c** ve **1.2.2.d** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin bünyesinde ve **1.2.3.a** ve **1.2.3.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin iç yüzeyinde yer almaktadır. %0,5 olan su emme oranı düşük olduğu için **1.2.1.b**, **1.2.2.c**, **1.2.2.d**, ve **1.2.3.b**’de yer alan **K6** kodlu klinker dış kaplama su geçirimsiz kabul edilmektedir.

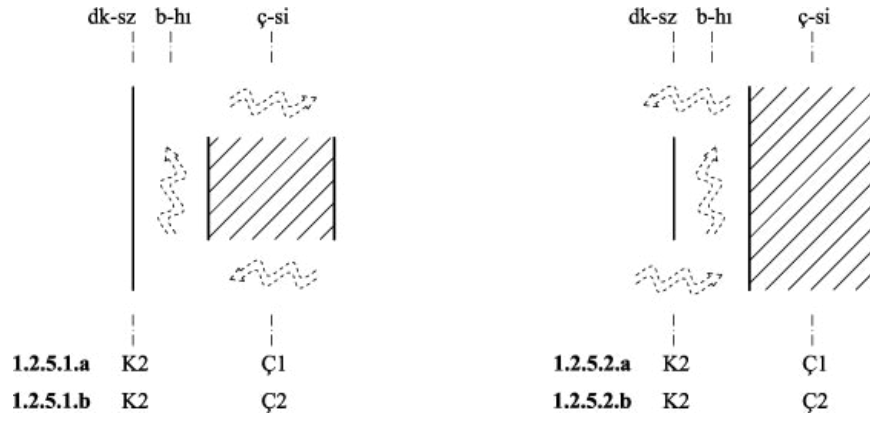
Şekil 6.5’te yer alan katmanlaşma modelleri yüzey geçirimsiz dış duvar sistemlerine ait oldukları için bu modellerde yer alan su geçirimsiz **K4** ve **K6** kodlu dış kaplama malzemeleri rüzgarla itilen yağmur suyunun etkisine karşı ısı yalıtımı ve çekirdek malzemelerini korumaktadır. Bu nedenle şekil 6.5’te yer alan **Ç1, Ç2** kodlu çekirdek malzemelerinin ve **I1** kodlu ısı yalıtım malzemesinin su emme oranları dikkate alınmamaktadır. Şekil 6.5’teki dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde yer alan bileşenlerin tümü su buharı geçirimli kabul edilmektedir.



Şekil 6.5 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile yüzey geçirimsiz su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak yaz ve kış ayları için ikişer adet ısı depolamalı yüzey geçirimsiz buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.6). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2** ve dış kaplama olarak **K2** kullanılmaktadır.

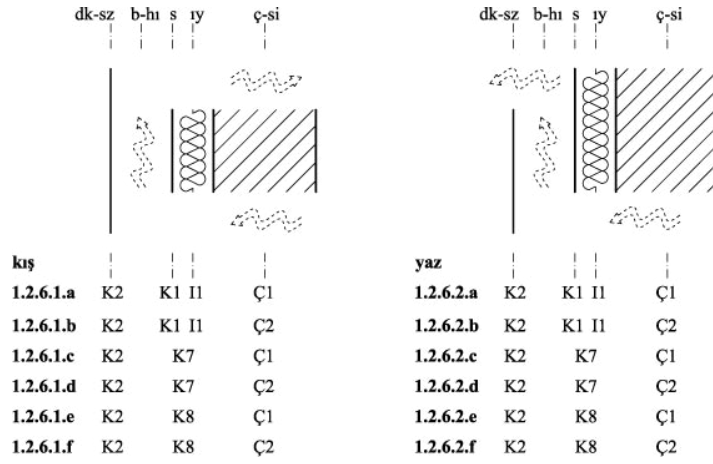
Şekil 6.6'da **1.2.5.1.a** ve **1.2.5.1.b** kodlu modeller kış mevsimi için, **1.2.5.2.a** ve **1.2.5.2.b** kodlu modeller de yaz mevsimi için kullanılmaktadır. Her iki mevsim türü için kullanılan katmanlaşma modellerinin tümünde yer alan çekirdek katmanı ısı depolama özelliğine sahip olmalıdır. Bu nedenle diğer sistemlerde yer alan çekirdek katmanlarından daha kalındır. **Ç1** ve **Ç2**'nin kalınlıkları dış duvar sistemlerinin ısıl geçirgenlik değerine bağlı olarak değişmektedir. Isıl geçirgenlik değerleri TS 825'te belirtilenden farklı bir hesaplama yöntemi gerektirdiği için bu tez kapsamında hem şekil 6.6 hem de şekil 6.7'deki pasif sistemli duvarların ısıl geçirgenlik değerleri dikkate alınmamıştır.



Şekil 6.6 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile ısı depolamalı, yüzey ve su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

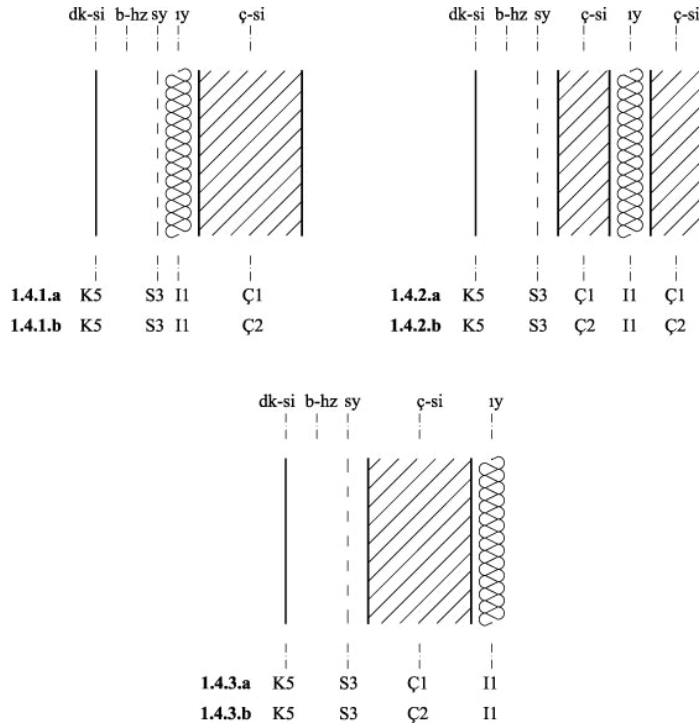
Şekil 6.6 ve şekil 6.7’de yer alan katmanlaşma modelleri yüzey geçirimsiz dış duvar sistemlerine ait oldukları için bu modellerde yer alan **K2** kodlu dış kaplama malzemesi rüzgarla itilen yağmur suyunun etkisine karşı ve **Ç1**, **Ç2**, **I1**, **K1**, **K7** ve **K8**’i korumaktadır. Devamlı havalandırılan bir boşluk tabakasına bağlı bulunduğu için iç yüzeyi devamlı kuru kalan **K2**, yüzde üç olan su emme oranıyla su geçirimsiz bir dış kaplama olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle şekil 6.6 ve şekil 6.7’de yer alan **Ç1**, **Ç2** kodlu çekirdek malzemelerinin ve sadece şekil 6.7’de yer alan **I1** kodlu ısı yalıtım malzemesinin, **K1** kodlu soğurucu malzemenin ve **K7** ve **K8** kodlu hem ısı yalıtım hem de soğuruculuk özelliği olan kompozit malzemelerin su emme oranları dikkate alınmamaktadır.

Isı depolamalı ve termosifon sistemli yüzey geçirimsiz buhar geçirimli dış duvar sistemleri taşınım yoluyla ısı alışverişinde bulunurlar. Sadece termosifon sistemde duvar çekirdeğinin ısınmasını engellemek için ısı yalıtım malzemesi kullanılmaktadır. Fakat bu malzeme, termosifon sistemli dış duvar sisteminin ısıl geçirgenlik direncini etkilememektedir. Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak yaz ve kış ayları için altışar adet termosifon sistemli yüzey geçirimsiz buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.7). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, ısı yalıtımı olarak **I1**, soğurucu olarak **K1**, hem ısı yalıtımı hem de soğurucu olarak **K7** ve **K8** ve dış kaplama olarak **K2** kullanılmaktadır. Şekil 6.7’de **1.2.6.1.a**, **1.2.6.1.b**, **1.2.6.1.c**, **1.2.6.1.d**, **1.2.6.1.e** ve **1.2.6.1.f** kodlu modeller kış mevsimi için, **1.2.6.2.a**, **1.2.6.2.b**, **1.2.6.2.c**, **1.2.6.2.d**, **1.2.6.2.e** ve **1.2.6.2.f** kodlu modeller de yaz mevsimi için kullanılmaktadır.



Şekil 6.7 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile termosifon sistemli, yüzey ve su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

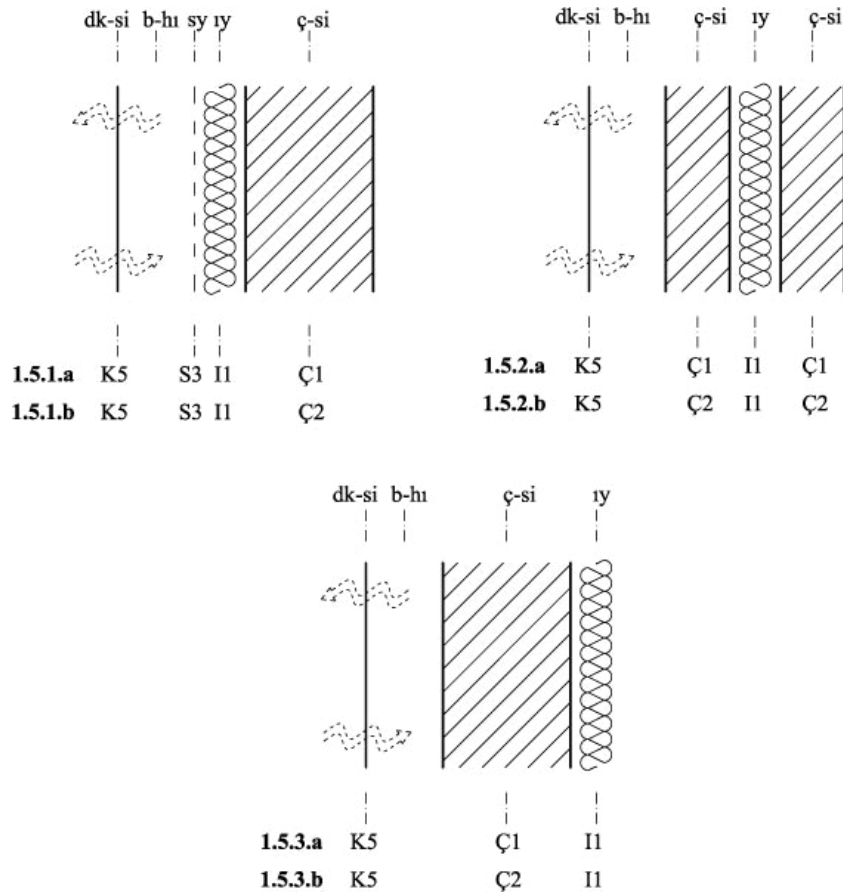
Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak altı adet havalandırmasız boşluklu buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.8). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak Ç1 ve Ç2, su yalıtımı olarak S3, ısı yalıtımı olarak II ve dış kaplama olarak K5 kullanılmaktadır.



Şekil 6.8 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırmasız boşluklu su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

Şekil 6.8’de 1.4.1.a ve 1.4.1.b kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin dış yüzeyinde, 1.4.2.a ve 1.4.2.b kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin bünyesinde ve 1.4.3.a ve 1.4.3.b kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin iç yüzeyinde yer almaktadır. RİY etkisi altında su geçirimli olan dış kaplama malzemesi **K5**’in bünyesinden geçerek duvar çekirdeğine doğru ulaşmaya çalışan yağmur suyu, su emme oranı belirtilmeyen fakat üretici firma tarafından su geçirimsiz olarak nitelendirilen su yalıtım malzemesi **S3**’den geçemez. Bu nedenle **Ç1**, **Ç2** ve **II**’in su emme oranları havalandırmasız boşluklu katmanlaşma modelleri için göz ardı edilmektedir. **K5** RİY etkisi altında gerekli dayanımı göstermelidir.

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak altı adet havalandırılmalı boşluklu buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.9). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, su yalıtımı olarak **S3**, ısı yalıtımı olarak **II** ve dış kaplama olarak **K5** kullanılmaktadır.



Şekil 6.9 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırılmalı boşluklu su buharı geçirimli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

Şekil 6.9'da **1.5.1.a** ve **1.5.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin dış yüzeyinde, **1.5.2.a** ve **1.5.2.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin bünyesinde ve **1.5.3.a** ve **1.5.3.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdeğin iç yüzeyinde yer almaktadır. Isı yalıtımı olarak kullanılan **I1**, TS 825'e göre su geçirimsiz kabul edilmektedir. Fakat **I1**'in uygulaması sırasında ısı yalıtım plakları arasında oluşacak derzlerden yağmur suyunun geçişini önlemek ve çekirdeği yağmur suyu etkisine bağlı olarak güvenli tarafta tutmaki için Şekil 6.9'da **1.5.1.a** ve **1.5.1.b** kodlu modellerde su yalıtımı **S3** kullanılmaktadır. Isı yalıtımı **I1**'in diğer katmanlarda yer aldığı modellerde ise çekirdek katmanını oluşturan **Ç1** ve **Ç2** ısı yalıtımını RİY'e karşı korumaktadır. Bu nedenle ısı yalıtımının çekirdeğin bünyesinde ve iç tarafında yer aldığı katmanlaşma modellerinde **Ç1** ve **Ç2**, RİY etkisi altında kalmaktadır. Diğer taraftan, havalandırılmalı boşluk tabakası, yağmur yağarken duvar çekirdeğine gelen yağmur suyunu azalttığı ve yağmur bittiği zaman duvar çekirdeğinin kurummasına yardımcı olduğu için RİY etkisi altında **Ç1** ve **Ç2**'nin su emme oranları havalandırılmalı boşluklu katmanlaşma modelleri için göz ardı edilmektedir. **Ç1** ve **Ç2** RİY etkisi altında gerekli dayanımı göstermelidir.

6.2.2 Su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarımı için katmanlaşma modellerinin değerlendirilmesi

Malzeme özellikleri ve yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleriyle tasarlanan dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri arasında *yüzey geçirimsiz duvarlar*, *iç drenaj sistemli duvarlar*, *havalandırmasız boşluklu duvarlar* ve *havalandırılmalı boşluklu duvarlar* su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarımı olarak değerlendirilmektedir. RİY etkisi altında *kütle duvarlar* istenilen performans gereksinmelerini karşılayamadıkları için su buharı geçirimsiz sistemler için oluşturulan katmanlaşma modellerinde değerlendirme dışında kalmışlardır. Ayrıca, hem su geçirimli hem de buhar difüzyonuna açık olan yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin hava geçirgenlik değerleri ile ilgili bir bilgiye ulaşılamadığından hava kesici malzemelerin yer alması gereken *basınç dengeli dış duvar sistemlerine* ait katmanlaşma modelleri de değerlendirme dışında tutulmaktadır.

Su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarımları için seçilecek yapı malzemeleri su buharı difüzyonuna karşı yeterli derecede dirençli olmalıdır. Mevcut yaşam döngüsü

değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak çekirdek iç yüzeyinde kullanılmak üzere buhar difüzyonuna karşı yeterli derecede dirençli alüminyum folyo ya da alçı plak gibi bir yapı malzemeleri bu tez kapsamında yer almadığından dolayı ısı yalıtımının çekirdeğin iç yüzeyinde olduğu sistemlere ait katmanlaşma modelleri değerlendirme dışında tutulmaktadır.

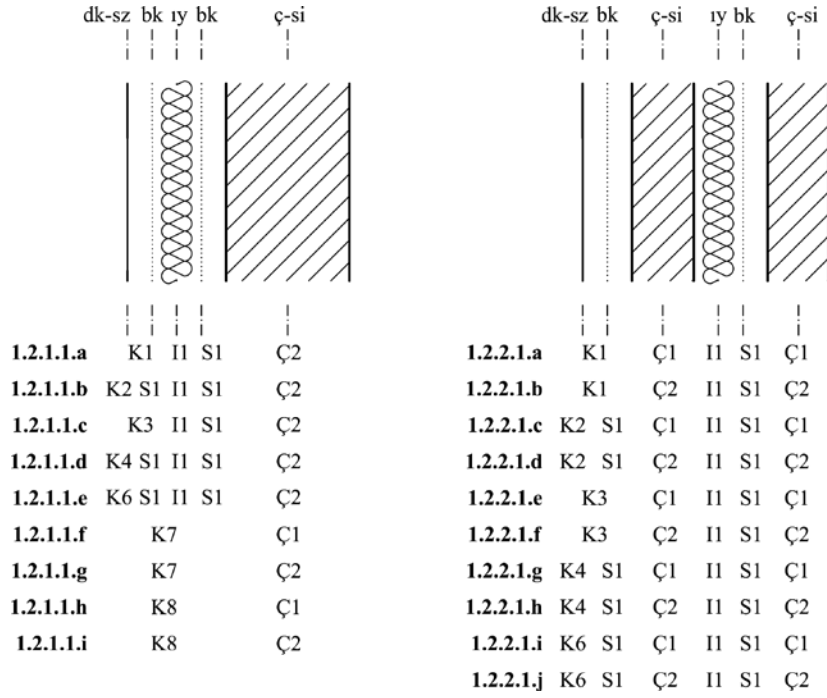
Bu tez kapsamında, mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak on dokuz adet yüzey geçirimsiz buhar geçirimli dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.10). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, ısı yalıtımı olarak **İ1**, buhar geciktirici olarak **S1**, dış kaplama olarak **K2**, **K4** ve **K6**, hem buhar kesici hem de dış kaplama olarak **K1** ve **K3**, hem ısı yalıtımı, hem buhar kesici hem de dış kaplama olarak **K7** ve **K8** kullanılmaktadır. Su buharı geçirimsizlik özelliğine sahip **K1** ve kompozit malzemeler olan **K7** ve **K8** gibi su buharının geçmesini zorlaştıracak özel birleşim detaylarına sahip olmalıdırlar. Aksi takdirde, bu bileşenlerin yer aldığı buhar geçirimsiz sistemler su buharı basıncı etkisi altında güvenli tarafta kalamamaktadır.

Şekil 6.10'da **1.2.1.1.a**, **1.2.1.1.b**, **1.2.1.1.c**, **1.2.1.1.d**, **1.2.1.1.e**, **1.2.1.1.f**, **1.2.1.1.g**, **1.2.1.1.h** ve **1.2.1.1.i** kodlu modellerde ısı yalıtımı, çekirdeğin dış yüzeyinde yer almaktadır. Dış kaplama malzemeleri RİY etkisi altında su geçirimsiz oldukları için ısı yalıtımı, buhar kesici ya da geciktirici ve çekirdek malzemelerinin su emme oranları dikkate alınmamaktadır.

Isı yalıtımının duvar çekirdeğinin dış yüzeyinde yer aldığı yüzey ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemlerinde duvar çekirdeği olarak **Ç1** yeterli ısı iletkenlik değerine sahip olmadığı için kullanılamamaktadır. Çünkü **Ç1** kullanıldığında dış duvar sistemleri İstanbul için gerekli ısıl geçirgenlik değeri olan $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'yı karşılayamamaktadır. Isı yalıtımının çekirdeğin bünyesinde olduğu sistemlerde ise **Ç1** iki kez kullanıldığı için dış duvar sistemi gerekli ısıl geçirgenlik değerine ulaşmaktadır.

Şekil 6.10'da **1.2.2.1.a**, **1.2.2.1.b**, **1.2.2.1.c**, **1.2.2.1.d**, **1.2.2.1.e**, **1.2.2.1.f**, **1.2.2.1.g**, **1.2.2.1.h**, **1.2.2.1.i** ve **1.2.2.1.j** kodlu modellerde ısı yalıtımı, çekirdeğin bünyesinde yer almaktadır. Bu sistemlerde ısı yalıtım malzemesinin sıcak tarafında su buharına karşı dirençli **S1** bileşeni kullanılmaktadır. **S1** bileşeni bitüm esaslı petrokimyasal bir ürün olduğu için aşırı ısındığında insan sağlığına ve doğal çevreye zehirli gazlar

açığa çıkarmaktadır. Bu tez kapsamında, iç ortamda kullanımı sonucu **S1**'in gaz salımını engellemek için iç yüzeyini kapatacak iç kaplama malzemesi kullanılmamaktadır. Bu nedenle, güvenli tarafta kalmak için **S1** dış duvar çekirdeğinin iç yüzeyinde kullanılmamaktadır. Bu tez kapsamında, **S1** dışında dış duvar sistemi iç yüzeyinde kullanılabilecek su buharına karşı dirençli başka bir malzeme olmadığı için ısı yalıtımının çekirdeğin iç yüzeyinde olduğu su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarlanmamaktadır.

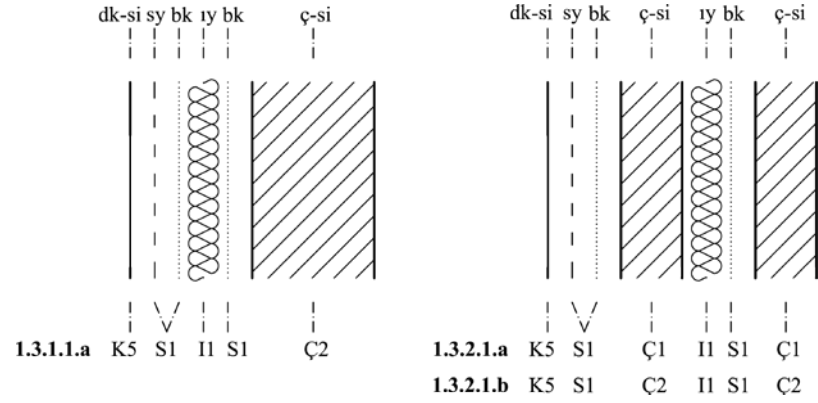


Şekil 6.10 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile yüzey ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak üç adet iç drenaj sistemli su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.11). Isı yalıtımının dış yüzeyde olduğu dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1**, ısı yalıtımının çekirdeğin bünyesinde olduğu dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, tüm sistemlerde su yalıtımı olarak **S1**, ısı yalıtımı olarak **II** ve dış kaplama olarak **K5** kullanılmaktadır. **S1** su yalıtım özelliği göstermekle birlikte su buharına karşı direnç de göstererek iki performansı tek bir bileşende karşılamaktadır.

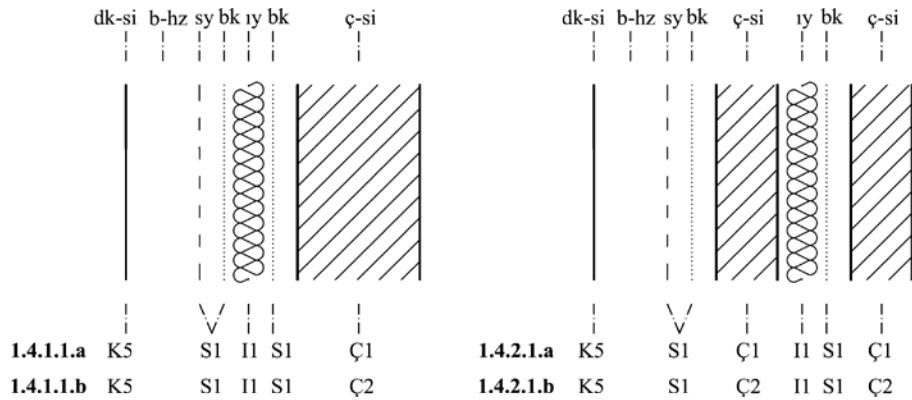
1.3.1.1.a kodlu modelde ısı yalıtımı duvar çekirdeğinin dış yüzeyinde yer almaktadır. İstanbul için gerekli ısıl geçirgenlik değeri karşılamak için bu sisteme sahip katmanlaşma modelinde ısı yalıtım değeri **Ç1**'e göre daha düşük olan **Ç2**

kullanılmaktadır. **1.3.2.1.a** ve **1.3.2.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdek bünyesinde yer almaktadır. İç ortam hava kalitesini olumsuz etkileyebileceği düşünülerek su buharına karşı dirençli malzeme olan **S1** bu sistemlerde duvar çekirdeğinin iç yüzeyinde kullanılmamaktadır.



Şekil 6.11 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile iç drenaj sistemli ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak dört adet havalandırmasız boşluklu su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.12). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, su yalıtımı ve buhara karşı dirençli malzeme olarak **S1**, ısı yalıtımı olarak **I1** ve dış kaplama olarak **K5** kullanılmaktadır. **S1** su yalıtım özelliği göstermekle birlikte su buharına karşı direnç de göstererek iki performansı tek bir bileşende karşılamaktadır.

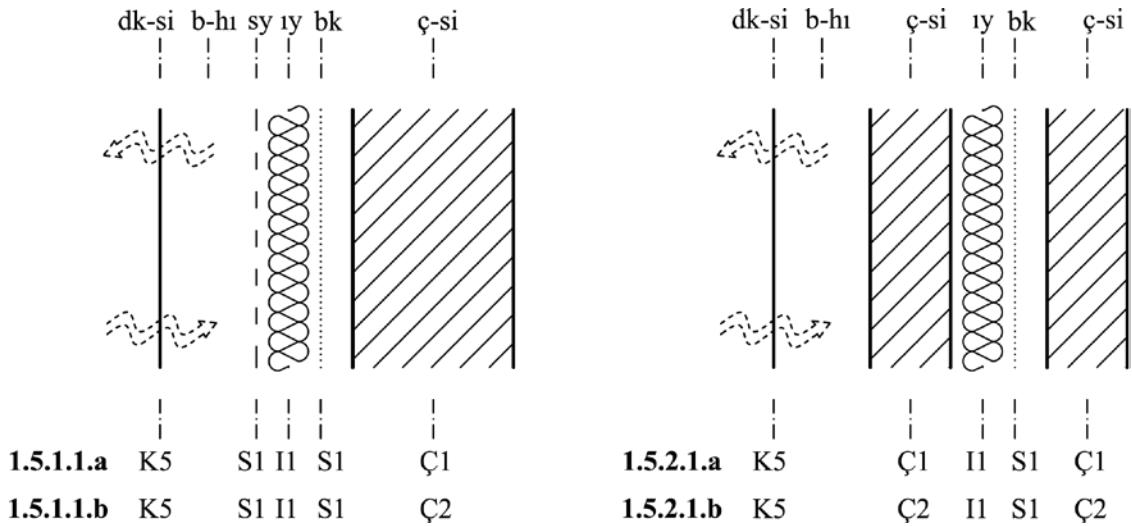


Şekil 6.12 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırmasız boşluklu ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

1.4.1.1.a ve **1.4.1.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı duvar çekirdeğinin dış yüzeyinde yer almaktadır. **1.4.2.1.a** ve **1.4.2.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdek bünyesinde yer almaktadır. İç ortam hava kalitesini olumsuz etkileyebileceği düşünülerek su buharına karşı dirençli malzeme olan **S1** bu sistemlerde duvar çekirdeğinin iç yüzeyinde kullanılmamaktadır.

Mevcut yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak dört adet havalandırılmalı boşluklu su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi tasarlanabilmektedir (Şekil 6.13). Tasarlanan dış duvar sistemlerinde çekirdek olarak **Ç1** ve **Ç2**, su yalıtımı ve buhara karşı dirençli malzeme olarak **S1**, ısı yalıtımı olarak **II** ve dış kaplama olarak **K5** kullanılmaktadır. Havalandırılmalı boşluklu su buharı geçirimsiz dış duvar sistemlerinde dış ortamdan iç ortama doğru hareket eden su buharı boşluk tabakasında havalandırılıp tekrar dış ortama yönlendirildiği için bu sisteme sahip katmanlaşma modellerinde ısı yalıtımının dış yüzeyinde su buharına karşı dirençli bir malzeme kullanılması gerekli değildir.

1.5.1.1.a ve **1.5.1.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı duvar çekirdeğinin dış yüzeyinde yer almaktadır. **1.5.2.1.a** ve **1.5.2.1.b** kodlu modellerde ısı yalıtımı çekirdek bünyesinde yer almaktadır. İç ortam hava kalitesini olumsuz etkileyebileceği düşünülerek su buharına karşı dirençli malzeme olan **S1** bu sistemlerde duvar çekirdeğinin iç yüzeyinde kullanılmamaktadır.



Şekil 6.13 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile havalandırılmalı boşluklu ve su buharı geçirimsiz dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri (Ek B.4)

6.3 Marmara Bölgesi'nde Üretilen Yaşam Döngüsü Değerlendirilmiş Yapı Malzemeleriyle Tasarlanan Dış Duvar Sistemlerinin Çevresel Performanslarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleriyle belirli çevresel etmenler etkisi altında istenilen performans gereksinmelerini karşılayacak şekilde tasarlanmış dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinin çevresel performansları değerlendirilmektedir. Performans yöntemine bağlı olarak değerlendirilen dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri kullanılarak dış duvar sistemlerinin çevresel performansları ortaya konur. Bu süreç sonunda hem çevresel etmenler etkisi altında istenilen performans gereksinmelerini karşılayan hem de çevresel performansları belirli dış duvar sistemleri tasarlanabilir.

Dış duvar sistemlerinin çevresel performansları her bir yaşam döngüsü süreci için ayrıca incelenir. Yaşam döngüsünde yer alan süreçlerde çevresel etkilerine ait yeterli bilgiye ulaşılamayan yapı malzemelerinin bünyesinde yer aldıkları dış duvar sistemlerinin çevresel performansları olumsuz etkilenmektedir. Çünkü, dış duvar sistemlerinin çevresel performansları, bünyelerinde yer alan bileşenlere ait çevresel etkilerin ortalaması alınarak ortaya konmaktadır. Dış duvar sistemlerinin çevresel performansları ile ilgili güvenilir sonuçlar elde etmek için, bünyelerinde yer alan tüm bileşenlerin çevresel etkileri yaşam döngüsü süreçlerinde eksiksiz değerlendirilmelidir. Bu tez çalışmasında, dış duvar sistemleri için tasarım seçeneklerini geliştirmek amacıyla tasarlanan katmanlaşma modellerinde yer alan yapı malzemeleri, bölüm 5'te de belirtildiği gibi eksik bilgilere sahiptir. Bu nedenle bu tez kapsamında tasarlanan dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinin yaşam döngüsü değerlendirmeleri başarısız olmaktadır.

Ek B.5'te katmanlaşma modelleri sonucunda belirlenen dış duvar sistemlerinin her bir yaşam döngüsü süreci içinde yer alan çevresel etkilerinin değerlendirmesi karşılaştırmalı olarak yer almaktadır. Dış duvar sistemlerine ait yaşam döngüsü değerlendirmesinde yapı malzemelerinin sistem içindeki oranı tüm sistemin çevresel performansını etkilemektedir. YDD anketinde yer alan etki değerlendirmesi sonuçlarına bağlı olarak çevresel performansı genelde iyi olan Ç2 kodlu çekirdek bileşenin iki kez yer aldığı 1.2.2.a modelinin çevresel performansı, aynı bileşenin

bir kez kullanıldığı 1.2.1.b modelinin çevresel performansına göre daha iyidir (Şekil 6.14). Ek B.5'te, tüm katmanlaşma modelleri bir çekirdekli olarak yer almaktadır.

Süreçler	Yaşam döngüsü değerlendirilmiş dış duvar sistemleri ile katmanlaşma modellerine ait kodlar		1.2.1.a				1.2.2.b				
	Etkiler	Kodlar	Ç2	II	K4	Toplam	Ç2	Ç2	II	K4	Toplam
Ham madde temini ve işlenmesi	Ekolojik/ çevresel etkiler	Hava kalitesi/ atmosferik etkiler	4			1	4	4			2
		Su kalitesi/ kullanılabilirlik	4			1	4	4			2
		Saha ve torak etkileri/ kullanılabilirlik	3			1	3	3			2
		Doğal kaynak azalması	1			0	1	1			1
		Biyolojik çeşitlilik/ doğal yaşamın yok olması	3			1	3	3			2
	İnsan sağlığı/ huzur	İşçi/ uygulayıcı sağlığı	3			1	3	3			2
		Bina kullanıcı sağlığı (iç hava kalitesi)									
		Toplum sağlığı ve huzuru	4			1	4	4			2
	Enerjiye etkiler	Üretim/ İşlem enerjisi	2			1	2	2			1
		Taşıma enerjisi	4			1	4	4			2
		İşletme enerjisine etkiler									
	Bina işletmesi emenleri	Hedeflenen hizmet ömrü/ dayanıklılık									
		Bakım ve onarım gereksinimleri									
		Tekrar kullanılabilirlik/ geri dönüştürülebilirlik									

Şekil 6.14 : Yaşam döngüsü değerlendirilmiş tek çekirdekli ve çift çekirdekli dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarım seçeneklerinin değerlendirmesi (Ek. B.5)

6.4 Sürdürülebilir Dış Duvar Sistemleri

Bölüm 2.1'de, sürdürülebilirliğin gerçekleşebilmesi için çevresel, toplumsal ve ekonomik gereksinimlerin karşılanması gerektiği üzerine durulmuştur. Bu tez çalışması kapsamında yapı malzemelerinin ve bunların bir araya gelerek oluşturdukları dış duvar sistemlerinin çevresel etkilerini ortaya koyarak çevresel performanslarını kontrol altına almayı hedefleyen yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) çalışması sürdürülebilirliğin çevresel bakış açısını yansıtmaktadır. Bu tez kapsamında yer almayan, fakat YDD çalışmasının bir sonraki adımı olabilecek yaşam döngüsü maliyet analizi ile pratikte ekonomik olarak uygulanabilir dış duvar sistemi tasarımları ile sürdürülebilirliğin ekonomik boyutu değerlendirilebilir. YDD değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile tasarlanan dış duvar sistemlerinin bir üst ölçekte yer alan bina çevre sertifika programlarına girdi sağlaması sonucunda topluma hizmet eden sürdürülebilir yapma çevre tasarımları oluşturulabilir.

Hedefi yerel ve küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınma olan bir yapma çevre tasarlanırken çevresel, ekonomik ve toplumsal etmenlerin yanında yapma çevreyi oluşturan bileşenlerin ait oldukları sistemde gösterdikleri performansları da göz önüne alınmalıdır (Bölüm 2.4.2). Bu amaç doğrultusunda, bu tez çalışmasında bina alt sistemlerinden dış duvar sistemlerinin kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda, çevresel etmenlere bağlı performans gereksinimleri belirlenerek her bir performans gereksinmesini karşılayabilecek en az bir bileşenin yer aldığı dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarlanmıştır. Bu tez kapsamında tasarlanan dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinde yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemelerinin bir araya getirilmesi sonucunda sürdürülebilirliğin çevresel ve performansa yönelik bakış açıları incelenmiştir. Sürdürülebilir dış duvar sistemi tasarımı için geliştirilmiş altmış altı adet katmanlaşma modeli ek B.4'teki tabloda yer almaktadır.

Bir sonraki adımda toplumun yapma çevre gereksinmelerini sürdürülebilir sistemlerle karşılamayı hedefleyen bina çevre sertifika programlarında, tasarım ve uygulama ölçütleri oluşturabilecek, yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile tasarlanmış dış duvar sistemlerinin yaşam döngüsü maliyet analizi yapılarak ekonomik açıdan da uygulanabilir, sürdürülebilir dış duvar sistemleri ortaya konabilir.

7. SONUÇ

Bu tez çalışmasında yapı malzemelerinin yaşam döngüleri boyunca çevresel performansları yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) anketi ile ortaya konmuştur. Ardından, yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda belirli çevresel etmenlere bağlı performans gereksinimlerini karşılayan dış duvar sistemi katmanlaşma modelleri tasarlanmıştır. YDD anketinde yer alan eksik bilgiler nedeniyle dış duvar sistemi katmanlaşma modellerinin çevresel performansları değerlendirilememiştir.

Anket çalışması sonucunda dış duvar sistemini oluşturan çoğu yapı malzemesinin hammadde temini ve işlenmesi süreci ile son ürün haline getirildiği üretim sürecinin farklı tesislerde işletildiği ortaya çıkmaktadır. Sadece son ürün üretiminden sorumlu bazı üretici firmaların ürünleri ile ilgili anket çalışmalarında yer alan bazı yaşam döngüsü süreçlerine ait bilgiler, bu firmaların diğer yaşam döngüsü süreçleri hakkında yeterli bilgiye sahip olamaması nedeniyle cevapsız kalmıştır. Ayrıca hammadde ve son ürün üretiminin aynı tesiste işlemediği yapı malzemelerine ait üretim enerjisi bilgileri de aynı nedenden dolayı hesaplanamamaktadır.

Bazı yapı malzemelerine ait hammaddeler kıtalar arası ya da aynı kıtada diğer ülkelerden taşınarak temin edilirken genelde yapı malzemelerinin üretim öncesi, üretim ve üretim sonrası süreçleri için gerekli taşıma mesafeleri kısa mesafelerden oluşmaktadır. Hammadde temini için gerekli taşıma mesafelerini azaltmak için, Türkiye’de yapı malzemeleri ile ilgili ağır sanayi üretimlerinin gerçekleştirilmesi gereklidir.

Türkiye’de Marmara Bölgesi’nde üretimi yapılan ilgili yapı malzemelerinin çevresel etmenler etkisi altında kendilerinden beklenen performans gereksinimlerini yeteri kadar karşıladıkları gözlemlenmektedir. Bu sayede bakım onarım sürecinde çevreye olan etkileri de azalmaktadır. Geri dönüştürme sürecinde ise bazı yapı malzemeleri geri dönüştürülebiliyorken, bazılarında geri dönüştürülebildikleri halde Marmara Bölgesi’ndeki ve hatta Türkiye’deki teknik yetersizliklerden dolayı bu işlemi gerçekleştirilemiyor. Bu nedenle yaşam döngüsü sürecinin sonunda yok edilme

aşamasında binaların yapı malzemeleri genellikle hafriyat dolgusu olarak atılmaktadır. Ürünlerinin tekrar kullanımı ile ilgili olarak firma yetkilileri yeterli bilgiye sahip değildir.

Türkiye için yeni sayılabilecek bir çalışma alanı olan yapı malzemelerinin çevresel performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili henüz yeterli sayılabilecek yöntem, araç ve yönetmelikler bulunmamaktadır. Farklı ülkelerin geliştirdiği bir çok yöntem arasında uluslararası bir standart olan yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemi ortak bir dil olabilme potansiyeli ile anahtar bir rol oynamaktadır. Bu tez çalışmasında, Marmara Bölgesi'nde yapı malzemesi üretimi yapan firmalarla birlikte doldurulan YDD anket çalışmaları ile birlikte firmaların, kendi ürettikleri yapı malzemelerinin tüm yaşam döngüsü sürecindeki çevresel performansları ile ilgili farkındalıklarının ortaya konması hedeflenmiştir. Ancak, bu çalışmada incelenen bazı yapı malzemelerinin değerlendirme aşamalarında üreticilerin YDD anketine eksik ya da yetersiz bilgilerle cevap vermeleri nedeniyle bu yapı malzemelerinin çevresel performansları tam anlamıyla değerlendirelememiştir. Yapı malzemelerinin çevresel performanslarının değerlendirilmesi aşamasında eksik bilgilere bağlı olarak gerçek performansları belirlenemeyen malzemeler karşılaştırılmamaktadır.

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin doğru ve güvenilir bir şekilde uygulanabilmesi için yapı malzemesi üreticileri belirli yöntem, araç ve yönetmeliklerle birlikte yönlendirilmelidir. Ayrıca yerel koşullara bağlı araştırmaların çok önemli olduğu YDD çalışmasında yapı malzemelerini değerlendirme sürecinin geliştirilmesi için disiplinler arası çalışmalar gerçekleştirilerek yerel değerlendirme parametreleri oluşturulmalıdır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede yapma çevrenin sürdürülebilir gelişimine yönelik altyapının geliştirilmesi için gelişmiş ülkelerin güncel önlem paketlerinden farklı olarak başlangıç seviyesinde basit önlemler alınarak az sayıda parametrenin oluşturulduğu uygulanabilir süreçler izlenmelidir. Çevresel parametrelerin kontrollü bir şekilde arttırıldığı yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışmasının gelişim sürecinde, yapı malzemesi üreticileri tarafından alınması gereken önlemler de uygulanabilir bir özellik kazanır. Örneğin, ilk aşamada tüm sera gazı salımları yerine sadece CO₂ salımları gözlemlenebilir. Sürecin kontrol altına alınması ile birlikte diğer sera gazı salımları da gözlem altına alınarak daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılabilir.

Yaşam döngüsü değerlendirilmiş dış duvar sistemlerinin uygulama alanlarını doğrudan tasarımcılar ya da bina çevre sertifikasyon sistemleri oluşturabilir. Doğrudan tasarımcıların değerlendirmesine bağlı birinci sistemde üretici firma tarafından temin edilen yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçları tasarımcılar tarafından dış duvar sistemi tasarımları için kullanılmaktadır. Bu aşamada, dış duvar sisteminde kullanılan yapı malzemelerinin çevresel performansları yaşam döngüsü süreçleri ve etki gruplarına göre farklılık gösterebildiğinden, sürdürülebilir bir dış duvar sistemi tasarımı için yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel performanslarına yönelik avantajları ve dezavantajları tasarımcılar tarafından karşılaştırılarak en uygun bileşenler seçilmelidir. Örneğin, yapı tipolojisine bağlı dış duvar sistemi tasarım seçeneklerinin belirlendiği, kısa süreli kullanım amacıyla inşa edilen bir pavyon yapısında dış kaplama malzemesi olarak, üretim enerjisi düşük olduğu için, çimento esaslı kaplamalar ya da geri dönüşüm ve tekrar kullanım potansiyeli yüksek olduğu için metal levhalar kullanılabilir.

Yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile tasarlanmış dış duvar sistemleri, BREEAM gibi bina çevre sertifikasyon programları için de bir tasarım girdisi oluşturabilir. Böylece, tasarımcılar veya karar verici diğer profesyoneller çevresel performansları belirli dış duvar sistemi tasarım seçenekleri arasında karşılaştırma yaparak çevreye en az zarar veren bina tasarım seçenekleri ortaya koyabilirler. Doğru ve kabul edilebilir bir karşılaştırma için yapı malzemelerinin etki grupları bütünsel bir yaklaşımla, tüm yaşam döngüsü süreçlerine bağlı olarak eksiksiz incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Çünkü, dış duvar sisteminin performansı tüm bileşenlerin ortalamasına bağlı bir sonuç içermektedir. Sistemde yer alan herhangi bir bileşenin çevresel performansına yönelik herhangi bir bilginin eksik olması durumunda tüm sistemin performansı başarısız olur ve herhangi bir sonuç elde edilemez. Bu tez çalışması kapsamında yer alan yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçlarına bağlı olarak çevresel performansları belirlenebilen dış duvar sistemi tasarımları da BREEAM gibi bina çevre sertifikasyon programlarına girdi sağlayabilir. Fakat, yaşam döngüsü değerlendirmesi sürecindeki eksik bilgilere bağlı olarak yapı malzemelerinin çevresel performansları bütünüyle değerlendirilemediğinden bu yapı malzemeleri ile tasarlanmış dış duvar sistemi tasarımları da bina çevre sertifikasyon programlarına dahil edilememektedir.

KAYNAKLAR

- Addleson, L. ve Rice, C.**, 1991. *Performance of Materials in Buildings*, Butterworth-Heinemann, Oxford, İngiltere.
- Anink, D., Boonstra, C., Mak, J. ve Morris A.**, 1996. *Handbook of Sustainable Building An Environmental Preference Method for Selevtion of Materials for Use in Construction and Refurbishment*, James & James, London.
- Ayran, N.**, 1984. *Mimari Tasarlama Sürecine ve Yapma Çevrenin İnsan ve Toplum Üzerindeki Etkilerine Yaratıcılık Bakış Açısından Bir Yaklaşım, Doktora Tezi*, s. 40, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bastian, O. ve Steinhardt U.**, 2002. *Development and Perspectives of Landscape Ecology*, s. 11,12, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Hollanda.
- Beadle, K., Gross, C. ve Walker, P.**, 2009. *Balehaus: The Design, Testing, Construction and Monitoring Strategy for a Prefabricated Straw Bale House, 11th International Non-conventional Materials and Technologies*, Sempozyum Bildirileri, 6-9 Eylül 2009, Bath, Birleşik Krallık.
- Benitez, C. P.**, 2008. *Houses and Materials Elements on Architecture*, Loft Publications, Barcelona, İspanya.
- Brett, P.**, 1997. *An Illustrated Dictionary of Building An Illustrated Reference Guide for Practitioners and Students*, Butterworth-Heinemann, Oxford, İngiltere.
- Coşkun, K.**, 2005. *Alker (Alçı Katkılı Kerpiç) Teknolojisinin Püskürtme Beton (Shotcrete) Tekniği ile Uygulanabilirliğinin Basınç Dayanımı Açısından Deneysel Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cowan, H.J.**, 1991. *Handbook of Architectural Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York, ABD.
- Crosbie, M.J.**, 1998. *The Passive Solar Design and Construction Handbook*, Wiley, New York, ABD.
- Davies, N., ve Jokiniemi E.**, 2008. *Dictionary of Architecture and Building Construction*, Architectural Press, Oxford, England.
- Demkin, J. A.**, 1998. *Environmental Resource Guide*, John Wiley & Sons, Kanada.
- Desjarlais, A.**, 1996. *Foreword, Proceedings of the Sustainable Low-Slope Roofing Workshop*, ed. Desjarlais, A. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, ABD.

- Detail**, 2005. Fassaden + Materialien, Vol.11, s.1298, Mnih, Almanya.
- E 1991**, 2005. Standard Guide for Environmental Life Cycle Assessment (LCA) of Building Materials/Products, *ASTM*, ABD.
- E 2114**, 2006. Standard Terminology for Sustainability Relative to the Performance of Buildings, s. 2, *ASTM*, ABD.
- E 2432**, 2005. Standard Guide for General Principles of Sustainability Relative to Buildings, *ASTM*, ABD.
- E 631**, 2006. Standard Terminology of Building Constructions, *ASTM*, ABD.
- Edwards, S. ve Bennett, P.**, 2003. Construction products and life-cycle thinking, *UNEP Industry and Environment*, Vol.26(2-3), s.57-61, <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>>, alındığı tarih 20.07.2009.
- Emmanuel M. R.**, 2005. An Urban Approach to Climate Sensitive Design Strategies for the tropics, Spon Press, Londra, İngiltere.
- Eriç, M.**, 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatr, İstanbul.
- Eser, L.**, 1969. Yapı Bilgisi Ders Notları Cilt 2, Teknik niversite Matbaası, İstanbul
- Fleming, E.**, 2005. Construction Technology: An Illustrated Introduction, Blackwell Publishing, Oxford, İngiltere.
- Foster, J. S.**, 1996. Mitchell's Building Series Structure and Fabric Part 1 Fifth Edition, Longman, Essex, İngiltere.
- Glass, J.**, 2002. Encyclopedia of Architectural Technology, John Wiley and Sons, İngiltere.
- Graham, P.**, 2003. Building Ecology First Principle for a Sustainable Built Environment, Blackwell Science Ltd, Oxford, İngiltere.
- Haefele, G. Et Al.**, 1996. Baustoffe und kologie Bewertungskriterien fr Architekten und Bauherren, Fellbach, Wasmuth, Almanya.
- Harris, C. M.**, 2000. Dictionary of Architecture & Construction Third Edition, McGraw-Hill, ABD.
- Hegger, M., Auch-schwelk, V., Fuchs, M. ve Rosenkranz, T.**, 2006. Construction Materials Manual, Birkhauser, Basel, İsviçre.
- Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T. ve Zeurner, M.**, 2008, Energy Manual Sustainable Architecture, Birkhauser, Basel, İsviçre.
- Holligum, J.**, 2001, Space Technology Comes to Earth, Sensor Review, Londra, Vol.21, No.2, s.112-118, <<http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?contentType=Article&Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0870210205.html>>, alındığı tarih 19.04.2009.
- ISO 14001**, 2004, Environmental Management Systems-Requirements with Guidance for Use, *International Organization for Standardization*, İsviçre.

- ISO 14040**, 2006, Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- ISO 15392**, 2008, Sustainability in Building Construction General Principles, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- ISO 6707-1**, 2004. Building and Civil Engineering Vocabulary-Part 1:General Terms, 10.3, *International Organization for Standardization*, İsviçre.
- Karaosman, S.K.**, 2006. Yeşil Çatılar ve Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemleri, *Çatider*, Sempozyum Bildirileri, <http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/Bil11.pdf>, alındığı tarih 15.06.2009.
- Kaya, U.**, 2009. NOCMAT 2009 Toprak Yapılar Mimari Gezisi, Devon, Birleşik Krallık.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C.**, 1993. Çevrebilim, İmge Kitabevi, Ankara.
- Kim, J.J. ve Rigdon, B.**, 1998. Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan, < <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf> >, alındığı tarih 15.04.2009.
- Littler, J. ve Thomas, R.**, 1984. Design with Energy: The Conservation and Use of Energy in Buildings, Cambridge: Cambridge University Press, ABD.
- Liu, K.**, 2005. Towards Sustainable Roofing, National Research Council, Institute for Research in Construction, Kanada, <<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/fulltext/nrcc48173/nrcc48173.pdf>>, alındığı tarih 20.04.2009.
- Lynas, M. ve Kutluğ, N.**, 2007. Karbon Ayak İziniz, s. 18, Yaylacık Matbaacılık Ltd., İstanbul.
- Magwood, C., Spick, A., Boychuk, J. ve MacDougall, C.**, 2009. Centre Hastings Performing Arts Centre – Construction and Structural Testing, *11th International Non-conventional Materials and Technologies*, Sempozyum Bildirileri, 6-9 Eylül 2009, Bath, Birleşik Krallık.
- Nashed, F. ve AIA**, 1996. Time Saver Details for Exterior Wall Design, McGraw-Hill, ABD.
- Nemli, E.**, 2004. Sürdürülebilir Kalkınma: Şirketlerin Çevresel ve Sosyal Yaklaşımları, Filiz Kitabevi, İstanbul.
- Özçelik, B.**, 2009. Ofisler Yeşilleniyor, *Hürriyet Gazetesi İnsan Kaynakları Eki*, 8.10.2009
- Özdemir, M.T.**, 18 Ekim 2008. Çevre ve Enerji Dostu Yapılar ve LEED-Yeşil Bina Sertifikasyonu Semineri, İstanbul.
- Pfeifer, G., Ramcke, R., Achtziger, J. ve Zilch, K.**, 2001. Masonry Construction Manual, Birkhauser, Basel, İsviçre.

- Du Pisanie, N.**, 2009. Community Building – Sustainable, Appropriate Desert Building for the Topnaar Communities of the Kuiseb River, *11th International Non-conventional Materials and Technologies*, Sempozyum Bildirileri, 6-9 Eylül 2009, Bath, Birleşik Krallık.
- Pitts, A.**, 2004. Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic Sustainable Design on Building and Urban Scales, s. 5, Architectural Press, Burlington, ABD.
- Quaschnig, V.**, 2005. Understanding Renewable Energy Systems, Earthscan, Kanada.
- Quirouette, R.L.**, 2005. The Difference Between A Vapour Barrier and An Air Barrier, National Research Council Canada Division of Building Research, <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/bpn/54_e.pdf> alındığı tarih 9 Aralık 2009.
- Rich, P. ve Dean Y.**, 1999. Principles of Element Design, Butterworth-Heinemann, Oxford, İngiltere.
- Ricketts, J.T., Merritt, F.S. ve Loftin, M.K.**, 2003. Standard Handbook for Civil Engineers, McGraw-Hill, New York, ABD.
- Riley, M. ve Howard, C.**, 2002. Construction Technology 1 House Construction, Palgrave Macmillan, New York, ABD.
- Roaf, S.**, 2001. Ecohouse A Design Guide, Architectural Press, Oxford, İngiltere.
- Rousseau M.Z., Poirier G.F. ve Brown W.C.**, 1998. Pressure Equalization in Rainscreen Wall Systems, National Research Council Canada, <<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ibp/irc/ctus/ctus-n17.html>>, alındığı tarih 2 Kasım 2009.
- Saatçioğlu, N. Ö.**, 2000. Ekolojik Yapı Sistemleri Saman Yapılar, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sağocak, A.M.D.**, 1999. Mimarlığı Anlama ve Yorumlama Bağlamında Kavramsal Bir Model, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarp, A.**, 2007. Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirlik Sürecine Yönelik Bir Model Önerisi, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sassi, P.**, 2006. Strategies for Sustainable Architecture, Taylor&Francis, Oxford, İngiltere.
- Schittich, C.**, 2001. In Detail: Building Skins: Concepts, Layers, Materials, Birkhaeuser, Basel, İsviçre.
- Steen, A. S., Steen, B., Bainbridge, D. ve Eisenberg, D.**, 1994. The Straw Bale House, Chelsea Green Publishing Company, Vermont, ABD.
- Stein, J. S.**, 1993. Construction Glossary An Encyclopedic Reference and Manual Second Edition, s. 153, 804, John Wiley&Sons, New York, ABD.

- Şahal, N.**, 2005. Proposed Approach for Defining Climate Regions for Turkey Based on Annual Driving Rain Index and Heating Degree-Days for Building Envelope Design, *Building and Environment*, Vol.41, p.520-526, <<http://www.sciencedirect.com>>, alındığı tarih 15.10.2009.
- Şahal, N.**, 2006. Türkiye Rüzgarla İtilen Yağmur İndeksi ve Yağmur Kontrolü İçin Dış Duvar Sistemi Tasarımı, 3. *Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, Çatıder, <<http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/Bil4.pdf>>, alındığı tarih 15.10.2009.
- Şahin, K.**, Mekanda Anlam-Mekan Söylemleri, İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tavil, A.Ü.**, 1995. Opak Yüzeylerde Güneş Işınımı Etkisinin Yüzey Pürüzlülüğü ile Değişimi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Taygun, G.T.**, 2005. Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thomas, R. ve diğ.**, 1999. Photovoltaics in Buildings A Design Guide, ETSU, Department for Business Enterprise and Regulatory Reform, <<http://www.berr.gov.uk/files/file16811.pdf>>, alındığı tarih 20 Nisan 2009
- Toydemir, N., Gürdal, E., ve Tanaçan, L.**, 2000. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Trinius, W. ve Sjöström, C.**, 2007. Sustainability in Building Construction-International Standards in Progress, *Journal of ASTM International*, Vol.4, No.7, <<http://www.astm.org>>, alındığı tarih 19.07.2009.
- TS 13707**, 2007. Su Yalıtımı için Esnek Levhalar – Çatılarda Su Yalıtımında Kullanılan Takviyeli Bitümlü Levhalar – Tanımlamalar ve Özellikler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 1928**, 2007, Esnek Levhalar – Su Sızdırmazlığı için – Çatı Su Sızdırmazlığı için Bitüm, Plastik ve Lastik Levhalar – Su Geçirmezliği Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 2515**, 1985. Kerpiç Yapıların Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 825**, 2005. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN ISO 14040**, 1998. Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Türe, E.**, 2008. Çatı Malzemesi olarak Güneş Enerjisi Sistemleri, 4. *Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, <<http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum2008/B%202%20Bildiri.pdf>>, alındığı tarih 05.10.2009.
- Türkçü, H.Ç.**, 2004. Yapım İlkeler-Malzemeler-Yöntemler-Çözümler, 3.Basım, Birsen Yayınları, İstanbul.

Türkeri, A.N., 2009a. Rainwater Control Strategies for External Wall Systems, <<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~sahal/DN/index-DN.htm>>, alındığı tarih 26 Haziran 2009.

Türkeri, A.N., 2009b. Proje dersi, basılmamış ders notu.

Url-1 <<http://www.dmi.gov.tr/arastirma/ozon-ve-uv.aspx?s=gunes>>, alındığı tarih 09.11.2009.

Url-2 <<http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/EHSM/1221/unite10.pdf>>, alındığı tarih 09.11.2009.

Url-3 <<http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/gunes.html>>, alındığı tarih 08.12.2009.

Url-4 <<http://www.bauherr.de/begrueenung/fassade.htm>>, alındığı tarih 20.04.2009.

Url-5 <<http://www.g-sky.com>>, alındığı tarih 20.04.2009.

Url-6 <<http://www.tdk.gov.tr>>, alındığı tarih 03.04.2009.

Url-7 <<http://www.askoxford.com>>, alındığı tarih 03.04.2009.

Url-8 <<http://www.merriam-webster.com/dictionary/sustainable>>, alındığı tarih 03.04.2009.

Url-9 <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>>, alındığı tarih 17.03.2009.

Url-10 <http://ozone.unep.org/Publications/MP_Handbook/>, alındığı tarih 17.03.2009.

Url-11 <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-12 <<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>>, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-13 <http://ec.europa.eu/environment/wssd/wssd_rio_johannesburg_en.html>, alındığı tarih 17.03.2009.

Url-14 <<http://hurarsiv.hurriyet.com.tr/goster/haber.aspx?id=12351577&tarih=2009-08-26>>, 10.09.2009.

Url-15 <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>, alındığı tarih 10.09.2009.

Url-16 <<http://www.earthsummit2002.org/Es2002.pdf>>, alındığı tarih 15.03.2009.

Url-17 <<http://www.tdk.gov.tr>>, alındığı tarih 03.04.2009.

Url-18 <http://www.buildinggreen.com/features/gp/green_products.htm>, 15.04.2009.

Url-19 <<http://envestv2.bre.co.uk/account.jsp>>, alındığı tarih 20.04.2009.

Url-20 <<http://www.thenbs.com/topics/Environment/Glossary/L.asp#LCCA>>, alındığı tarih 09.05.2009.

Url-21 <<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ibp/irc/sbe/life-cycle.html>>, alındığı tarih 15.07.2009

Ülker, S., 2009. Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Vita-Finzi C.**, 2008. *The Sun User's Manual*, Springer, Londra, İngiltere.
- Wallbaum, H.**, 2008. Sustainability Indicators for the Building Environment-The Challenges Ahead. *2008 World Sustainable Building Conference*, Vol. 2, pp. 1291-1297, Melbourne, Avusturalya.
- Watson, D. ve Labs, K.**, 1992. *Climatic Design: Energy-Efficient Building Principles and Practices*, McGraw-Hill, New York, ABD.
- Weismann, A. ve Bryce, K.**, 2006. *Building with Cob a Step by Step Guide*, Green Books, Somerset, İngiltere.
- Yazıcıoğlu, F. ve Altun, C.**, 2005. Dış Duvarda Tasarım-Uygulama İlişkisi, Boğaziçi'nde Konut Restorasyonu Örnekleri, *Çatı Cephe Fuarı Sempozyum Bildirileri*, Çatıder, <http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_5.pdf>, alındığı tarih 05.10.2009.
- Yeang, K.**, 2006. *Ecodesign A Manual For Ecological Design*, Wiley-Academy, Londra, İngiltere.

EKLER

- EK A.1** : Boş yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) anketi örneği
- EK A.2** : Yatay delikli pişmiş toprak blok YDD anketi
- EK A.3** : Donatısız gazbeton duvar bloğu YDD anketi
- EK A.4** : APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü YDD anketi
- EK A.5** : Polisülfid esaslı su yalıtım macunu YDD anketi
- EK A.6** : Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı YDD anketi
- EK A.7** : Genleştirilmiş polistren levha (EPS) YDD anketi
- EK A.8** : Metal levha (düz, oluklu, trapez) YDD anketi
- EK A.9** : Cam takviyeli plastik (CTP) levha YDD anketi
- EK A.10** : Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha YDD anketi
- EK A.11** : Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması YDD anketi
- EK A.12** : Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması YDD anketi
- EK A.13** : Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker) YDD anketi
- EK A.14** : Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha YDD anketi
- EK A.15** : Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha YDD anketi
- EK A.16** : Akrilik esaslı dış cephe boyası YDD anketi
- EK A.17** : Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva YDD anketi
- EK B.1** : Dış duvar sistemi tasarımı için performans yöntemi modeli
- EK B.2** : Dış duvar sistemi (DDS) katmanlaşma modelleri
- EK B.3** : Marmara Bölgesi'nde üretilen yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile DDS tasarımı için katmanlaşma modelleri
- EK B.4** : Marmara Bölgesi'nde üretilen yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile DDS tasarımı için değerlendirilmiş katmanlaşma modelleri
- EK B.5** : Marmara Bölgesi'nde üretilen yaşam döngüsü değerlendirilmiş yapı malzemeleri ile DDS tasarımı için değerlendirilmiş katmanlaşma modellerinin çevresel performansları

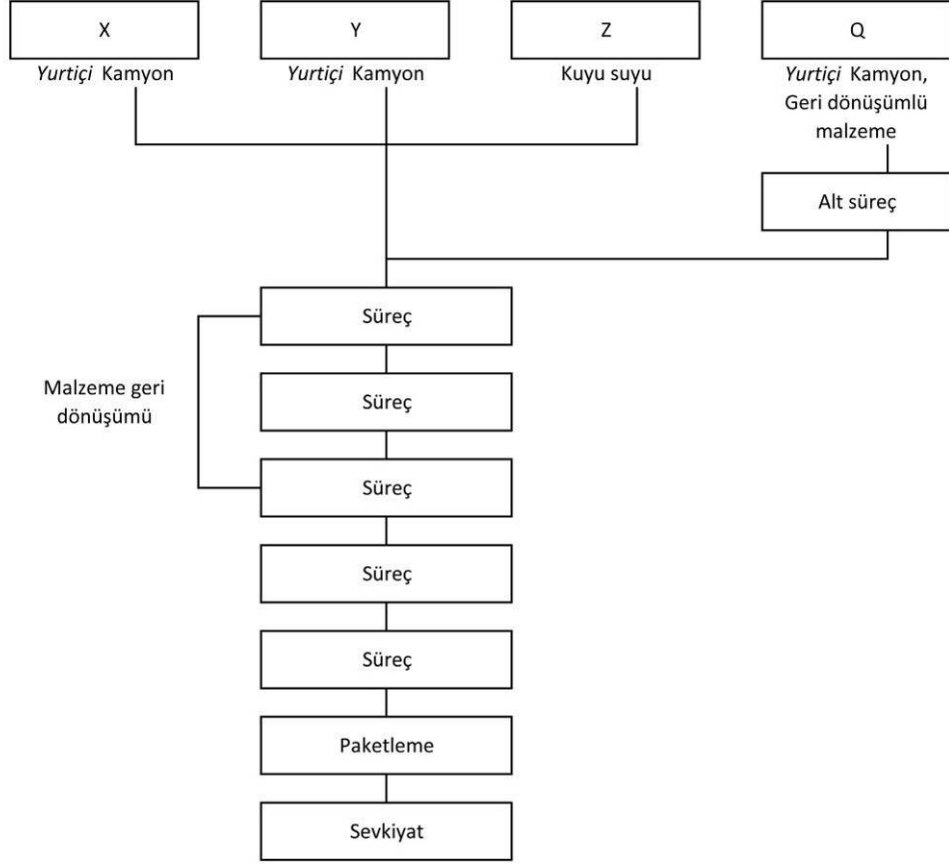
EK A.1

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ ŞEMASI

1

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ ŞEMASI



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

Malzeme Adı

Referans

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

HAMMADDE TEMİNİ VE ÜRETİM

2

GİRDİLER

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m ³)	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m ³)
Toplam İşlem Enerjisi		0,00
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>

ÇIKTILAR

Ürün		
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	

Malzeme Adı

Referans

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

YAPIM

3

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
ÇIKTILAR	Taşıma		
	Taşıma Mesafesi		Taşıma Yöntemleri
	<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
	<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
	<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
			<i>Demiryol</i>
			<i>Boru Hattı</i>
			<i>Diğer</i>
Atıklar			
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim	

Ürünün Boyutları (*Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık*)

Malzeme Adı

Referans

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

KULLANIM, BAKIM, ONARIM, GERİ DÖNÜŞÜM, TEKRAR KULLANIM ve ELDEN ÇIKARMA

4

ÇIKTILAR

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

Atıklar

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

--

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer
-----------	------------------------	-------------------	-------

		Var	Yok
Gerİ dönüşüm	Oranı %		
Taşıma Mesafesi	Gerİ Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	
Bilinmiyor	Uzun	Zor	
	Orta	Kolay	
	Kısa		

Gerİ dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

		Var	Yok
Tekrar kullanım	Oranı %		
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	
	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	
	Yakmak	

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama
-------------------------------	--------	----------------------------------	----------------------	----------

5

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					<input type="checkbox"/>
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)					
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)					
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)					
	Görüşte bozulma (SO ₂)					
	Zehirlerin katkıları					
	Asitlenme (SO ₂)					
	Kokuların oluşumu					
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					<input type="checkbox"/>
	Su tüketimi					
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)					
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)					
	Suda yaşayanların zehirlenmesi					
	İçme suyunun zehirlenmesi					
	Balıkların zehirlenmesi					
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)					
	Isı değişimi					
	Kokuda ve görüşte bozulma					
	Çökelmede artış					
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					
	Saha ve Toprak Etkileri					<input type="checkbox"/>
	Sıkıştırma					
	Erozyon					
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi					
	Azaltılmış hafriyat dolgusu					
Kaynak Azalması					<input type="checkbox"/>	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi						
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi						
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					<input type="checkbox"/>	
Doğal ortamın değişmesi						
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler						
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler						

Malzeme Adı	Referans
-------------	----------

YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ ANKETİ

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi					
Üretim					
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım					
Yenileme ve Yok etme					
Ortalama					

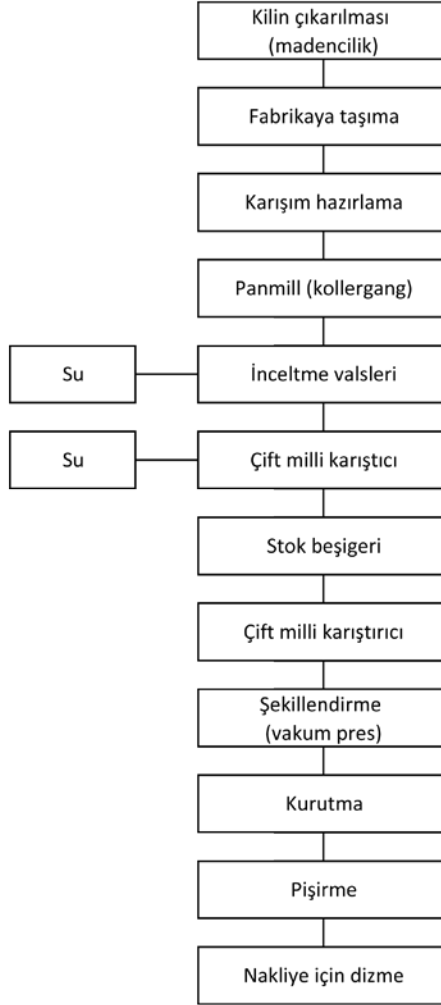
BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ	Dayanıklılık				<input type="checkbox"/>	
	Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü					
	Ortalama değiştirme yaşı					
	Bakım ve Onarım					<input type="checkbox"/>
	Temizleme sıklığı					
	Temizleme türü					
	Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı					
	Tazeleme ya da yeniden uygulama türü					
	Diğer					
	Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik					<input type="checkbox"/>
	Elden geçirme kolaylığı					
	Tekrar kullanılabilirlik					
	Geri dönüştürülebilirlik					

Malzeme Adı	Referans
--------------------	-----------------

EK A.2

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m³)

574

Malzeme Adı

Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu

Referans

Firma 1

GİRDİLER

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m ³)	
Kil	?	
İşlem Gören Su	33	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m ³)
Hammadde hazırlama	Elektrik	5,60
Şekillendirme	Elektrik	8,40
Kurutma	Elektrik	9,10
Kurutma	Doğalgaz	203,00
Piştirme	Elektrik	3,50
Piştirme	Doğalgaz	122,50
Toplam İşlem Enerjisi	352,10	
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		325,5
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		352,1
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
Uzun	Kamyon	
Orta	Gemi	
Kısa	Hava	
	Demiryol	
	Boru Hattı	
	Diğer	

ÇIKTILAR

Ürün	Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu, 900 ton/gün	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Kati, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Kil hammaddesi için tuğla yapımına elverişli dağ toprakları	1200 ton/gün	

Malzeme Adı	Referans
Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu	Firma 1

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu		?
	Çimento		?
	Kum		?
İşlem Gören Su		?	
Enerji			
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim	
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
	Gaz	Çimentoda yer alan kireç ve kalsiyum silikat	önemsiz

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Yükseklik*Kalınlık)

19*19*13,5 cm

Malzeme Adı	Referans
Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu	Firma 1

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			?		
Soğutma			?		

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm		Oranı %	0	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun	Geri Dönüştürme Zorluğu		Çok zor	
Bilinmiyor	Orta			Zor	
	Kısa			Kolay	

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrılmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı? Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu	Firma 1

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama
-------------------------------	--------	----------------------------------	----------------------	----------

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)	4	4	4	4	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)	4	4	4	4	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)	4	4	4	4	
	Görüşte bozulma (SO ₂)	4	4			
	Zehirlerin katkıları	4	4	4	4	
	Asitlenme (SO ₂)	4	4	4	4	
	Kokuların oluşumu	4	4		4	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi	4	4			
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)	4	4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)	4	4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi	4	4			
	İçme suyunun zehirlenmesi	4	4			
	Balıkların zehirlenmesi	4	4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)	4	4			
	Isı değişimi	4	4			
	Kokuda ve görüşte bozulma	4	4			
	Çökelmede artış	4	4	4	4	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4
	Saha ve Toprak Etkileri					4
	Sıkıştırma	4				
	Erozyon	2				
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	4	4			
	Azaltılmış hafriyat dolgusu	4	4	4	4	
	Kaynak Azalması					1
	Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	1	1			
	İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	1				
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					4	
Doğal ortamın değişmesi	4	4				
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler	4	4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler	4	4				

Malzeme Adı	Referans
Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu	Firma 1

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendirmiz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı	4	4			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı	2	2	2		
Kaza olasılığı	4	4			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				2	
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4	4
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı	4	4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı	4	4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4				
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					4

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	3	4	4	2	
Malzemelerin doğal enerjileri	4				
Geri kazanılan enerji				1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	4	4	4	
------------------------------	---	---	---	---	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				2	
Isıl kütle olarak kullanım				2	

Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama	6
-------------------------------	--------	----------------------------------	----------------------	----------	---

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu

Referans

Firma 1

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	2
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

1

Malzeme Adı

Yatay delikli pişmiş toprak duvar bloğu

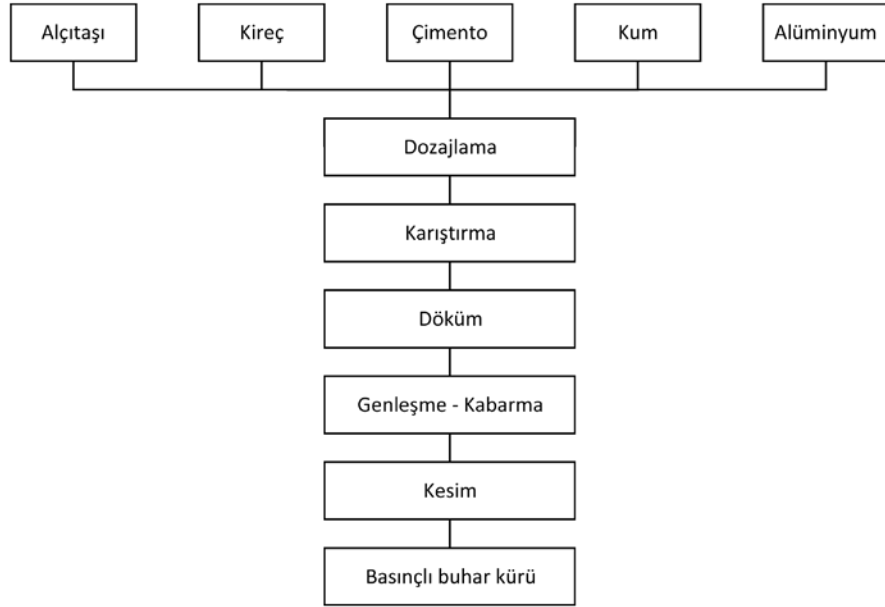
Referans

Firma 1

EK A.3

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

400

Malzeme Adı

Donatısız gazbeton duvar bloğu

Referans

Firma 2

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
Alçıtaşı	14,00	
Kireç	50,00	
Çimento	100,00	
Kum	210,00	
Alüminyum	0,55	
İşlem Gören Su	160	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)
Kum ve kireç öğütme ve üretim		20,00
Toplam İşlem Enerjisi		20,00
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i> []
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i> []
<i>Kısa</i> []		<i>Hava</i> []
		<i>Demiryol</i> []
		<i>Boru Hattı</i> []
		<i>Diğer</i> []
ÇIKTILAR		
Ürün	Donatısız gazbeton duvar bloğu	
Yan Ürün	[]	
Atıklar		
Fiziksel Hal (Kati, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
[]		
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
[]		
Malzeme Adı	Referans	
Donatısız gazbeton duvar bloğu	Firma 2	

		Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
		Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
GİRDİLER		Gazbeton blok	?	?
		Yapıştırma harcı	?	?
		İşlem Gören Su		?
	Enerji			
		Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
		Harç yapımı	Elektrik	?
	Taşıma			
		Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
	Uzun		Kamyon	
	Orta		Gemi	
	Kısa		Hava	
			Demiryol	
			Boru Hattı	
			Diğer	
ÇIKTILAR	Atıklar			
		Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
		Katı	Kesim artıkları	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Yükseklik*Kalınlık)

60*25*13,5 cm

Malzeme Adı	Referans
Donatısız gazbeton duvar bloğu	Firma 2

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			0,11 W/mK		
Soğutma			0,11 W/mK		

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm**Oranı %**

Var Yok

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa	Geri Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	Zor	Kolay
Bilinmiyor							

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Var Yok

Tekrar kullanım**Oranı %**

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa
Bilinmiyor			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Donatsız gazbeton duvar bloğu	Firma 2

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNSAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı									
Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı	4	4							
Toz ve partiküllerin etkisine maruz kalma olasılığı	2	2	3						
Kaza olasılığı	4	4							
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			2						
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		4				
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4				
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4				

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)									
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4						
Toz ve partiküllerin etkisine maruz kalma olasılığı			3						
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4						
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4				

Toplum Sağlığı ve Huzuru									
Kanserojenlerin salınımı	4	4							
Diğer zararlı maddelerin salınımı	4	4							
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4								
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4				
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					4				

ENERJİYE ETKİLER

İşlem ve Doğal Enerji									
Harcanan enerji	2	4	4	2					
Malzemelerin doğal enerjileri									
Geri kazanılan enerji					1				

Taşıma Enerjisi									
Toplam taşıma gereksinimleri	3	4	4	4					

İşletme Enerjisine Etkiler									
Isı kazanca ya da kayba yardım				4					
Isıl kütle olarak kullanım				4					

Malzeme Adı

Donatısız gazbeton duvar bloğu

Referans

Firma 2

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve	Yenileme ve Yok etme	Ortalama
-------------------------------	--------	---------------------------	----------------------	----------

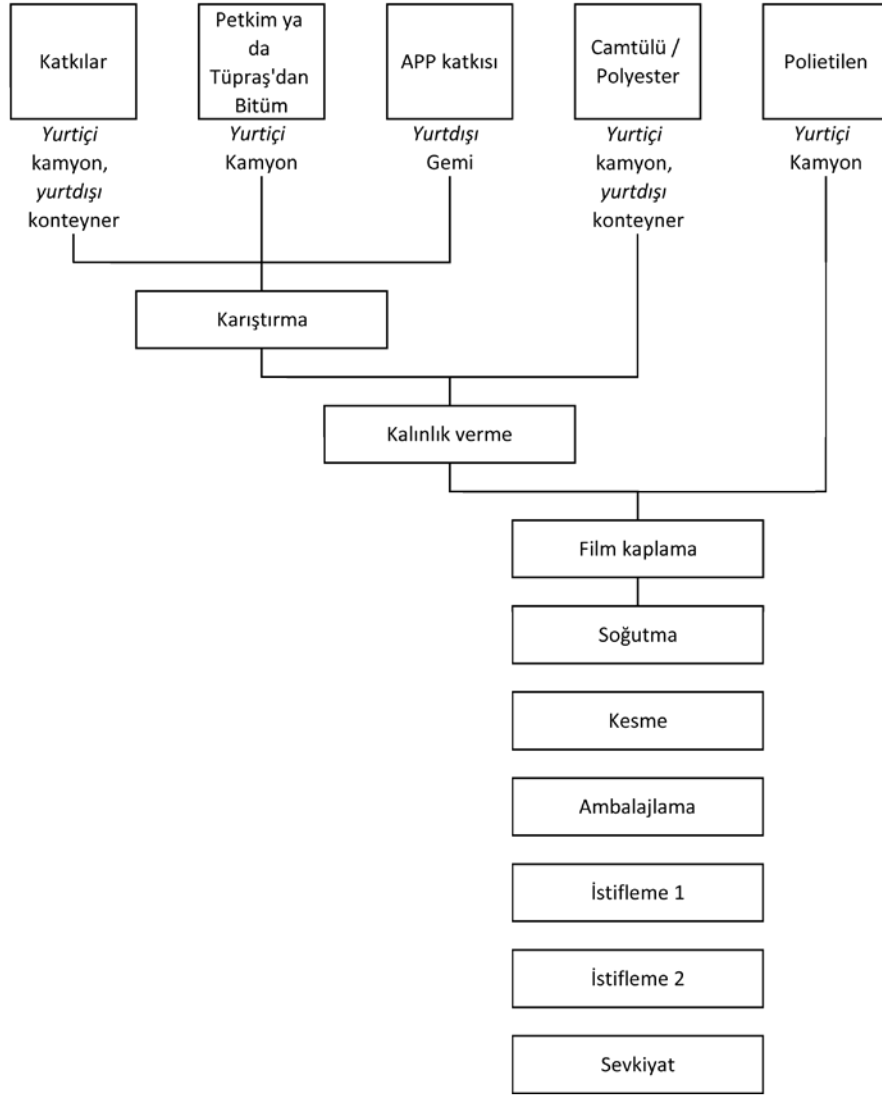
BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ	Dayanıklılık				
	Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü		4		
	Ortalama değiştirme yaşı		4		
	Bakım ve Onarım				
	Temizleme sıklığı		4		
	Temizleme türü		4		
	Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı		4		
	Tazeleme ya da yeniden uygulama türü		4		
	Diğer		4		
	Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik				
	Elden geçirme kolaylığı			2	
	Tekrar kullanılabilirlik			1	
	Geri dönüştürülebilirlik			1	
					4
					4
				1	

Malzeme Adı	Referans
Donatısız gazbeton duvar bloğu	Firma 2

EK A.4

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/cm^3)

?

Malzeme Adı
APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü

Referans
Firma 3

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
Bitüm	?	
APP	?	
Katkılar	?	
Polietilen	?	
Camtülü	?	
Polyester	?	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
Karıştırma	Elektrik	0,75
Kalınlık verme	Elektrik	
Film kaplama	Elektrik	
Soğutma	Elektrik	
Kesme	Elektrik	
Ambalajlama	Doğalgaz	0,09
İstifleme 1	Elektrik	
İstifleme 2	LPG	
Toplam İşlem Enerjisi		0,84
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
Ürün	APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Petrol yatakları (Hammadde)	?	
Malzeme Adı	Referans	
APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	Firma 3	

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	Şaloma Alevi	?
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Çamur tortuları	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

10 m. Rulo

Malzeme Adı	Referans
APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	Firma 3

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

15

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü	Firma 3

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					3
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)	4	4	4	3	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)	2	2	4	3	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)	2	2	4	3	
	Görüşte bozulma (SO ₂)	2	4			
	Zehirlerin katkıları	4	4	4	3	
	Asitlenme (SO ₂)		4	4		
	Kokuların oluşumu		3		2	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi					
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)	4	4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi	4	4			
	İçme suyunun zehirlenmesi	4	4			
	Balıkların zehirlenmesi	4	4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4			
	Isı değişimi		4			
	Kokuda ve görüşte bozulma		4			
	Çökelmede artış		3	4	2	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
	Saha ve Toprak Etkileri					4
	Sıkıştırma	4				
	Erozyon	4				
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	4	4			
	Azaltılmış hafriyat dolgusu	4	4	4	4	
	Kaynak Azalması					1
	Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	1	2			
	İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	1				
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					3	
Doğal ortamın değişmesi	2	4				
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler	2	4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler	3	4				

Malzeme Adı

APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü

Referans

Firma 3

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendirmiz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı	3	1				
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		1	4			
Kaza olasılığı						
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		3	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı	3	4				
Diğer zararlı maddelerin salınımı	3	4				
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					3	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					4	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	3	3	4	4		
Malzemelerin doğal enerjileri	3					
Geri kazanılan enerji					1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	3	4	4		
------------------------------	---	---	---	---	--	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım					1	
Isıl kütle olarak kullanım					1	

ENERJİYE ETKİLER

Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama	6
-------------------------------	--------	----------------------------------	----------------------	----------	---

3

4

4

3

4

1

Malzeme Adı

APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü

Referans

Firma 3

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	3
Ortalama değiştirme yaşı	3

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

3

4

1

Malzeme Adı

APP katkılı bitümlü su yalıtım örtüsü

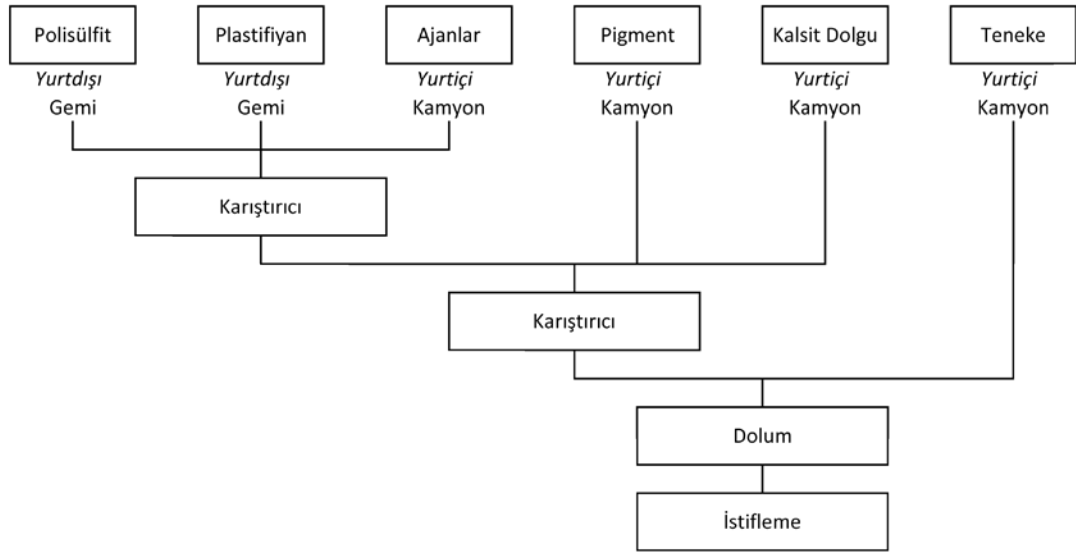
Referans

Firma 3

EK A.5

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m³)

1600

Malzeme Adı

Polisülfid esaslı su yalıtım macunu

Referans

Firma 4

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
Polisülfıt	?	
Plastifiyan	?	
Ajanlar	?	
Pigment	?	
Kalsit Dolgu	?	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
Mikser	Elektrik	
Dolum		
İstifleme		
Toplam İşlem Enerjisi		0,008
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
ÇIKTILAR		
Ürün	Polisülfıt esaslı su yalıtım macunu	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Petrol yatakları (Hammadde)	?	

Malzeme Adı	Referans
Polisülfıt esaslı su yalıtım macunu	Firma 4

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	Tabanca	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
ÇIKTILAR		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Kati, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Kati	Metal kutu	4 kg teneke kutu

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

4 kg teneke kutu

Malzeme Adı	Referans
Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	Firma 4

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

30

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Polisülfid esaslı su yalıtım macunu	Firma 4

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)		4	4	4	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)		4	4	2	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)		4	4	4	
	Görüşte bozulma (SO ₂)		4			
	Zehirlerin katkıları		4	4	4	
	Asitlenme (SO ₂)		4	4	4	
	Kokuların oluşumu		4		4	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi		3			
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)		4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi		4			
	İçme suyunun zehirlenmesi		4			
	Balıkların zehirlenmesi		4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4			
	Isı değişimi		4			
	Kokuda ve görüşte bozulma		4			
	Çökelmede artış		4	4	4	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				2	
Saha ve Toprak Etkileri					4	
Sıkıştırma						
Erozyon						
Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi		4				
Azaltılmış hafriyat dolgusu		4	4	4		
Kaynak Azalması					4	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi		4				
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi						
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					4	
Doğal ortamın değişmesi		4				
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler		4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler		4				

Malzeme Adı

Polisülfid esaslı su yalıtım macunu

Referans

Firma 4

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4				
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı		4	4			
Kaza olasılığı		4				
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	4		
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4		

4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Biyolojik kirleticilerin etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4		

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4				
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4				
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler						
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4		
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				2		

4

ENERJİYE ETKİLER

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4		
Malzemelerin doğal enerjileri					1	
Geri kazanılan enerji						

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		2	4	4		
------------------------------	--	---	---	---	--	--

3

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				1		
Isıl kütle olarak kullanım				1		

1

Malzeme Adı

Polisülfid esaslı su yalıtım macunu

Referans

Firma 4

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4
4

4

4
4
4
4
4

1

1
1
1

Malzeme Adı

Polisülfid esaslı su yalıtım macunu

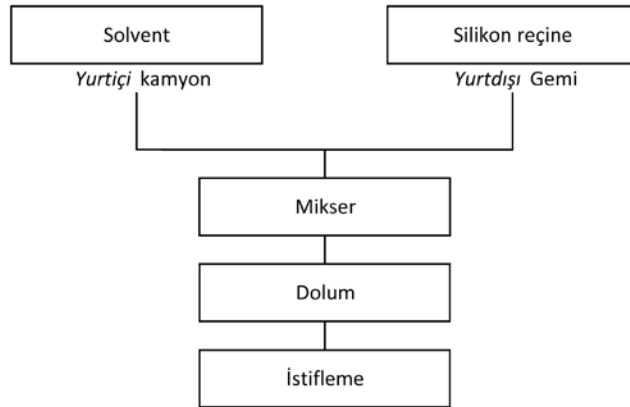
Referans

Firma 4

EK A.6

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3)

0,89

Malzeme Adı

Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı

Referans

Firma 5

GİRDİLER	Hammaddeler		
	Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
	Solvent	900 g/kg	
	Silikon reçine	100 g/kg	
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
	Mikser	Elektrik	0,025
	Dolum	Elektrik	0,01
	İstifleme	Elektrik	0,03
Toplam İşlem Enerjisi		0,029	
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)			
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?	
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>		
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>		
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>		
	<i>Demiryol</i>		
	<i>Boru Hattı</i>		
	<i>Diğer</i>		
Ürün	Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı		
Yan Ürün			
Atıklar			
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim	
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)			
Çeşit	Miktar/Birim		
Petrol yatakları (Hammadde)	?		

Malzeme Adı	Referans
Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı	Firma 5

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Solvent Bazlı Silikon Taşıyıcı Su Yalıtımı	Fırça	0,25 - 1 lt/m ²
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

5 lt ve 50 lt Varil

Malzeme Adı	Referans
Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı	Firma 5

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

15

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm**Oranı %**

Var

Yok

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa	Geri Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	Zor	Kolay
Bilinmiyor							

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Var

Yok

Tekrar kullanım**Oranı %**

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa
Bilinmiyor			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var

Yok

Malzeme Adı	Referans
Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı	Firma 5

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)		4	4	4	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)		4	4	4	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)		4	4	4	
	Görüşte bozulma (SO ₂)		4			
	Zehirlerin katkıları		4	4	4	
	Asitlenme (SO ₂)		4	4	4	
	Kokuların oluşumu		4		4	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi		4			
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)		4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi		4			
	İçme suyunun zehirlenmesi		4			
	Balıkların zehirlenmesi		4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4			
	Isı değişimi		4			
	Kokuda ve görüşte bozulma		4			
	Çökelmede artış		4	4	4	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Saha ve Toprak Etkileri					4	
Sıkıştırma						
Erozyon						
Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi		4				
Azaltılmış hafriyat dolgusu		4	4	4		
Kaynak Azalması					4	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi		4				
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi						
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					4	
Doğal ortamın değişmesi		4				
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler		4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler		4				

Malzeme Adı	Referans
Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvası	Firma 5

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4				
Toz ve partiküllerin etkisine maruz kalma olasılığı		4	4			
Kaza olasılığı		4				
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Toz ve partiküllerin etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4			
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4				
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4				
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler						
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					2	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4		
Malzemelerin doğal enerjileri						
Geri kazanılan enerji					1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		3	4	4		
------------------------------	--	---	---	---	--	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım					1	
Isıl kütle olarak kullanım					1	

Ham madde Temini ve İşlenmesi						
Üretim						
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım						
Yenileme ve Yok etme						
Ortalama						6

Malzeme Adı

Solvent esaslı silikon katkılı su yalıtım sıvısı

Referans

Firma 5

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	3
Ortalama değiştirme yaşı	3

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

3

4

1

Malzeme Adı

Solvent esaslı silikon katkı su yalıtım sıvası

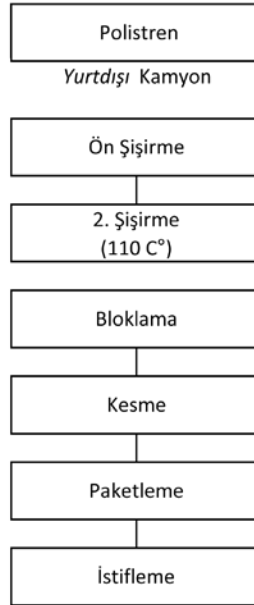
Referans

Firma 5

EK A.7

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

16

Malzeme Adı

Genleştirilmiş polistren levha (EPS)

Referans

Firma 6

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m ³)	
Polistren	16	
İşlem Gören Su	1000	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m ³)
Ön Şişirme		
2. Şişirme (Buhar Enerjisi)	Doğalgaz	0,02
Bloklama (Buhar Enerjisi)	Doğalgaz	5,00
Kesme	Elektrik	0,03
Paketleme	Elektrik	0,44
İstifleme		
Toplam İşlem Enerjisi		5,49
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		5,02
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
Uzun	Kamyon	
Orta	Gemi	
Kısa	Hava	
	Demiryol	
	Boru Hattı	
	Diğer	
Ürün	Genleştirilmiş polistren levha (EPS) 16 Dns.	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Doğalgaz (Üretim)	?	

Malzeme Adı	Referans
Genleştirilmiş polistren levha (EPS)	Firma 6

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
Ekspande Polistren	Plastik dübel,	?
Çimento	Karıştırıcı Mikser, Mala	?
Kum	Karıştırıcı Mikser, Mala	?
Su	Karıştırıcı Mikser, Mala	?
File		?
İşlem Gören Su		?
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Harç yapımı	Elektrik	?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
Çıktılar		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Fire EPS ve file	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

100*50*4 cm

Malzeme Adı	Referans
Genleştirilmiş polistren levha (EPS)	Firma 6

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			0,04 W/mK		
Soğutma			0,04 W/mK		

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm		Oranı %	0	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun	Geri Dönüştürme Zorluğu		Çok zor	
Bilinmiyor	Orta			Zor	
	Kısa			Kolay	

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrılmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Genleştirilmiş polistren levha (EPS)	Firma 6

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı		4	4		
Kaza olasılığı		4			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				1	

3

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji				3	

4

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		1	4	4	
------------------------------	--	---	---	---	--

3

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			4		
Isıl kütle olarak kullanım			4		

4

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Genleştirilmiş polistren levha (EPS)

Referans

Firma 6

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

1

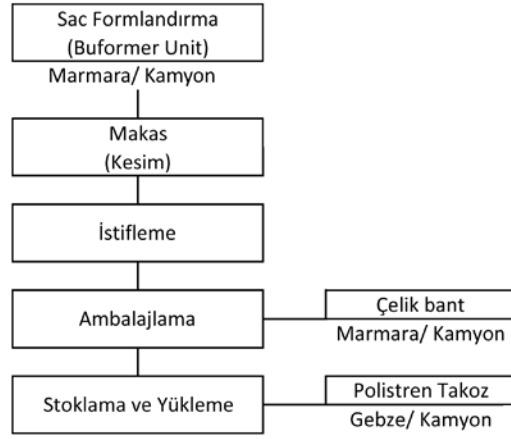
Malzeme Adı

Genleştirilmiş polistren levha (EPS)

Referans

Firma 6

EK A.8



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

7800

Malzeme Adı

Metal levha (düz, oluklu, trapez)

Referans

Firma 7

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Vida	Elektrikli matkap	1 vida/ m ²
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
	Vidalama	Elektrikli matkap	?
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
	Katı	sac panel	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

100*100*0,12 cm

Malzeme Adı	Referans
Metal levha (düz, oluklu, trapez)	Firma 7

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	100	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun	Gerİ Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	
Bilinmiyor	Orta		Zor	
	Kısa		Kolay	

Gerİ dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrılmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Metal levha (düz, oluklu, trapez)	Firma 7

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendirmiz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4				
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		4	3			
Kaza olasılığı		4				
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4				
Diğer zararlı maddelerin salınımı	3	4				
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					4	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	1	4	4	4		
Malzemelerin doğal enerjileri	1					
Geri kazanılan enerji					4	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	4	4	4		
------------------------------	---	---	---	---	--	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				1		
Isıl kütle olarak kullanım				1		

ENERJİYE ETKİLER

6

Ham madde Temini ve İşlenmesi						
Üretim						
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım						
Yenileme ve Yok etme						
Ortalama						

4

4

4

3

4

1

Malzeme Adı

Metal levha (düz, oluklu, trapez)

Referans

Firma 7

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

	Hammadde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama
Dayanıklılık					4
Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü			4		
Ortalama değiştirme yaşı			4		
Bakım ve Onarım					4
Temizleme sıklığı			4		
Temizleme türü			4		
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı			4		
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü			4		
Diğer			4		
Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik					4
Elden geçirme kolaylığı				4	
Tekrar kullanılabilirlik				4	
Geri dönüştürülebilirlik				4	

Malzeme Adı

Metal levha (düz, oluklu, trapez)

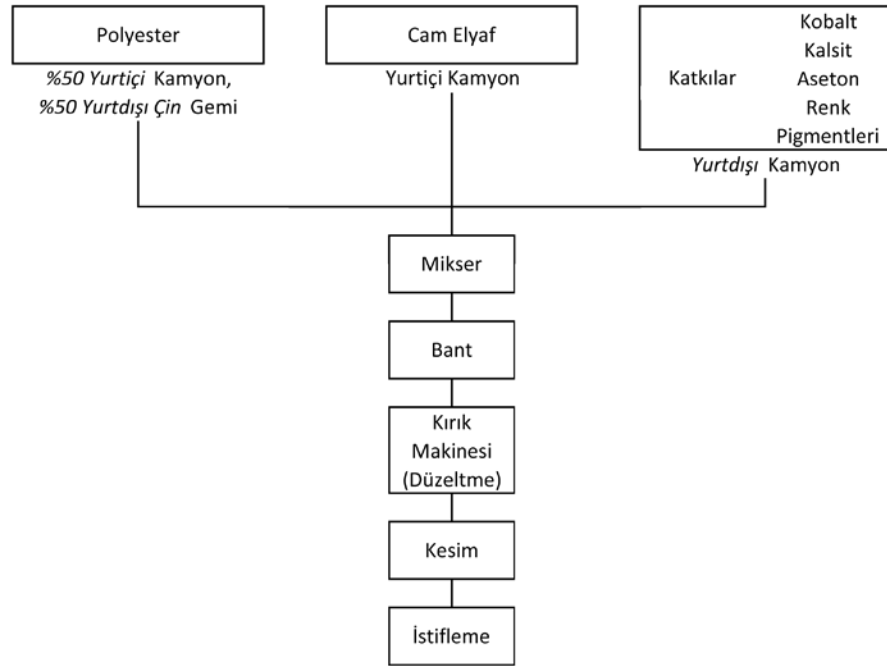
Referans

Firma 7

EK A.9

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

16

Malzeme Adı

Cam takviyeli plastik levha

Referans

Firma 8

GİRDİLER

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m ³)	
Polyester	0,95	
Cam Elyafı	0,34	
Katkılar	0,07	
Film	0,04	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m ³)
Mikser	Elektrik	0,3
Bant (110 C° ısı enerjisi)	Elektrik	15
Kırık makinesi ile düzeltme	Elektrik	30
Kesim	Elektrik	1
Toplam İşlem Enerjisi		46,3
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
Uzun	Kamyon	
Orta	Gemi	
Kısa	Hava	
	Demiryol	
	Boru Hattı	
	Diğer	

ÇIKTILAR

Ürün	Cam Takviyeli Plastik Levha	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Gaz	Polyester CO, NO, SO ₂	?
Sıvı	Polyester ve boya karışımı	30 kg/gün
Katı	Kırık CTP parçaları	?
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Doğalgaz (Üretim)	?	

Malzeme Adı

Cam takviyeli plastik levha

Referans

Firma 8

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
Cam Takviyeli Plastik Levha	Vinç	
Vida	Elektrikli matkap	?
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Vidalama	Elektrik	?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

3000*875*3 mm

Malzeme Adı	Referans
Cam takviyeli plastik levha	Firma 8

(Kullanım) Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma			%75 ışık geçirgenliği	Yarı saydam malzeme	
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR

(Kullanım) Atıklar

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

50

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		Çok zor	
Bilinmiyor	Orta		Zor	
	Kısa		Kolay	

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Cam takviyeli plastik levha	Firma 8

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					3	
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)		4	4	4		
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)		1	4	1		
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)		4	4	2		
	Görüşte bozulma (SO ₂)		4				
	Zehirlerin katkıları		4	4	1		
	Asitlenme (SO ₂)		4	4	4		
	Kokuların oluşumu		1		1		
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği						4
	Su tüketimi		4				
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4				
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)		4				
	Suda yaşayanların zehirlenmesi		4				
	İçme suyunun zehirlenmesi		4				
	Balıkların zehirlenmesi		4				
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4				
	Isı değişimi		4				
	Kokuda ve görüşte bozulma		4				
	Çökelmede artış		4	4	4		
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4		
Saha ve Toprak Etkileri						3	
Sıkıştırma							
Erozyon							
Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi		2					
Azaltılmış hafriyat dolgusu		2	4	4			
Kaynak Azalması						2	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi		2					
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi							
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması						4	
Doğal ortamın değişmesi		4					
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler		4					
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler		4					

Malzeme Adı	Referans
Cam takviyeli plastik levha	Firma 8

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		2			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı		3	4		
Kaza olasılığı		3			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			3		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

3

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				1	

3

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		3	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji				1	

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		3	4	4	
------------------------------	--	---	---	---	--

4

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			2		
Isıl kütle olarak kullanım			1		

2

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Cam takviyeli plastik levha

Referans

Firma 8

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	4
Tekrar kullanılabilirlik	4
Geri dönüştürülebilirlik	1

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

3

Malzeme Adı

Cam takviyeli plastik levha

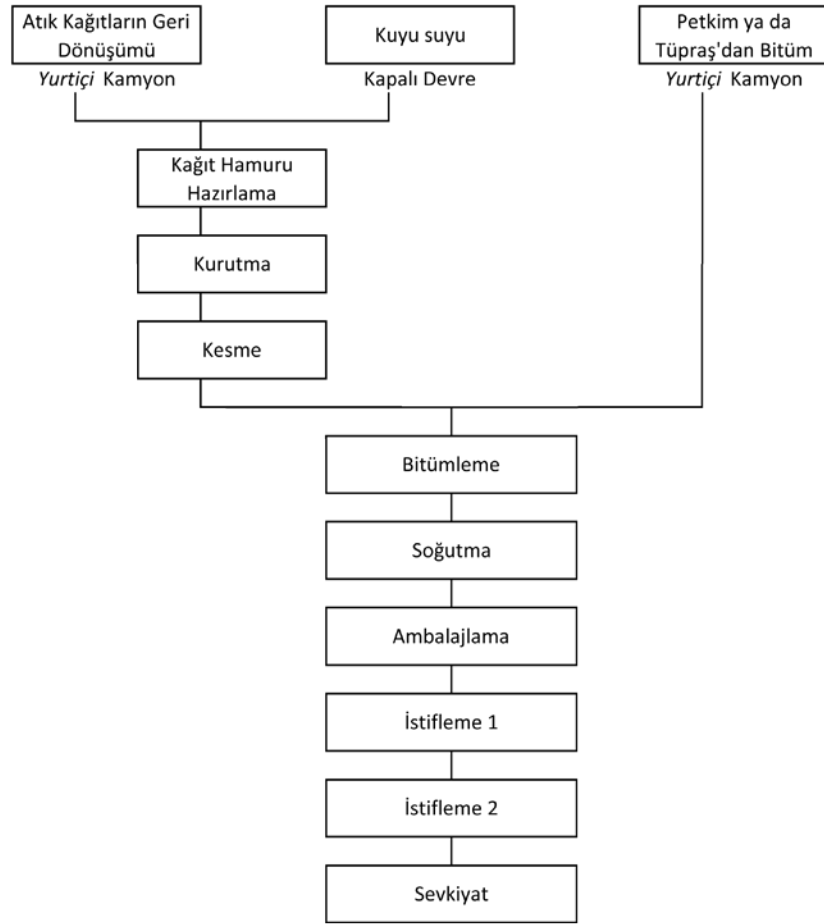
Referans

Firma 8

EK A.10

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

1100

Malzeme Adı

Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha

Referans

Firma 9

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
Atık kağıt	?	
Bitüm	?	
İşlem Gören Su	?	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
Kağıt Hamuru Hazırlama	Elektrik	0,026
Kurutma 1	Elektrik	0,016
Kurutma 2	LPG + LNG	0,8
Kesme	Elektrik	0,04
Bitümleme	Elektrik	
Soğutma	Elektrik	
Ambalajlama	Doğalgaz	
İstifleme 1	Elektrik	
İstifleme 2	LPG	
Toplam İşlem Enerjisi		0,882
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
Ürün	Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Çamur tortuları	?
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Petrol yatakları (Hammadde)	?	
Malzeme Adı		
Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha		
Referans		
Firma 9		

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	Matkap	
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
	Matkapla delme	Pil	?
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Kalınlık)

200*95*0,3 cm

Malzeme Adı	Referans
Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	Firma 9

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

10

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	Firma 9

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)	4	4	4	3	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)	3	3	4	3	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)	3	3	4	3	
	Görüşte bozulma (SO ₂)	3	4			
	Zehirlerin katkıları	4	4	4	3	
	Asitlenme (SO ₂)		4	4		
	Kokuların oluşumu		4		2	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi					
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)	4	4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi	4	4			
	İçme suyunun zehirlenmesi	4	4			
	Balıkların zehirlenmesi	4	4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4			
	Isı değişimi		4			
	Kokuda ve görüşte bozulma		4			
	Çökelmede artış		3	4	2	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
	Saha ve Toprak Etkileri					4
	Sıkıştırma	4				
	Erozyon	4				
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	4	4			
	Azaltılmış hafriyat dolgusu	4	4	4	4	
	Kaynak Azalması					1
	Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	1	2			
	İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	1				
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					3	
Doğal ortamın değişmesi	2	4				
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler	2	4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler	3	4				

Malzeme Adı	Referans
Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha	Firma 9

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı	3	1			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı		1	4		
Kaza olasılığı					
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	3	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

3

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı	3	4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı	3	4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4				
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				3	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				4	

4

ENERJİYE ETKİLER

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	1	3	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri	3				
Geri kazanılan enerji				1	

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	4	4	4	
------------------------------	---	---	---	---	--

4

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			1		
Isıl kütle olarak kullanım			1		

1

Malzeme Adı

Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha

Referans

Firma 9

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	3
Ortalama değiştirme yaşı	3

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

3

4

1

Malzeme Adı

Kâğıt taşıyıcılı bitüm emdirilmiş oluklu levha

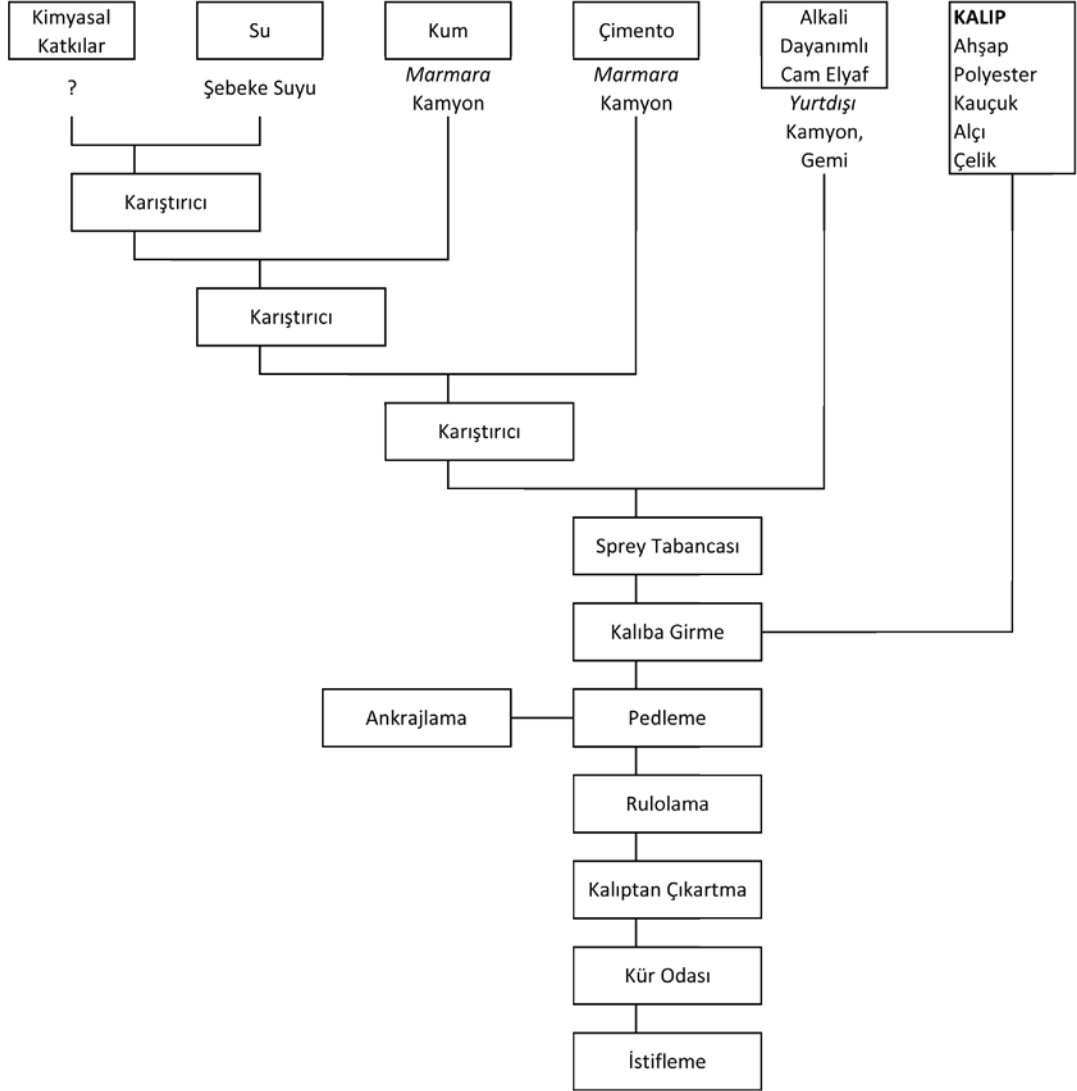
Referans

Firma 9

EK A.11

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m³)

1900

Malzeme Adı

Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

Referans

Firma 10

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
Katkılar	2	
Kum	33	
Çimento	83	
Cam Elyaf	5	
İşlem Gören Su	43	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)
Mikser	Elektrik, Doğalgaz	?
Sprey Tabancası		?
		?
Toplam İşlem Enerjisi		45,00
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>

ÇIKTILAR		
Ürün	Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Yanlış Dökülmüş, hatalı, yüzeyi bozuk FTB	?
Katı	Fire karkas kutu profil	0,10 kg/m ²
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Su	?	
Silis Ocakları	?	
Çimento için Hammaddeler	?	

Malzeme Adı	Referans
Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 10

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Selülozik Elyaf Takviyeli Çimento		?
	Galvaniz Boya		?
	Çelik Dübel	Elektrikli Matkap	?
	Çelik Ankraj	Elektrot	?
	Derz için poliüretan macun		?
	İşlem Gören Su		?
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Matkapla vidalama	Elektrik	?	
Cephede Montaj	Vinç	?	
Derz Dolgusu	Spiral		
Taşıma			
Taşıma Mesafesi		Taşıma Yöntemleri	
Uzun		Kamyon	
Orta		Gemi	
Kısa		Hava	
		Demiryol	
		Boru Hattı	
		Diğer	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
	Katı	Kesilen parçalar	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

3000*1250*12 mm

Malzeme Adı	Referans
Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 10

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

25

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer
			Yüzey Koruyucu Su İtici Yalıtım

Geri dönüşüm**Oranı %**

Var

Yok

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa	Geri Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	Zor	Kolay
Bilinmiyor							

Geri dönüştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrılmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım**Oranı %**

Var

Yok

Taşıma Mesafesi	Uzun	Orta	Kısa	Oranı %
Bilinmiyor				0

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var

Yok

Malzeme Adı	Referans
Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 10

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4	
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)		4	4	4		
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)		4	4	3		
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)		4	4	4		
	Görüşte bozulma (SO ₂)		4				
	Zehirlerin katkıları		4	4	4		
	Asitlenme (SO ₂)		4	4	4		
	Kokuların oluşumu		4		4		
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği						4
	Su tüketimi		2				
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4				
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)		4				
	Suda yaşayanların zehirlenmesi		4				
	İçme suyunun zehirlenmesi		4				
	Balıkların zehirlenmesi		4				
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4				
	Isı değişimi		4				
	Kokuda ve görüşte bozulma		4				
	Çökelmede artış		4	4	3		
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				2		
Saha ve Toprak Etkileri						4	
Sıkıştırma							
Erozyon							
Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi		4					
Azaltılmış hafriyat dolgusu		4	4	2			
Kaynak Azalması						3	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi		3					
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi							
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması						4	
Doğal ortamın değişmesi		4					
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler		4					
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler		4					

Malzeme Adı	Referans
Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 10

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		2	4		
Kaza olasılığı		3			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			2		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			3	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				3	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			3		
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı			3		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				4	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji				1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		4	4	4	
------------------------------	--	---	---	---	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			1		
Isıl kütle olarak kullanım			1		

Ham madde Temini ve İşlenmesi					
Üretim					
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım					
Yenileme ve Yok etme					
Ortalama					6

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

Referans

Firma 10

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	4
Tekrar kullanılabilirlik	2
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

2

Malzeme Adı

Cam elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

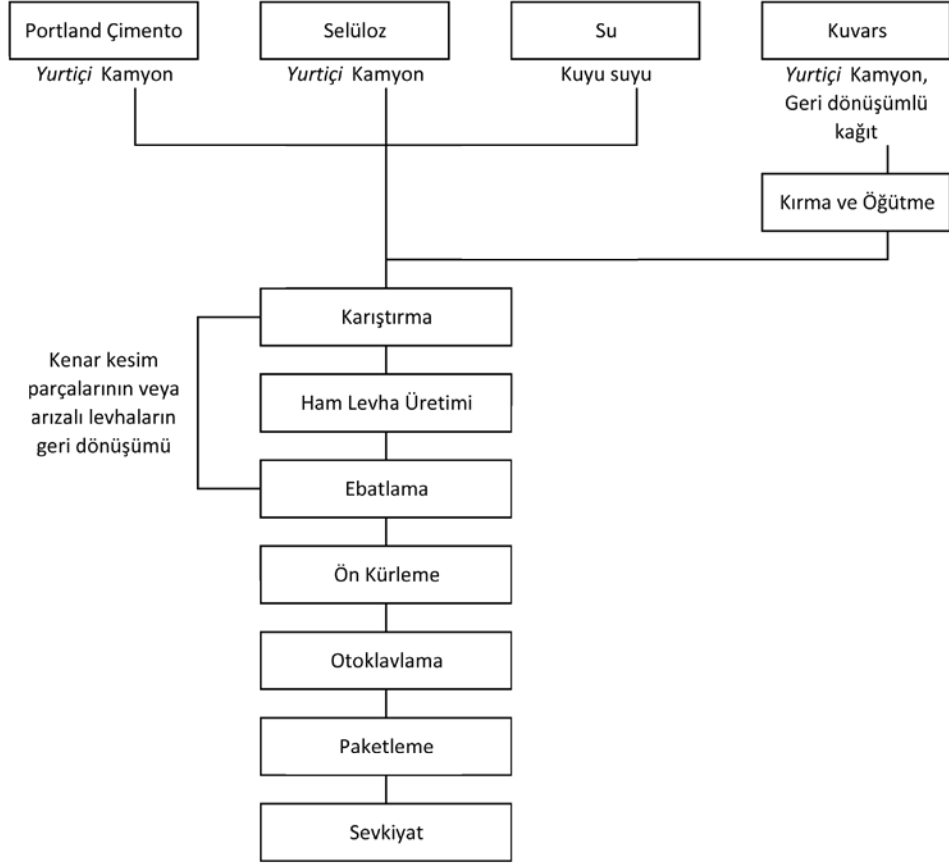
Referans

Firma 10

EK A.12

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

1400

Malzeme Adı

Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

Referans

Firma 11

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
Portland Çimento	378	
Kuvars	588	
Selülozik Elyaf	112	
İşlem Gören Su	322	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)
Portland çimento üretimi	?	27,00
Kırma ve öğütme	?	
Selüloz geri dönüştürme	?	
Karıştırma	Elektrik	
Ham levha üretimi	Elektrik	
Ebatlama	Elektrik	
Otoklavlama (200 °C)	Kömür ve Talaş	
Paketleme (Forklift)	Mazot	
Toplam İşlem Enerjisi		127,00
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR		
Ürün	Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Çimento Kuvars Selüloz	0,002 kg/m ³
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Kuvarsit Ocağı	?	
Çimento için Hammaddeler	?	
Malzeme Adı	Referans	
Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 11	

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması		
	0,5mm sacdan M profil		35 m/m ²
	Vida	Elektrikli Matkap	12 ad/m ²
	Derz için poliüretan macun		40 mg/m ²
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
	Matkapla vidalama	Elektrik	?
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
Uzun		Kamyon	
Orta		Gemi	
Kısa		Hava	
		Demiryol	
		Boru Hattı	
		Diğer	
Atıklar			
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim	
ÜRÜNÜN BOYUTLARI (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)			
2500*1250*10 mm			
Malzeme Adı	Referans		
Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 11		

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			$\lambda= 0,18 \text{ W/mK}$		
Soğutma			$\lambda= 0,18 \text{ W/mK}$		

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

50

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer
			Boyama

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun	5	
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 11

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler							4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)	4	4	4	4			
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)	4	3	4	4			
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)	4	4	4	4			
	Görüşte bozulma (SO ₂)	3	4					
	Zehirlerin katkıları	4	4	4	4			
	Asitlenme (SO ₂)	4	4	4	4			
	Kokuların oluşumu	4	4		4			
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği							4
	Su tüketimi	4	2					
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)	4	4					
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)	4	4					
	Suda yaşayanların zehirlenmesi	4	4					
	İçme suyunun zehirlenmesi	4	4					
	Balıkların zehirlenmesi	4	4					
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)	4	4					
	Isı değişimi	4	4					
	Kokuda ve görüşte bozulma	4	4					
	Çökeltmede artış	4	4	4	4			
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar							4
	Saha ve Toprak Etkileri							4
	Sıkıştırma	4						
	Erozyon	4						
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	4	4					
	Azaltılmış hafriyat dolgusu	4	4	4	4			
	Kaynak Azalması							2
	Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	2	3					
	İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	1						
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması							4	
Doğal ortamın değişmesi	3	4						
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler	4	4						
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler	4	4						

Malzeme Adı	Referans
Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması	Firma 11

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı	4	4			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı	3	4	4		
Kaza olasılığı	3	3			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			3		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			3	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı	4	4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı	4	4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4				
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				4	

4

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	3	3	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri	4				
Geri kazanılan enerji				1	

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	3	4	3	3	
------------------------------	---	---	---	---	--

3

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			3		
Isıl kütle olarak kullanım			1		

2

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

Referans

Firma 11

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	4
Tekrar kullanılabilirlik	4
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

3

Malzeme Adı

Selülozik elyaf takviyeli çimento esaslı cephe kaplaması

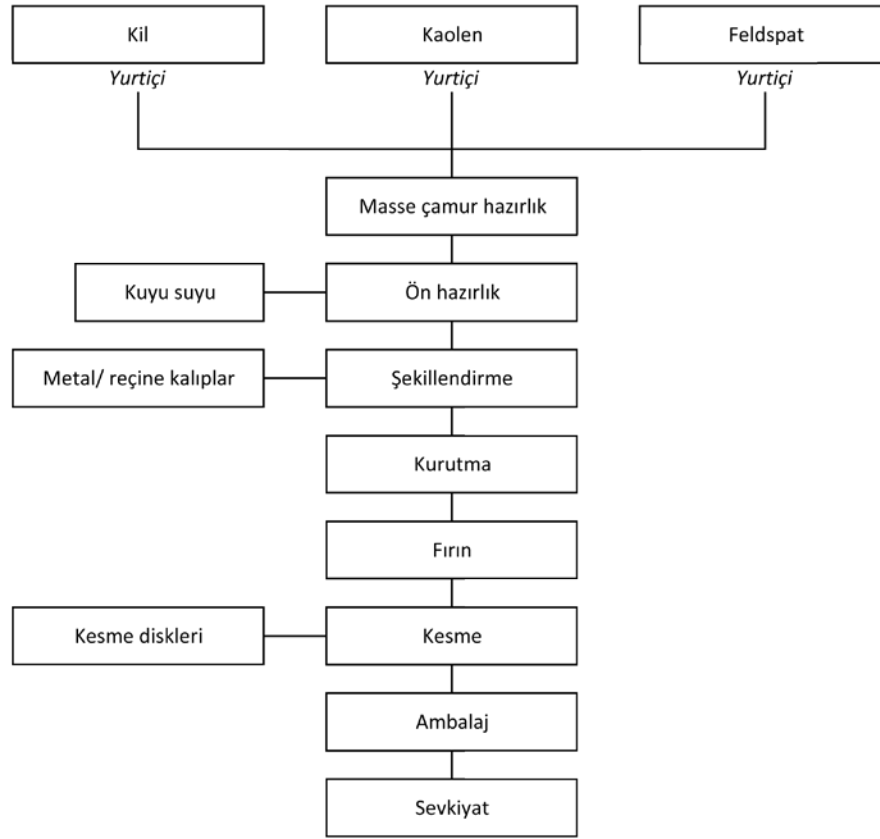
Referans

Firma 11

EK A.13

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3)

1,92

Malzeme Adı

Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)

Referans

Firma 12

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
kil	14,45	
kaolen	12,04	
feldspat	10,40	
Kesme diskleri	2,00	
Metal kalıplar	2,00	
Reçine kalıplar	3,00	
diğer	3,25	
İşlem Gören Su	15,50	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)
Masse çamur hazırlık	Elektrik + Doğalgaz	3,10
Ön hazırlık	Elektrik	4,80
Şekillendirme	Elektrik	14,40
Kesme işlemi	Elektrik	100,00
Filter pres	Elektrik	0,18
Kurutma odaları	Doğalgaz	2,30
Kurutma	Elektrik + Doğalgaz	28,80
Pişirme, Kalite ayırım	Elektrik + Doğalgaz	48,00
Toplam İşlem Enerjisi		201,58
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
Ürün	klinker ince dış cephe kaplaması (porselen standartlarında)	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Kesme atıkları	0,5 kg/m ²
Katı	Kalitesizlik zayıatları	1,7 kg/m ²
Katı	Ön hazırlık ve presleme atıkları	0,2 kg/m ²
SIVI	Atık çamur	0,4 kg/m ²
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Doğalgaz	80 kw/m ²	
Su	18 kg/m ²	
Doğal hammaddeler karışımı	42 kg/m ²	
Malzeme Adı	Referans	
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	Firma 12	

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)		
Yapıştırma harcı	mala	5,5 kg/m ²
İşlem Gören Su		?
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	kesme kırıkları	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

40*20*2 cm

Malzeme Adı	Referans
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	Firma 12

Malzemenin enerjiye etkisi					
	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatm					
Isıtma			5.0-8.0x10-6 K-1	ısı genleşme katsayısı	
Soğutma					

Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)
∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri			
Temizleme	Sivama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Geri dönüştürmedeki zorluklar	Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.	Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.	Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.	Ayrılmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Elden çıkarma, yok etme	
Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım Yakmak

Elden çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız	Var	Yok

Malzeme Adı	Referans
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	Firma 12

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Hammadde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme	Ortalama
------------------------------	--------	----------------------------------	----------------------	----------

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					2
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)		3	1	1	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)		3	1	1	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)					
	Görüşte bozulma (SO ₂)	1	1			
	Zehirlerin katkıları					
	Asitlenme (SO ₂)					
	Kokuların oluşumu					
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					2
	Su tüketimi		2			
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)					
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)					
	Suda yaşayanların zehirlenmesi					
	İçme suyunun zehirlenmesi					
	Balıkların zehirlenmesi					
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)					
	Isı değişimi					
	Kokuda ve görüşte bozulma					
	Çökelmede artış					
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					
	Saha ve Toprak Etkileri					2
	Sıkıştırma					
	Erozyon					
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	2				
	Azaltılmış hafriyat dolgusu					
Kaynak Azalması					2	
Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	3	2				
İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	1					
Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması						
Doğal ortamın değişmesi						
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler						
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler						

Malzeme Adı	Referans
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	Firma 12

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendirmiz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		1			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı	3	2			
Kaza olasılığı	1	1			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı					
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı					
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı					
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı					
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı					
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı					
Diğer zararlı maddelerin salınımı					
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	1	3			
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji					

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	3	1			
------------------------------	---	---	--	--	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				3	
Isıl kütle olarak kullanım					

Ham madde Temini ve İşlenmesi					
Üretim					
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım					
Yenileme ve Yok etme					
Ortalama					6

ENERJİYE ETKİLER

Malzeme Adı

Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)

Referans

Firma 12

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık				
Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü		4		
Ortalama değiştirme yaşı		4		
Bakım ve Onarım				
Temizleme sıklığı		1		
Temizleme türü		1		
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı		1		
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü		1		
Diğer				
Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik				
Elden geçirme kolaylığı			4	
Tekrar kullanılabilirlik			3	
Geri dönüştürülebilirlik			4	

4

1

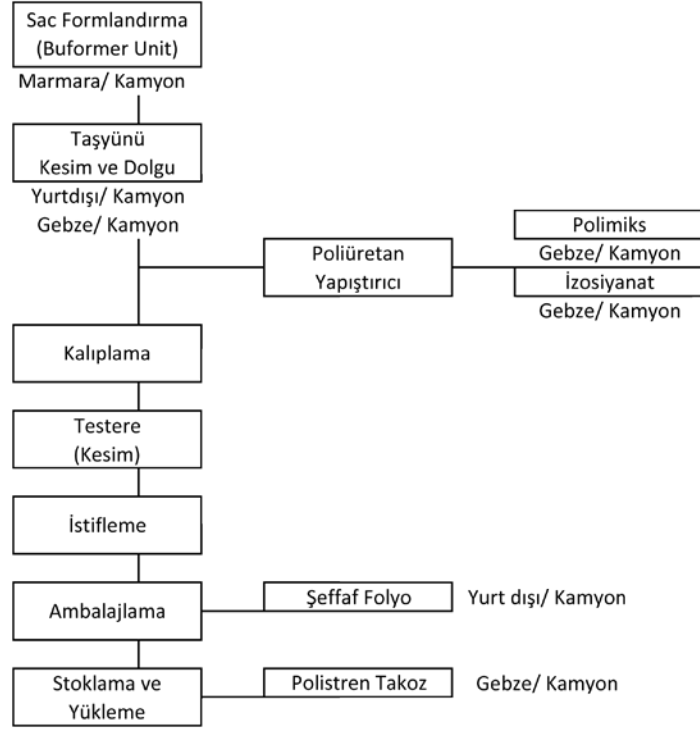
4

Malzeme Adı	Referans
Seramik esaslı yapay taş cephe kaplaması (Klinker)	Firma 12

EK A.14

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m^3)

Boyalı galvanizli sac: $7,8 gr/cm^3$, Taş yünü: $90- 150 kg/m^3 \sim 100 kg/m^3$

Malzeme Adı

Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha

Referans

Firma 13

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
Sac		
Polimiks		
İzosiyanat		
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)
Sac formlandırma		?
Taşyünü kesim		?
Kalıplama		?
Kesim		?
İstifleme		?
Ambalajlama		?
Toplam İşlem Enerjisi		0,05
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
Ürün	Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Kati, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Kati	Sac (Hurda)	?
Kati	Taş yünü	5%
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)		
Çeşit	Miktar/Birim	
?		
Malzeme Adı		
Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha		Referans
		Firma 13

ÇIKTILAR

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Kutu profil		4- 8 kg/ m ²
	Vida	Elektrikli matkap	1 vida/ m ²
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
	Panel kesme	Spiral taşı	?
	Vidalama	Elektrikli matkap	?
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
	Katı	sac/ taş yünü panel	?

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

100*100*5 cm

Malzeme Adı	Referans
Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 13

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			0,035 W/mK		
Soğutma			0,035 W/mK		

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Yok
	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	
	Yakmak	

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 13

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

5

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

Ham madde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

EKOLOJİK VE ÇEVRESEL ETKİLER	Hava Kalitesi / Atmosferik Etkiler					4
	Stratosfer seviyesinde olası ozon tüketimi (CFC)	4	4	4	4	
	Küresel Isınma olasılığı / Sera gazları (CO ₂)	4	4	4	4	
	Olası fotokimyasal oksidan üretimi (O ₃)	4	4	4	4	
	Görüşte bozulma (SO ₂)	4	4			
	Zehirlerin katkıları	4	4	4	4	
	Asitlenme (SO ₂)	4	4	4	4	
	Kokuların oluşumu	4	4		4	
	Su Kalitesi / Kullanılabilirliği					4
	Su tüketimi		4			
	Besleyici madde yüklemesi (Gübre)		4			
	Su bitkilerinin aşırı büyümesi (Soda, fosfor artışı)		4			
	Suda yaşayanların zehirlenmesi		4			
	İçme suyunun zehirlenmesi		4			
	Balıkların zehirlenmesi		4			
	Asitlenme (Fosil yakıtlar, çimento sonucu CO ₂)		4			
	Isı değişimi		4			
	Kokuda ve görüşte bozulma		4			
	Çökelmede artış		4	4	4	
	Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
	Saha ve Toprak Etkileri					4
	Sıkıştırma	3				
	Erozyon	3				
	Toprağın kimyasal yapısının değişmesi/kirlenmesi	3	4			
	Azaltılmış hafriyat dolgusu	4	4	4	4	
	Kaynak Azalması					3
	Yenilenemeyen kaynakların tüketimi	2	4			
	İhtiyacı sınırlı karşılayacak kaynakların tüketimi	2				
	Doğal Yaşamın ya da Biyolojik Çeşitliliğin Azalması ya da Yok Olması					4
	Doğal ortamın değişmesi	4	4			
Yeni doğan ve türeyen hayvanlar ve bitkilerdeki hastalık ve ölüm oranlarındaki etkiler	4	4				
Yok olma tehlikesindeki türlere etkiler	4	4				

Malzeme Adı	Referans
Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 13

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4				
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		4	3			
Kaza olasılığı		4				
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı				3	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı				4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı					4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4				
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4				
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar					4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı					4	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	1	4	4	4		
Malzemelerin doğal enerjileri	1					
Geri kazanılan enerji					1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	3	4	4		
------------------------------	---	---	---	---	--	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				4		
Isıl kütle olarak kullanım				1		

ENERJİYE ETKİLER

Ham madde Temini ve İşlenmesi						
Üretim						
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım						
Yenileme ve Yok etme						
Ortalama						6

4

4

4

3

4

3

Malzeme Adı

Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha

Referans

Firma 13

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

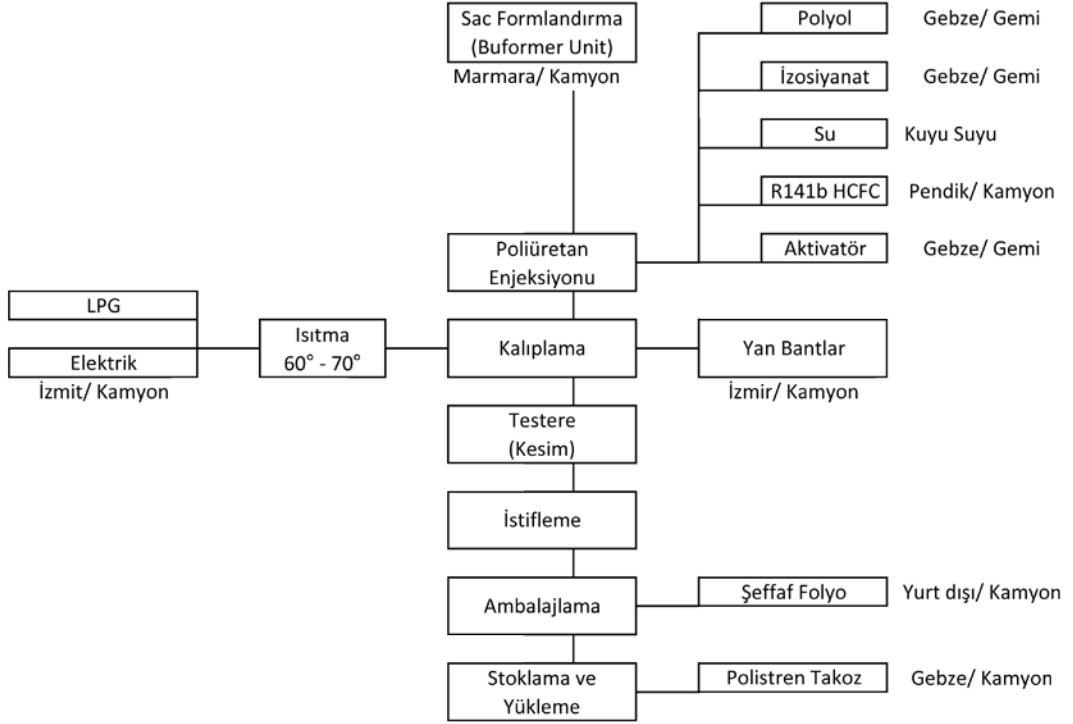
BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ	PERFORMANS DEĞERLERİ					Ortalama	
	Ham madde Temini ve İşlenmesi	Üretim	Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım	Yenileme ve Yok etme			
	Dayanıklılık						4
	Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü		4				
Ortalama değiştirme yaşı		4					
Bakım ve Onarım					4		
Temizleme sıklığı			4				
Temizleme türü			4				
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı			4				
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü			4				
Diğer			4				
Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik					3		
Elden geçirme kolaylığı				1			
Tekrar kullanılabilirlik				4			
Geri dönüştürülebilirlik				3			

Malzeme Adı	Referans
Taş yünü ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 13

EK A.15

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (kg/m³)

Boyalı galvanizli sac: 7,8 gr/cm³, Poliüretan: 38- 42 kg/m³

Malzeme Adı

Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha

Referans

Firma 14

GİRDİLER	Hammaddeler		
	Çeşit	Miktar/Birim (kg/m³)	
	Sac	?	
	Polyol	?	
	İzosiyanat	?	
	Su	?	
	HCFC R141b	?	
	Aktivatör	?	
	İşlem Gören Su	Kuyu suyu (Miktar bilinmiyor)	
	Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/m³)	
Sac formlandırma		?	
PU Enjeksiyonu		?	
Kalıplama		?	
Kesim		?	
İstifleme		?	
Ambalajlama		?	
Toplam İşlem Enerjisi		0,04	
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		?	
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?	
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
Ürün	Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha		
Yan Ürün			
Atıklar			
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim	
Katı	Sac (Hurda)	?	
Katı	Poliüretan	1%	
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su)			
Çeşit	Miktar/Birim		
?			
Malzeme Adı	Referans		
Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 14		

		Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
		Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
GİRDİLER		Kutu profil		4- 8 kg/ m ²
		Vida	Elektrikli matkap	1 vida/ m ²
		İşlem Gören Su		
		Enerji		
		Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
		Panel kesme	Spiral taşı	?
		Vidalama	Elektrikli matkap	?
		Taşıma		
		Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
		<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
	<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>		
	<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>		
		<i>Demiryol</i>		
		<i>Boru Hattı</i>		
		<i>Diğer</i>		
ÇIKTILAR	Atıklar			
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim	
	Katı	sac/PU panel	?	

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

100*100*5 cm

Malzeme Adı	Referans
Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 14

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma			0,02 W/mK		
Soğutma			0,02 W/mK		

ÇIKTILAR

Atıklar

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

∞

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Geri dönüşüm		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun	Geri Dönüştürme Zorluğu	Çok zor	
Bilinmiyor	Orta		Zor	
	Kısa		Kolay	

Geri döndürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağlı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım		Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun			
Bilinmiyor	Orta			
	Kısa			

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	
	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	
	Yakmak	

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha	Firma 14

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		4	3		
Kaza olasılığı		4			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			3	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı	3	4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler	4				
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				2	

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji	1	4	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri	1				
Geri kazanılan enerji				1	

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri	4	4	4	4	
------------------------------	---	---	---	---	--

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım			4		
Isıl kütle olarak kullanım			1		

ENERJİYE ETKİLER

Ham madde Temini ve İşlenmesi					
Üretim					
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım					
Yenileme ve Yok etme					
Ortalama					6

Malzeme Adı

Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha

Referans

Firma 14

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	4
Ortalama değiştirme yaşı	4

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	4
Geri dönüştürülebilirlik	2

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

4

4

2

Malzeme Adı

Poliüretan ısı yalıtımlı lamine kompozit metal levha

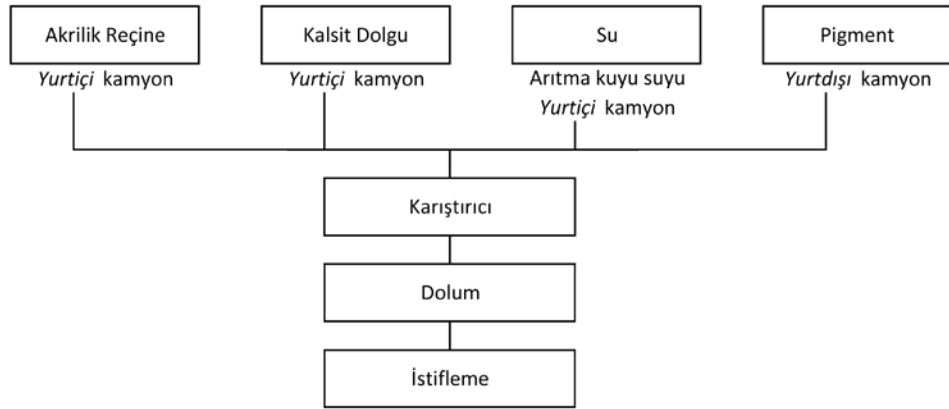
Referans

Firma 14

EK A.16

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3)

1,6

Malzeme Adı

Akrilik esaslı dış cephe boyası

Referans

Firma 15

GİRDİLER		
Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
Akrilik reçine	250	
Kalsit Dolgu	650	
Pigment	100	
İşlem Gören Su	100	
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
Mikser	Elektrik	0,025
Dolum	Elektrik	0,01
İstifleme	Elektrik	0,03
Toplam İşlem Enerjisi	0,029	
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
ÇIKTILAR		
Ürün	Akrilik esaslı dış cephe boyası	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Petrol yatakları (Hammadde)	?	
Kalsit ocağı	?	

Malzeme Adı	Referans
Akrilik esaslı dış cephe boyası	Firma 15

GİRDİLER	Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
	Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
	Akrilik esaslı dış cephe boyası	Rulo	0,2 - 0,4 kg/m ²
	İşlem Gören Su		
	Enerji		
	Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Taşıma			
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri		
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>	
		<i>Demiryol</i>	
		<i>Boru Hattı</i>	
		<i>Diğer</i>	
ÇIKTILAR	Atıklar		
	Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

25 kg Kova

Malzeme Adı	Referans
Akrilik esaslı dış cephe boyası	Firma 15

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

5

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer
			Boyama

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		Çok zor
Bilinmiyor	Orta		Zor
	Kısa		Kolay

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Akrilik esaslı dış cephe boyası	Firma 15

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

6

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4			
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı		4	4		
Kaza olasılığı		4			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülata etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				2	

4

ENERJİYE ETKİLER

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji				1	

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		4	4	4	
------------------------------	--	---	---	---	--

4

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				1	
Isıl kütle olarak kullanım				1	

1

Malzeme Adı

Akrilik esaslı dış cephe boyası

Referans

Firma 15

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	3
Ortalama değiştirme yaşı	3

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	4
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

3

4

2

Malzeme Adı

Akrilik esaslı dış cephe boyası

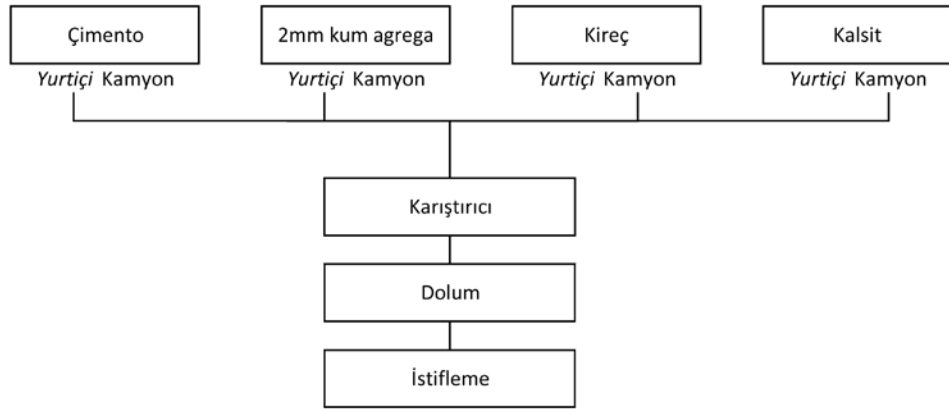
Referans

Firma 15

EK A.17

MALZEME ÜRETİM SÜRECİ AKIŞ DİYAGRAMI

1



Malzemenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3)

1,9

Malzeme Adı

Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva

Referans

Firma 16

Hammaddeler		
Çeşit	Miktar/Birim (g/kg)	
Çimento	200	
Kum	600	
Kireç	100	
Kalsit	100	
İşlem Gören Su		
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim (kwh/kg)
Mikser	Elektrik	0,0125
Dolum	Elektrik	0,00091
İstifleme	Elektrik	0,0016
Toplam İşlem Enerjisi		0,015
Üretimde Kullanılan Doğal Enerji (Petrol, doğalgaz ve kömür)		
Üretim Enerjisi (Tüm süreçler biliniyorsa hepsinin toplamı)		?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>	<i>Kamyon</i>	
<i>Orta</i>	<i>Gemi</i>	
<i>Kısa</i>	<i>Hava</i>	
	<i>Demiryol</i>	
	<i>Boru Hattı</i>	
	<i>Diğer</i>	
Ürün	Kalsit katkı çimento esaslı hazır siva	
Yan Ürün		
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Tüketilen Doğal Kaynaklar (Toprak, su) (Süreç belirtilerek Hammadde ya da Üretim)		
Çeşit	Miktar/Birim	
Çimento hammaddesi	?	
Kalsit ocakları	?	

Malzeme Adı	Referans
Kalsit katkı çimento esaslı hazır siva	Firma 16

Yapımda kullanılan Malzemeler ve Araçlar		
Malzemeler	Araçlar	Miktar/Birim
Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	Mala	3,0 - 3,5 kg/m ²
İşlem Gören Su		?
Enerji		
Süreç Adı	Çeşit	Miktar/Birim
Karıştırma	Elektrik	?
Taşıma		
Taşıma Mesafesi	Taşıma Yöntemleri	
<i>Uzun</i>		<i>Kamyon</i>
<i>Orta</i>		<i>Gemi</i>
<i>Kısa</i>		<i>Hava</i>
		<i>Demiryol</i>
		<i>Boru Hattı</i>
		<i>Diğer</i>
Atıklar		
Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim
Katı	Ambalaj kağıdı	25 kg'da bir Torba

Ürünün Boyutları (Uzunluk*Genişlik*Yükseklik ya da Kalınlık)

25 kg Torba

Malzeme Adı	Referans
Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	Firma 16

Malzemenin enerjiye etkisi

	Tüketimi Artırma	Tüketimi azaltma	Hesaplanan artış ya da azalış miktarı	Artış ya da azalışın açıklanması	Etki yok
Aydınlatma					
Isıtma					
Soğutma					

ÇIKTILAR**Atıklar**

Fiziksel Hal (Katı, Sıvı, Gaz)	Çeşit	Miktar/Birim

Malzemenin hizmet ömrü (yıl)

10

Malzemenin ihtiyacı olan bakım ve onarım yöntemleri

Temizleme	Sıvama- tekrar kaplama	Filtre değiştirme	Diğer

Gerİ dönüşüm	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Gerİ dönuştürmedeki zorluklar

Malzeme bir takıma bağı ve kolayca ayrılmıyor.
Malzemenin piyasada değeri yok ya da yeterli değil.
Yıkımda malzemeyi ayırıp toplayacak bir sistem yok.
Ayrırmak, toplamak ve göndermek çok pahalı.

Tekrar kullanım	Oranı %	Var	Yok
Taşıma Mesafesi	Uzun		
Bilinmiyor	Orta		
	Kısa		

Elden çıkarma, yok etme

Elden çıkarma ve yok etme yöntemleri	Yapım ve Yıkım Esnasında Dolgu Olarak Kullanım	Başka Bir Dolgu Olarak Kullanım	Yakmak

Elden Çıkarmak için kullanılan tehlikeli maddeler var mı?Varsa açıklayınız

Var Yok

Malzeme Adı	Referans
Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva	Firma 16

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

6

İNŞAN SAĞLIĞINA VE HUZURUNA OLAN ETKİLER

İşçi ve Uygulayıcı Sağlığı

Süreçte kullanılan kanserojen ve tehlikeli maddelerin etkisine maruz kalma olasılığı		4			
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı		4	4		
Kaza olasılığı		4			
Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Diğer tehlikelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4	4	
Kurşunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	
Asbestin etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Bina Kullanıcı Sağlığı (İç Hava Kalitesi)

Zarar verici kimyasalların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Toz ve partikülatların etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Biyolojik kirlenmelerin etkisine maruz kalma olasılığı			4		
Kurşun tozunun etkisine maruz kalma olasılığı				4	

4

Toplum Sağlığı ve Huzuru

Kanserojenlerin salınımı		4			
Diğer zararlı maddelerin salınımı		4			
Ekonomiye ya da topluma olan etkiler					
Atık dolgulardan yer altı sularına sızan zehirli atıklar				4	
Çöp yakma sırasında tehlikeli maddelerin salınımı				4	

4

ENERJİYE ETKİLER

İşlem ve Doğal Enerji

Harcanan enerji		4	4	4	
Malzemelerin doğal enerjileri					
Geri kazanılan enerji				1	

3

Taşıma Enerjisi

Toplam taşıma gereksinimleri		4	4	4	
------------------------------	--	---	---	---	--

4

İşletme Enerjisine Etkiler

Isı kazanca ya da kayba yardım				1	
Isıl kütle olarak kullanım				1	

1

Malzeme Adı

Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva

Referans

Firma 16

ETKİ DEĞERLENDİRMESİ SINIFLANDIRMA VE DERECELENDİRME TASLAĞI

7

PERFORMANS DEĞERLERİ

Güçlü	4
Orta	3
Değişken	2
Zayıf	1
Bilgi Yok	BOŞ

Çevresel etkileri bağlı olduğu süreçlerde performans değerlerini dikkate alarak değerlendiriniz.

BİNA İŞLETMESİ ETKENLERİ

Dayanıklılık

Üretici firmanın sunduğu hizmet ömrü	3
Ortalama değiştirme yaşı	3

Bakım ve Onarım

Temizleme sıklığı	4
Temizleme türü	4
Tazeleme ya da yeniden uygulama sıklığı	3
Tazeleme ya da yeniden uygulama türü	4
Diğer	4

Tekrar Kullanılabilirlik/ Geri Dönüştürülebilirlik

Elden geçirme kolaylığı	1
Tekrar kullanılabilirlik	1
Geri dönüştürülebilirlik	1

Hammadde Temini ve İşlenmesi				
Üretim				
Yapım, Kullanım, Bakım ve Onarım				
Yenileme ve Yok etme				
Ortalama				

3

4

1

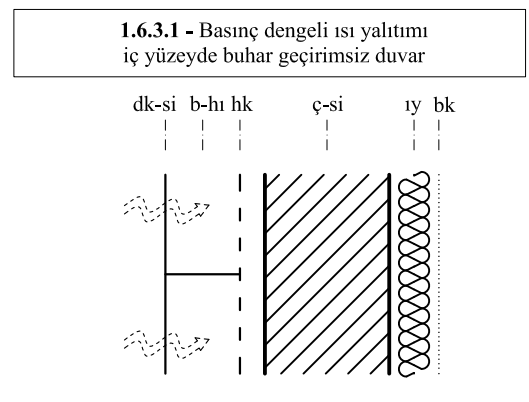
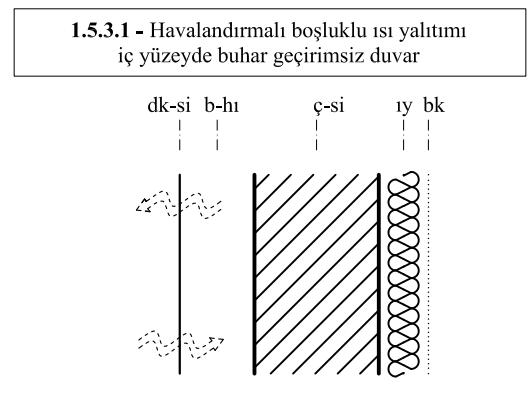
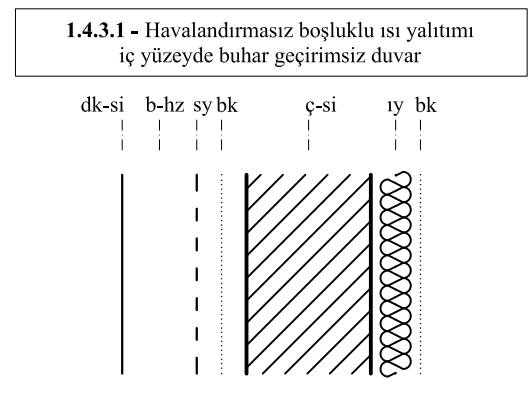
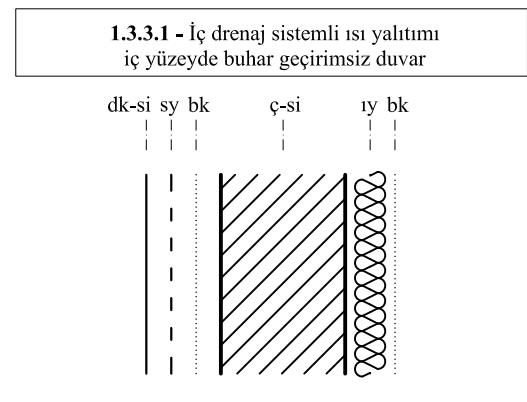
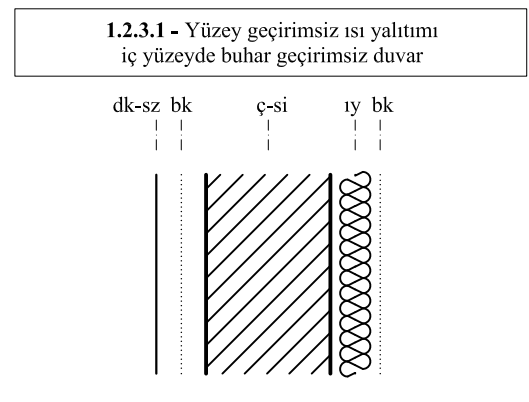
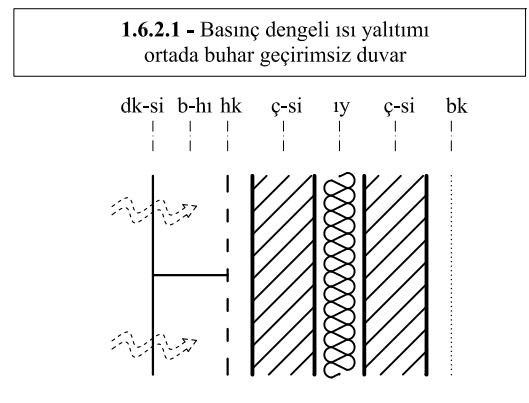
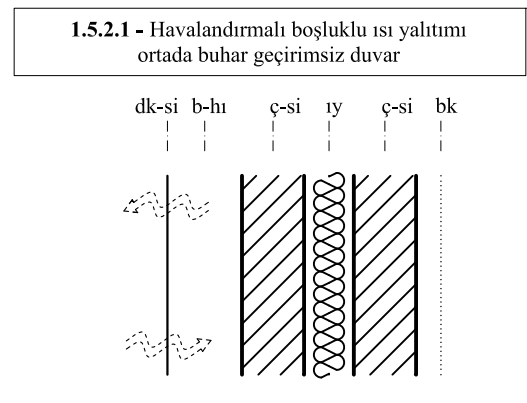
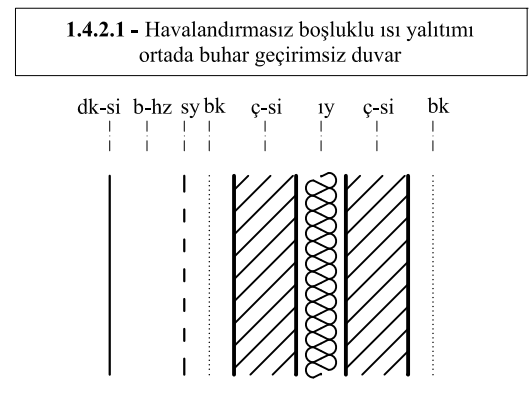
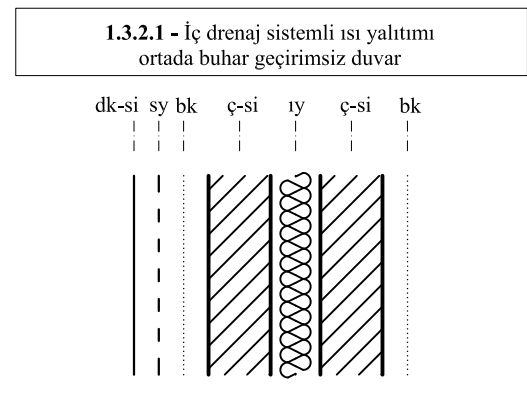
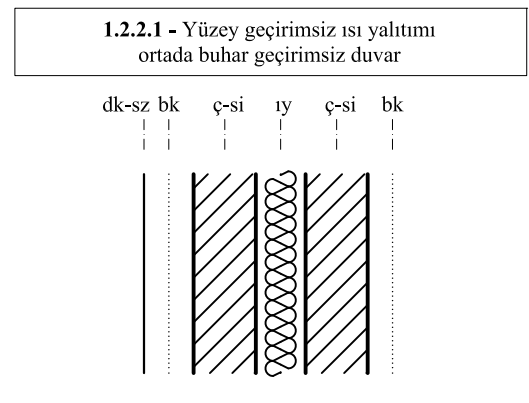
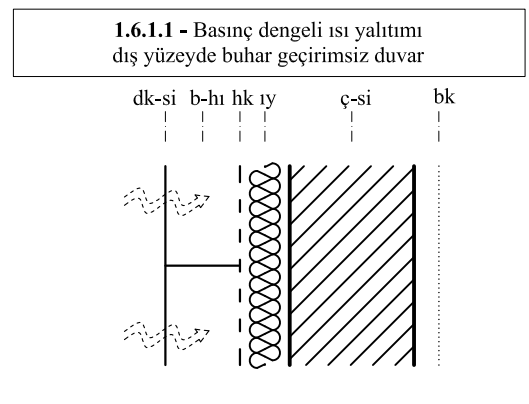
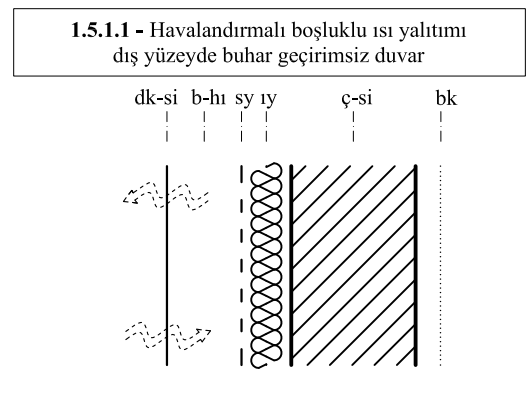
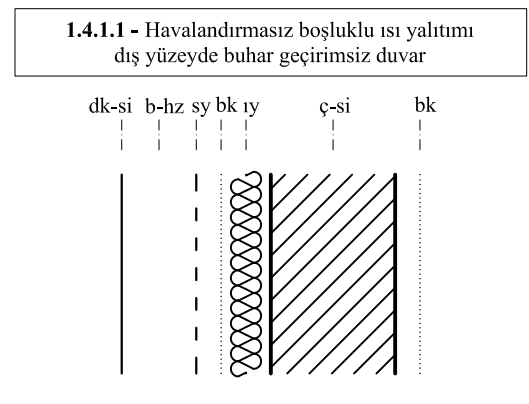
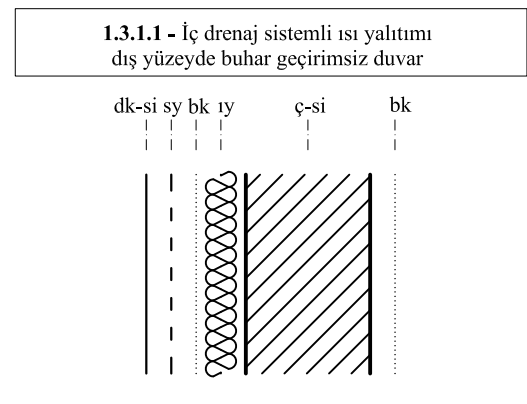
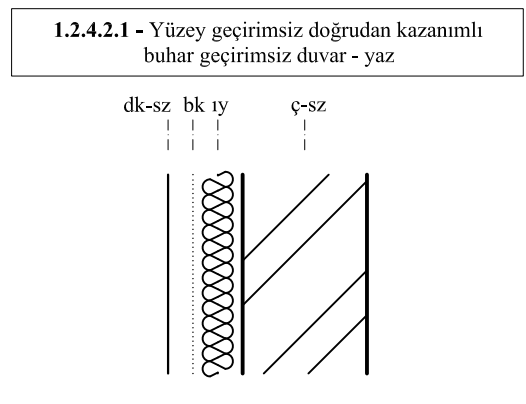
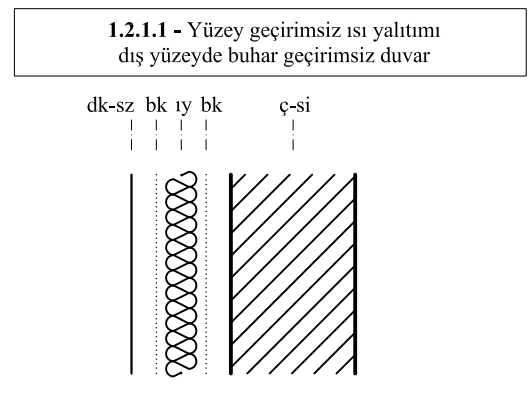
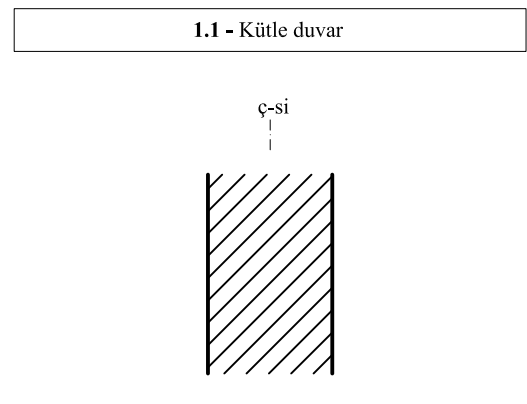
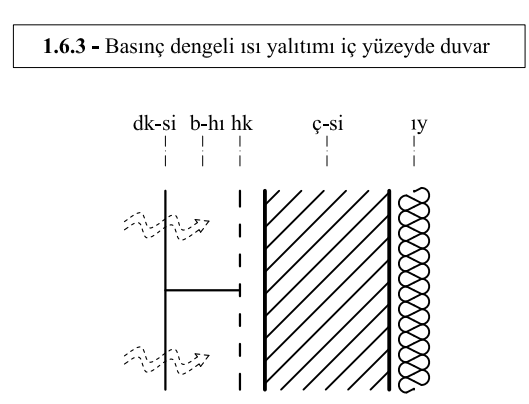
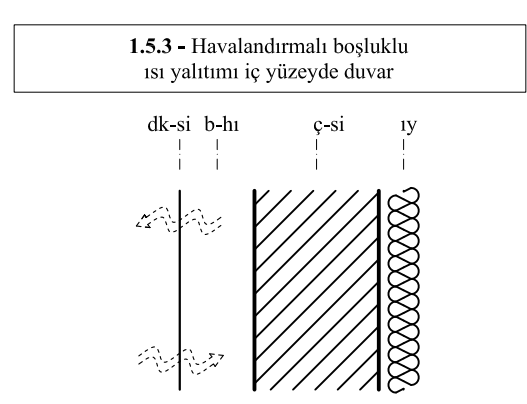
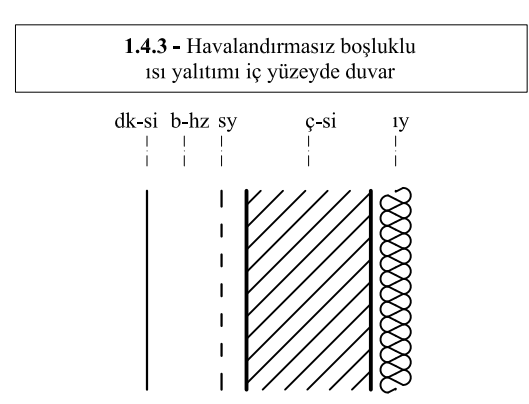
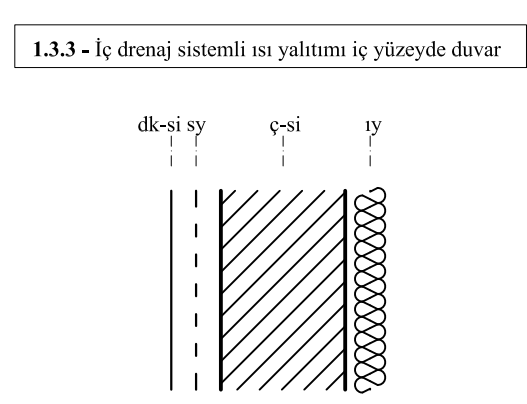
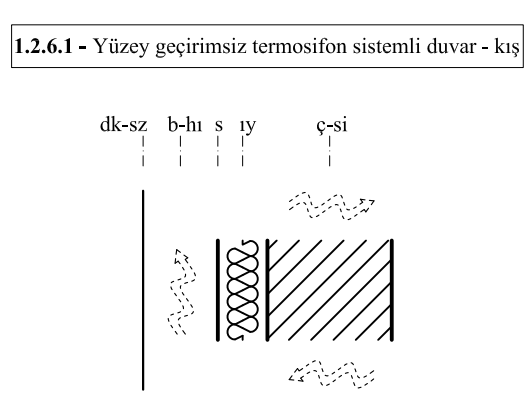
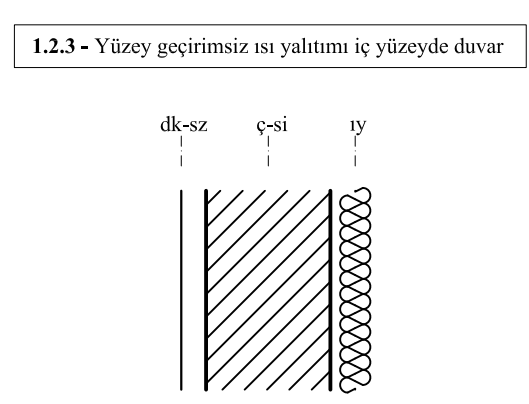
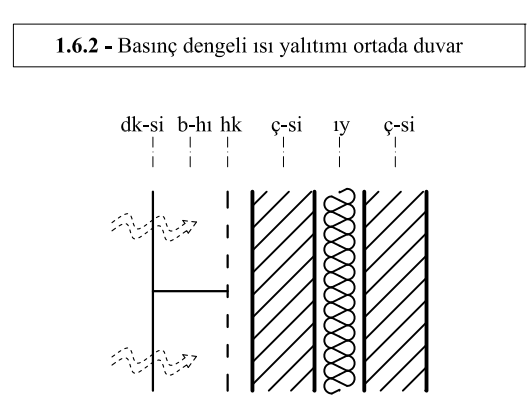
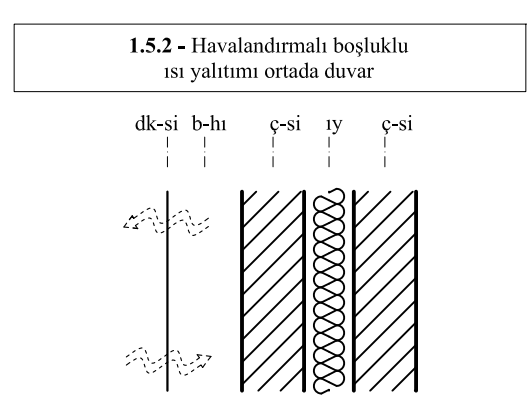
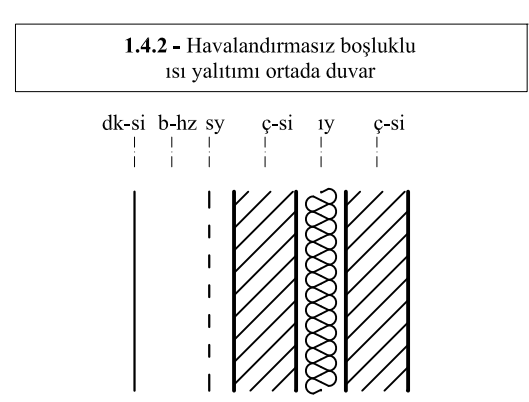
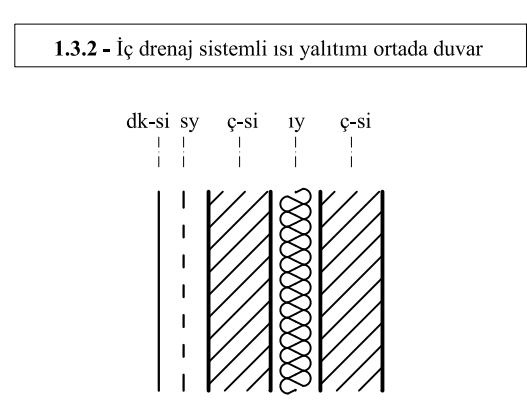
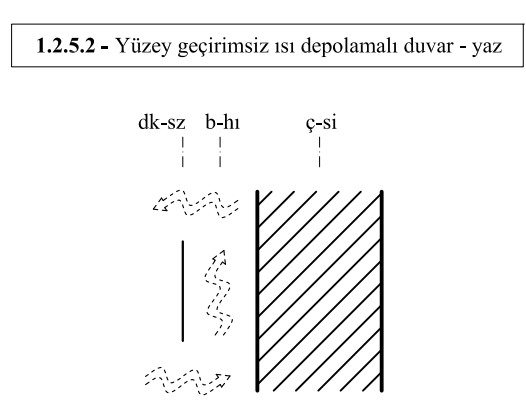
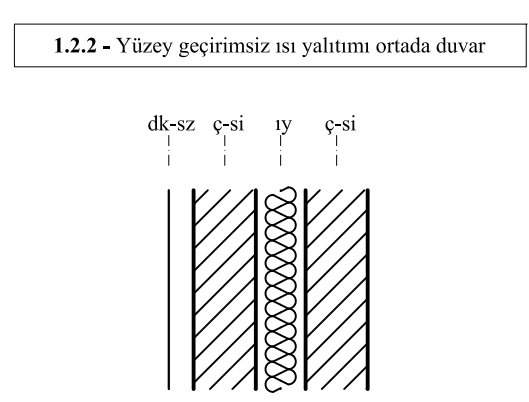
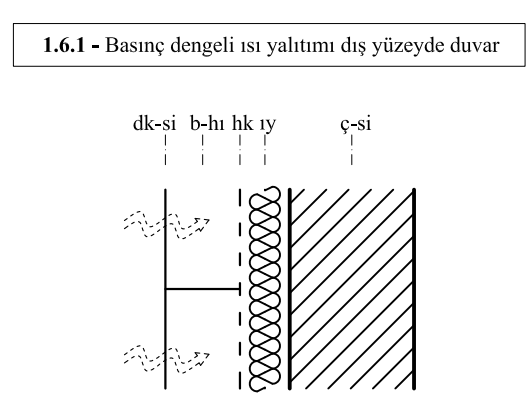
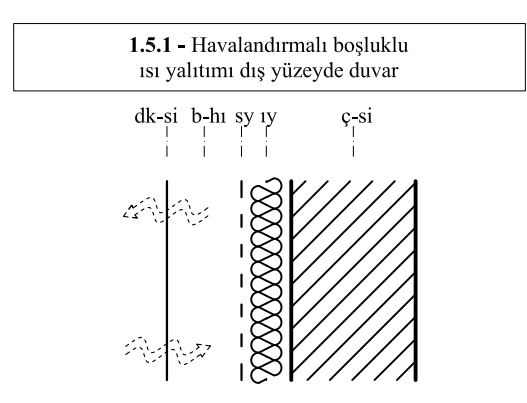
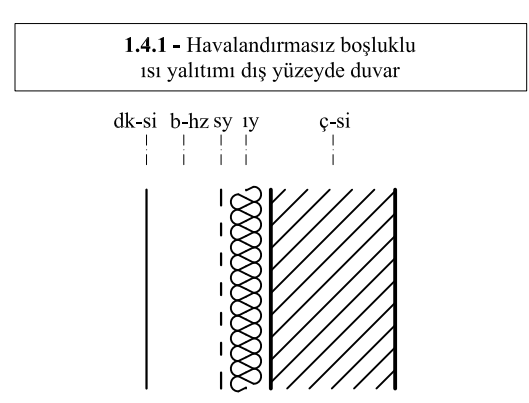
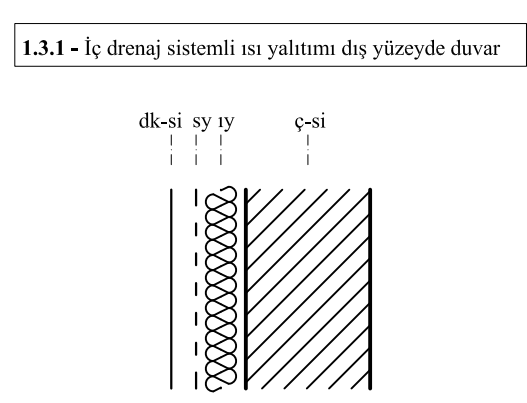
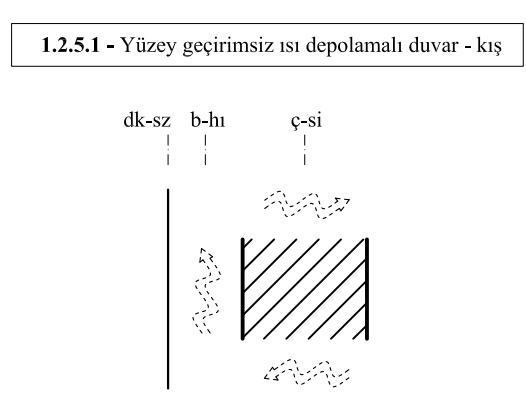
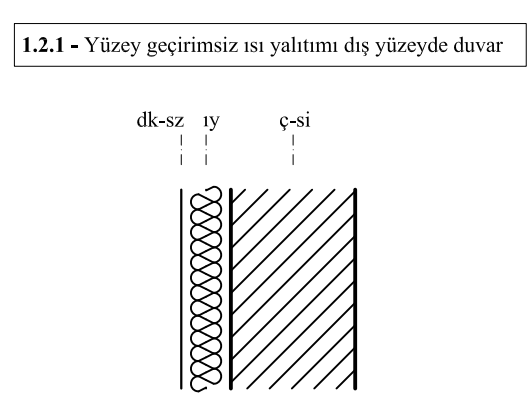
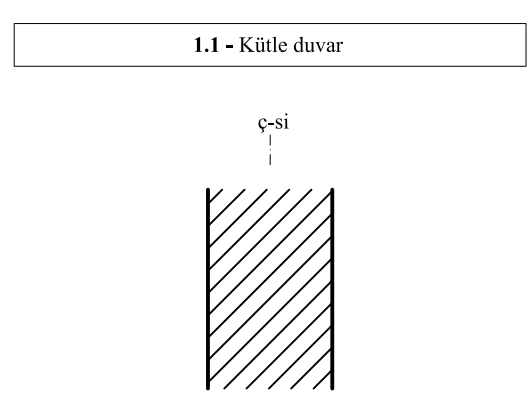
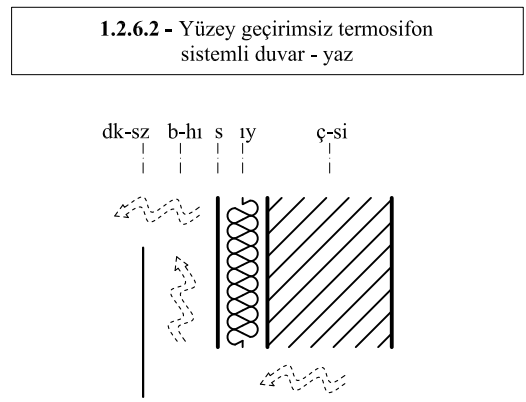
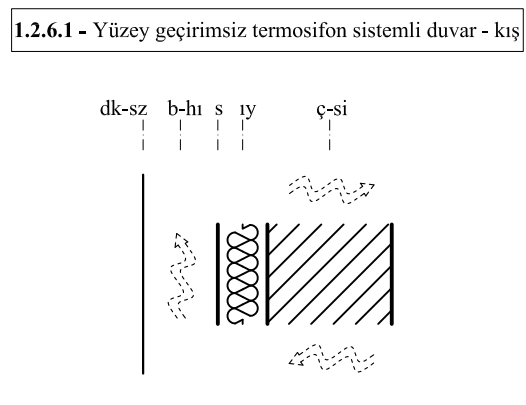
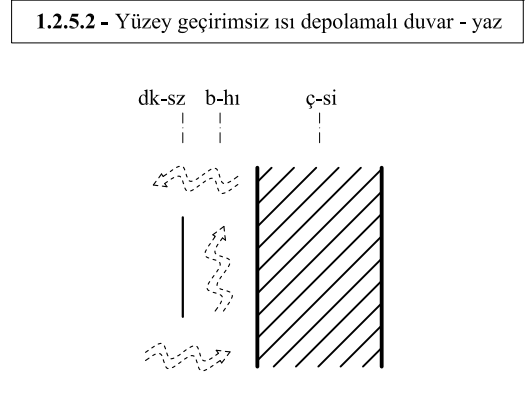
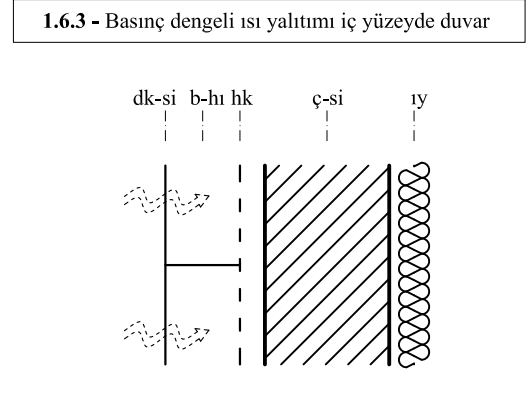
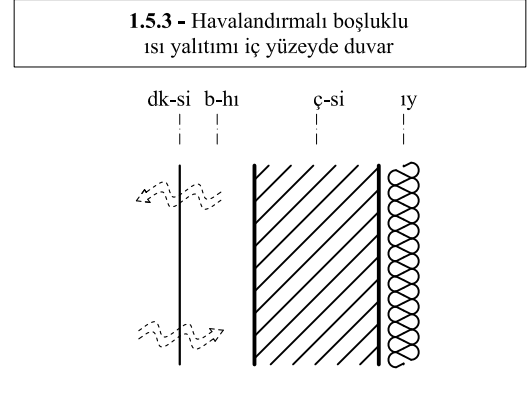
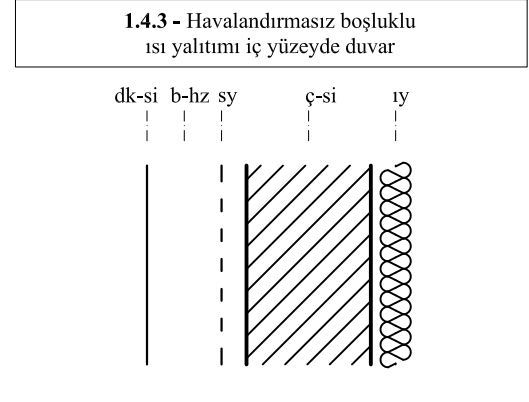
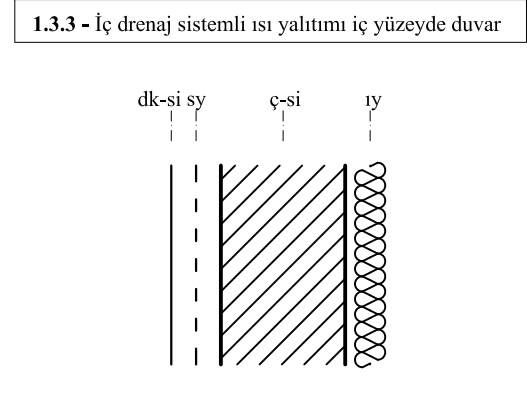
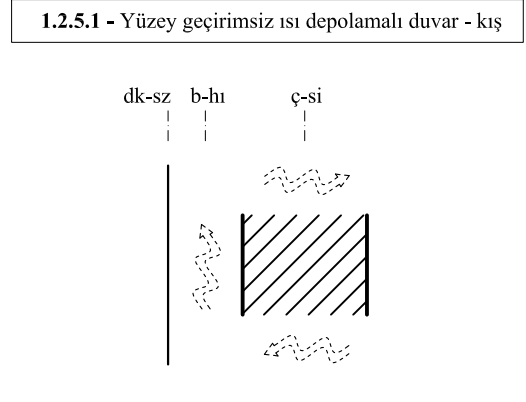
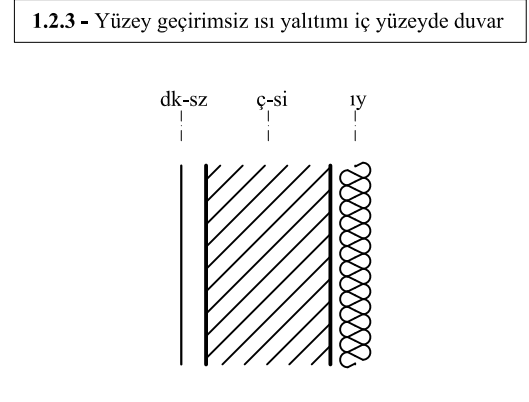
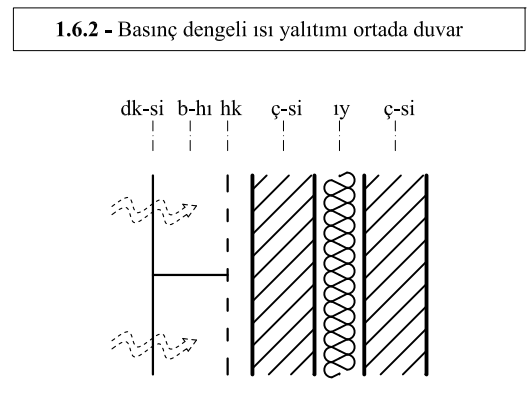
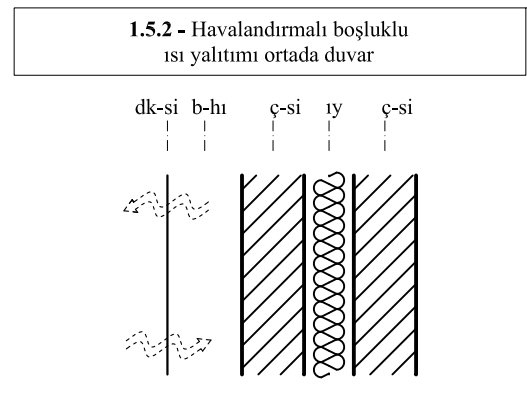
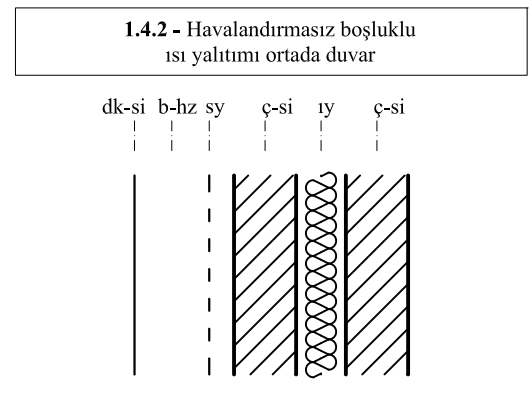
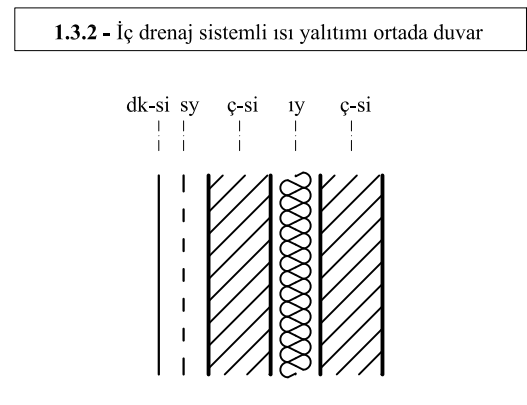
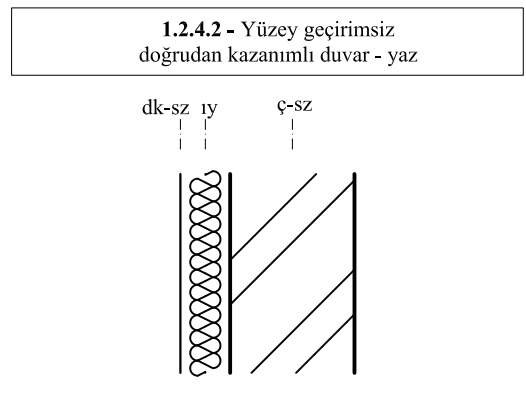
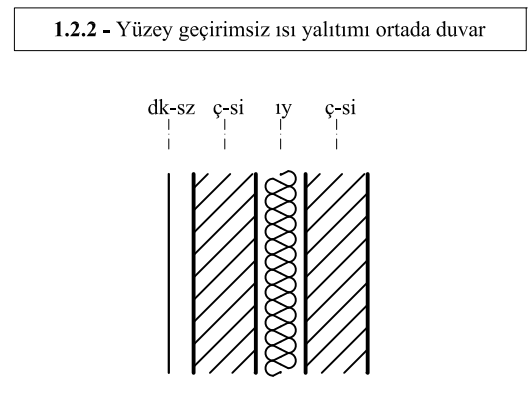
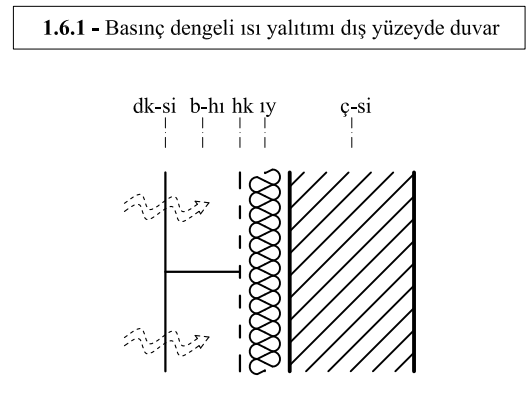
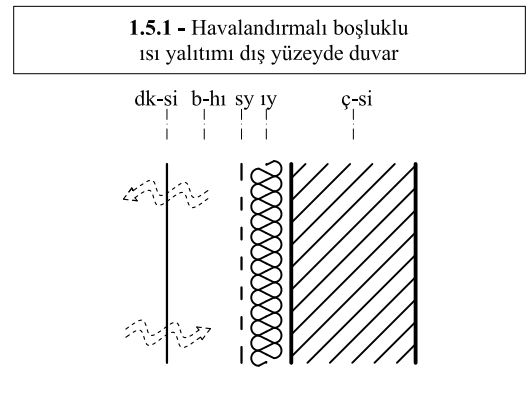
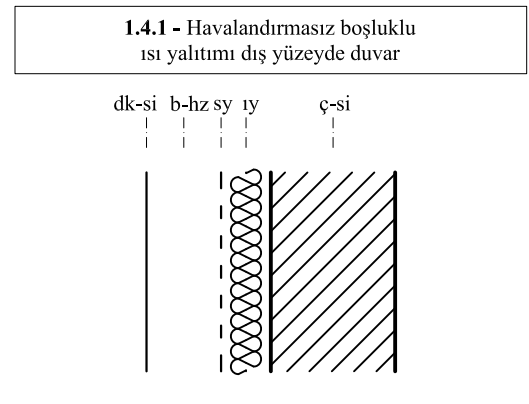
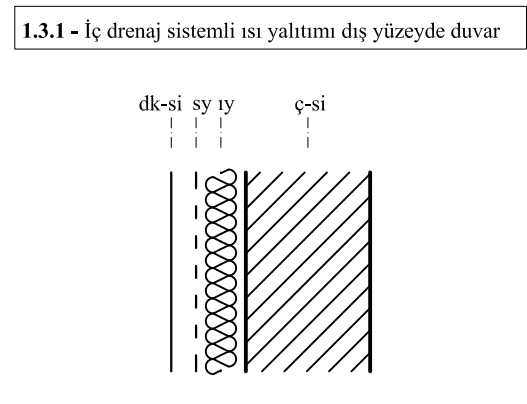
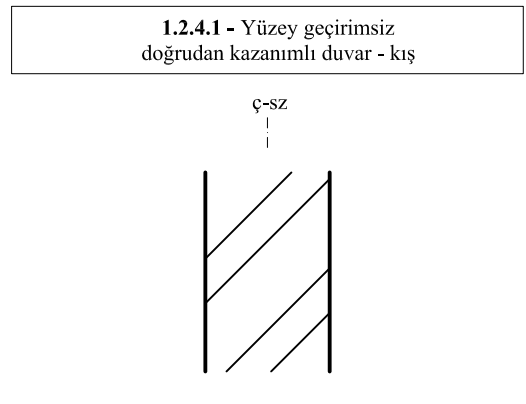
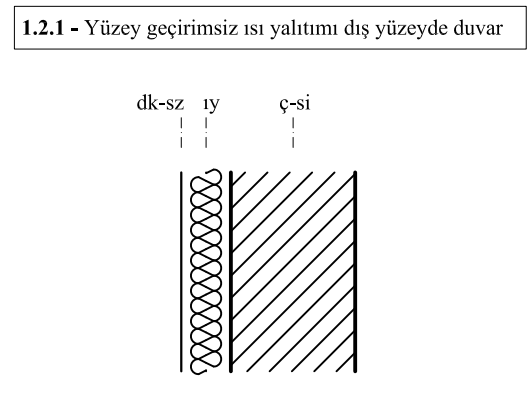
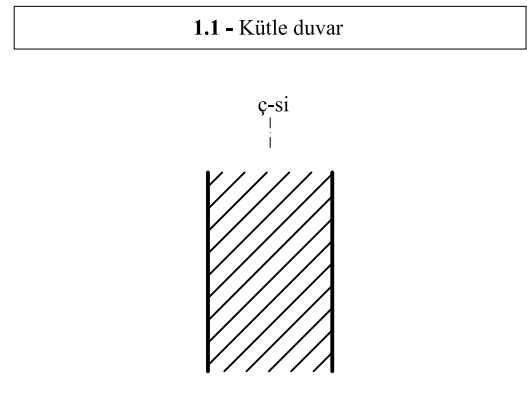
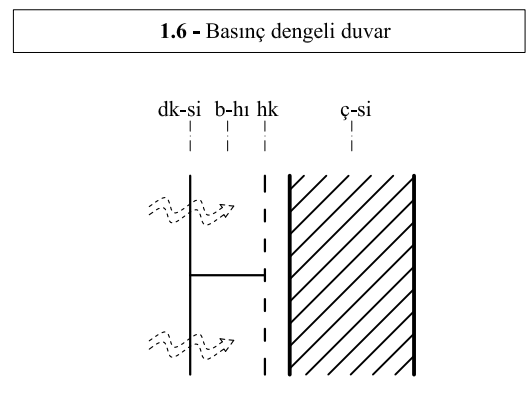
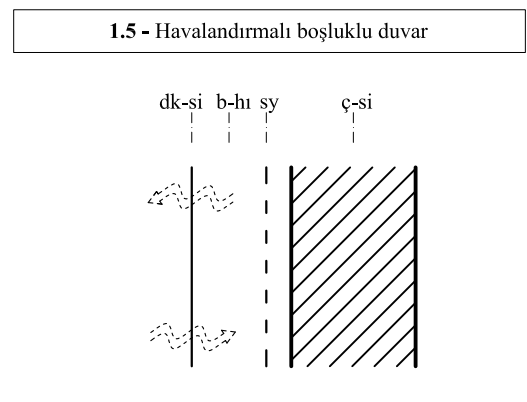
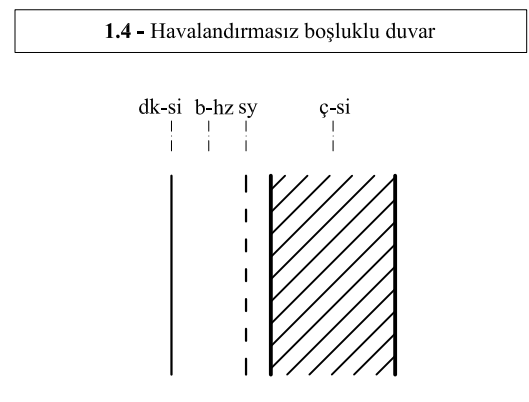
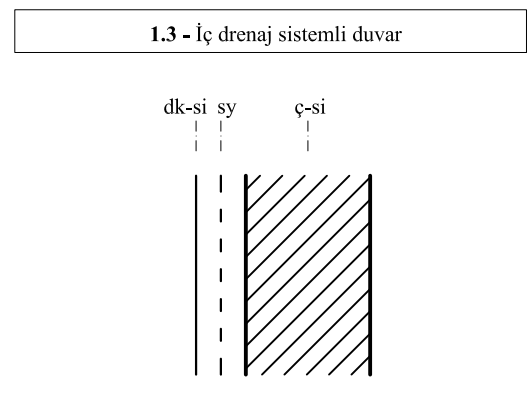
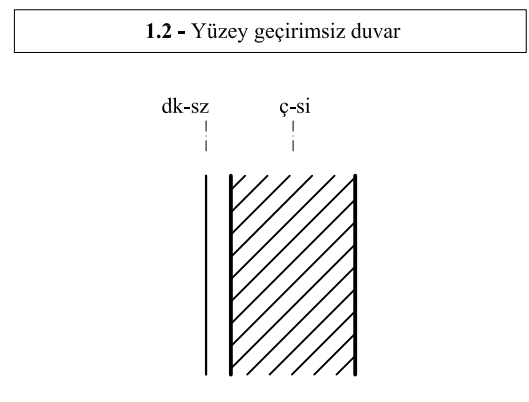
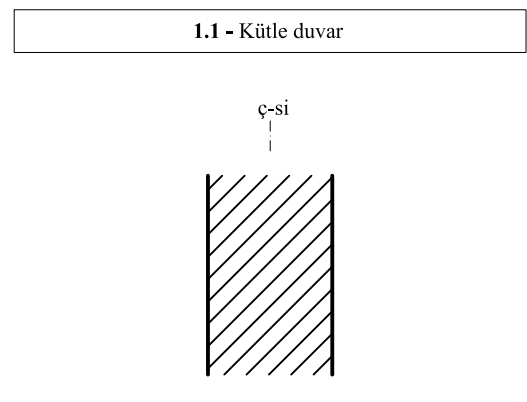
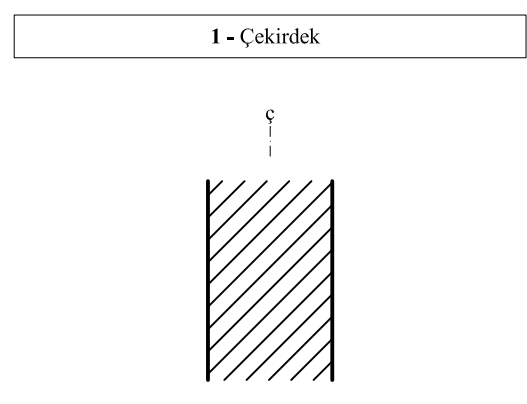
Malzeme Adı

Kalsit katkılı çimento esaslı hazır sıva

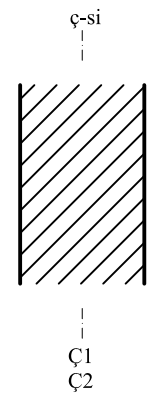
Referans

Firma 16

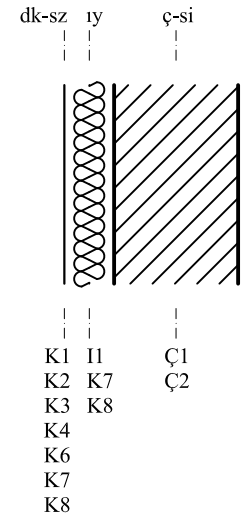
Kullanıcı gereksinimleri	Ana ve alt çevresel etmenler	Performans analizi	Performans gereksinimleri	Malzeme - Bileşen	Sistem	Malzeme - Bileşen - Sistem Özellikleri	
Güvenlik	Yükler Sabit Ölü yükler Canlı yükler Darbe yükleri Hareketli Rüzgar yükleri Deprem yükleri	•Parçalanma •Burkulma •Oturma •Yer değiştirme •Devrilme	Dış duvar sistemini oluşturan bileşenler, güvenlik sınırları içinde üzerlerine gelen yüklerin oluşturduğu gerilmelere karşı kendi bünyelerinde dayanıklı olurken bu bileşenlerin bir araya gelerek oluşturdukları dış duvar sistemi de bir bütün olarak dengede olmalıdır. Yığma sistemde kullanılan çekirdek bileşenleri üzerlerine gelen sabit ve hareketli yükleri diğer çekirdek bileşenlerine ya da temele güvenli bir biçimde aktarmalıdır. İskelet sistemde kullanılan çekirdek bileşenleri ise üzerlerine gelen hareketli yükleri taşıyıcı kolon, kiriş ve temele güvenli bir şekilde aktarmalıdır.	1. Yığma sistemde kullanılan taşıyıcı çekirdek 2. İskelet sistemde kullanılan taşıyıcı olmayan çekirdek		<i>Mekanik dayanım:</i> 1. Basınç dayanımı 2. Çekme dayanımı vb.	
1. Kuru iç ortam 2. Oda sıcaklığında dış duvar iç yüzeyi 3. Hijyen	Rüzgarla itilen yağmur suyu (RİY)	•Donma ve çözülme sonucu parçalanma, yüzeyden kopma •Çiçeklenme •Paslanma •İç mekan duvar yüzeyinin ıslanması •Küflenme •Isı iletkenlik katsayısının artması	Dış duvar sistemi, RİY etkisi altında performansında oluşacak olumsuz durumları azaltmak ve önlemek için yağmur suyunun nüfuzunu kontrol altına almalıdır.		1. Kütle duvar 2. Yüzey geçirimsiz duvar 3. İç drenaj sistemli duvar 4. Havalandırmasız boşluklu duvar 5. Havalandırılmalı boşluklu duvar 6. Basınç dengeli duvar	Tüm sistemler için; Su emme oranı Su geçirmezlik Sadece 6. sistem için ek olarak; Hava geçirgenlik değeri	
<i>Isıl konfor</i> 1. Sıcaklık (t°C) 2. Bağlı nem (%) 3. Hava hızı (m/sn)	Güneş ışınımı	Duvara gelen mor ötesi ışınlar (UV)	Organik malzemelerde bozulmalar	Güneş ışınımının emilmesine bağlı olarak organik yapıya sahip dış kaplama malzemesinin bünyesinde oluşabilecek bozulmaları önlemek için duvar, üzerine gelen UV ışınlarını yansıtmalıdır.	Yansıtıcı özelliğe sahip dış kaplama	Güneş ışınımı yansıtma oranı	
		Duvara gelen kızıl ötesi ışınlar (IR)	Isıl hareket	Üzerine gelen IR ışınlarına bağlı olarak dış kaplama bileşeni bünyesinde ısıl harekete bağlı çatlak oluşumunu engellemek için duvar, dış kaplama bileşeninin ısıl hareketini kontrol altına almalıdır.	Isıl hareket derzlerine sahip dış kaplama		
		İç ve dış ortam hava sıcaklık farkı	Isı kazancı ve kaybı - enerji tüketimi - Aşırı CO2 salımı	Duvar, iç ve dış ortam hava sıcaklık farkına bağlı iç ortamdaki ısı kazançlarına ve kayıplarına neden olan ısı köprülerini önleyerek ısı akımını kontrol altına almalıdır.	1. Isı depolama kapasitesine sahip çekirdek 2. Isı iletkenlik katsayısı düşük ısı tutucu malzeme	Isıl geçirgenlik değeri TS 825'e uygun dış duvar sistemi	TS 825'e uygun Ud değeri
		Duvara gelen UV ve IR ışınlar iç ve dış ortam hava sıcaklık farkı		Güneş ışınımı sonucu dış yüzeyi ısınan dış duvar sistemi, iç ortam ile ısı alışverişini ve ayrıca iç ve dış ortam arasında oluşabilecek sıcaklık farkları sonucu iç ortamda oluşabilecek ısı kazançlarını ve kayıplarını kontrol altına almalıdır. Ayrıca güneş ışınımı ile dış duvar sistemi, bünyesinde ısıtma ve soğutma enerjisi elde etmelidir.		<i>Pasif güneş sistemleri:</i> 1. Doğrudan kazanımlı 2. Isı depolamalı 3. Termosifon	
Su buharı	İç ve dış ortam su buharı basınç farkı	Duvar arakesitinde yoğuşmaya bağlı, •Donma ve çözülme sonucu parçalanma, yüzeyden kopma •Paslanma •Isı geçirgenlik değerinin artması; Duvar iç ve dış yüzeyindeki terlemeye bağlı, •Donma ve çözülme •Çiçeklenme •Paslanma •İç mekan duvar yüzeyinin ıslanması •Küflenme	İç ve dış ortam su buharı basınç farkına bağlı olarak duvar arakesitinde oluşacak yoğuşmayı ya da duvar iç veya dış yüzeyinde oluşacak terlemeyi engellemek için dış duvar sistemi, su buharı akımını kontrol altına almalıdır.	TS 825'e uygun su buharı geçirimsiz malzeme	Su buharı geçirimsiz duvar	Su buharı difüzyonu – eş değer hava tabakası kalınlığı “Sd”	
					Su buharı geçirimli duvar		



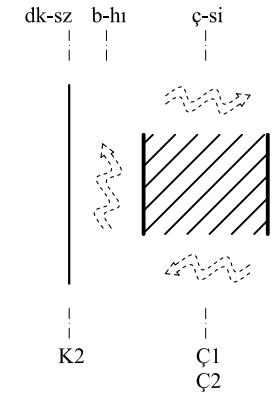
1.1 - Kütle duvar



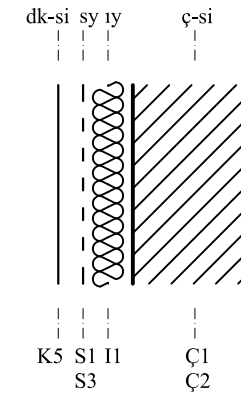
1.2.1 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı dış yüzeyde duvar



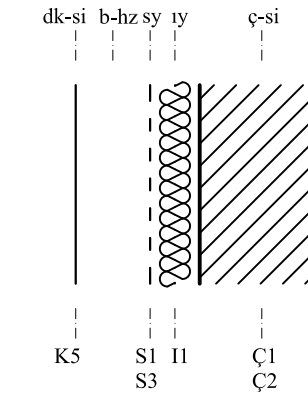
1.2.5.1 - Yüzey geçirimsiz ısı depolamalı duvar - kıs



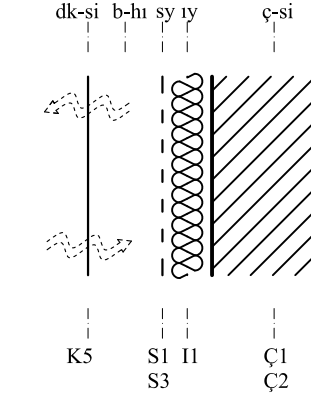
1.3.1 - İç drenaj sistemli ısı yalıtımı dış yüzeyde duvar



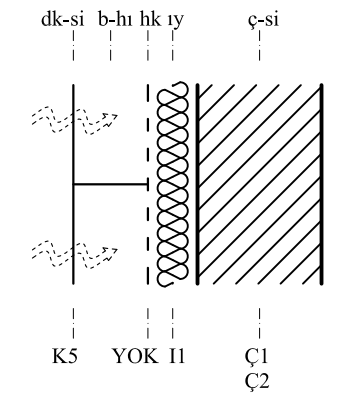
1.4.1 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde duvar



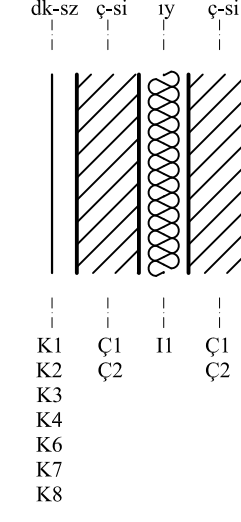
1.5.1 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde duvar



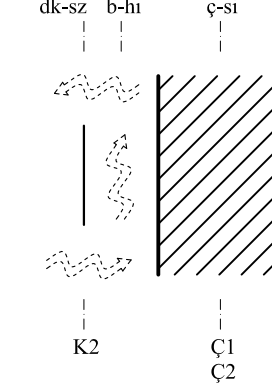
1.6.1 - Basınç dengeli ısı yalıtımı dış yüzeyde duvar



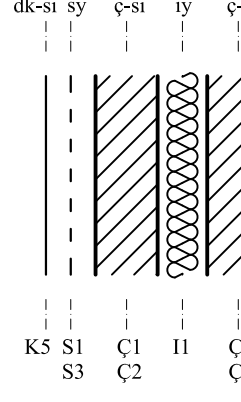
1.2.2 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı ortada duvar



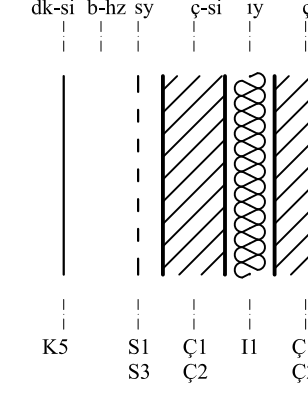
1.2.5.2 - Yüzey geçirimsiz ısı depolamalı duvar - yaz



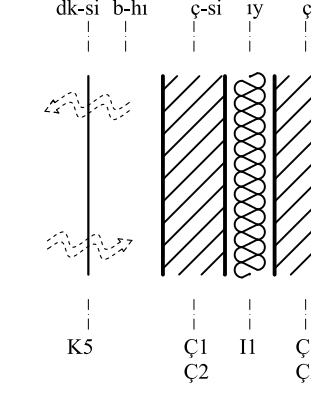
1.3.2 - İç drenaj sistemli ısı yalıtımı ortada duvar



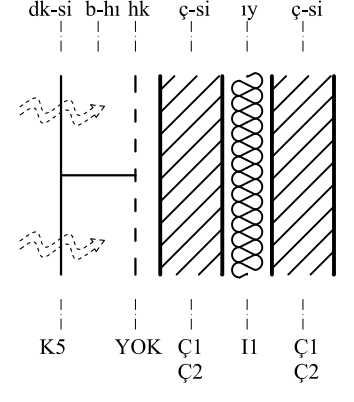
1.4.2 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı ortada duvar



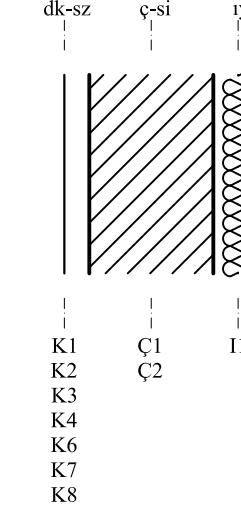
1.5.2 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı ortada duvar



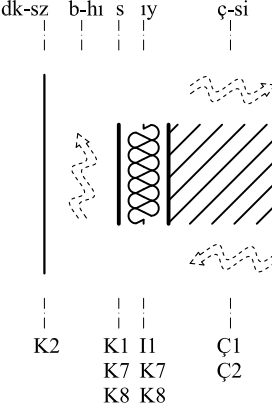
1.6.2 - Basınç dengeli ısı yalıtımı ortada duvar



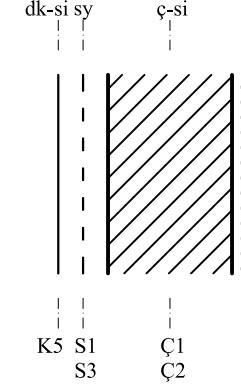
1.2.3 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı iç yüzeyde duvar



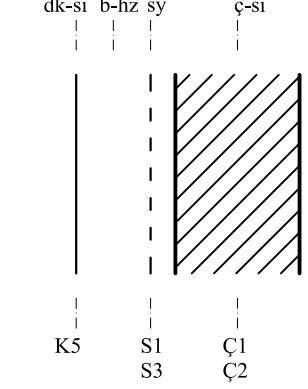
1.2.6.1 - Yüzey geçirimsiz termosifon sistemli duvar - kıs



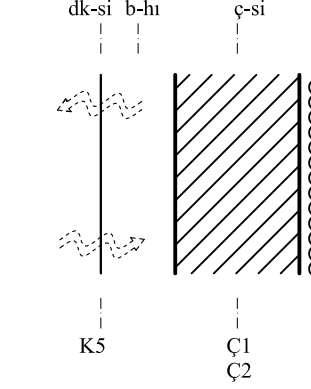
1.3.3 - İç drenaj sistemli ısı yalıtımı iç yüzeyde duvar



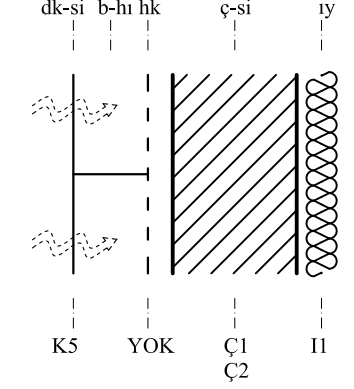
1.4.3 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı iç yüzeyde duvar



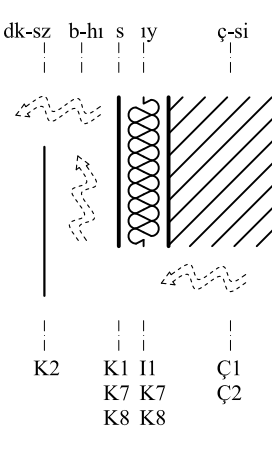
1.5.3 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı iç yüzeyde duvar



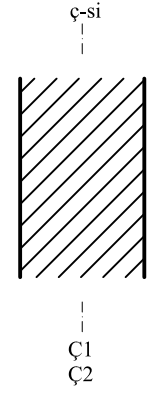
1.6.3 - Basınç dengeli ısı yalıtımı iç yüzeyde duvar



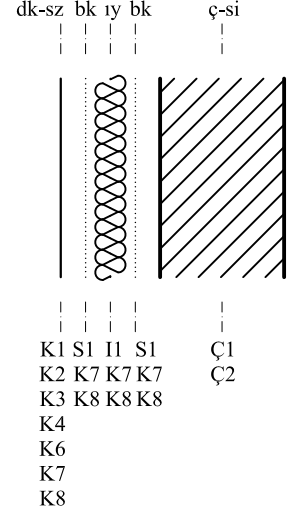
1.2.6.2 - Yüzey geçirimsiz termosifon sistemli duvar - yaz



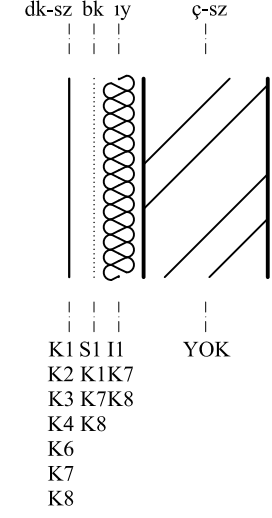
1.1 - Kütle duvar



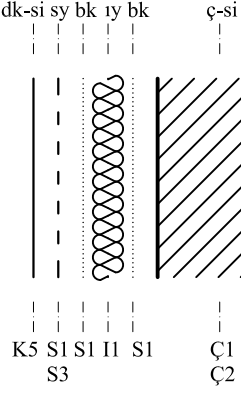
1.2.1.1 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



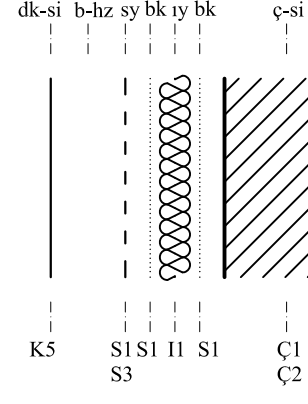
1.2.4.2.1 - Yüzey geçirimsiz doğrudan kazanımlı buhar geçirimsiz duvar - yaz



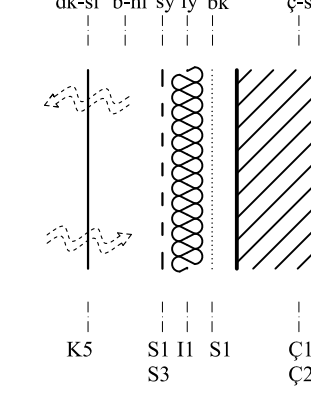
1.3.1.1 - İç drenaj sistemli ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



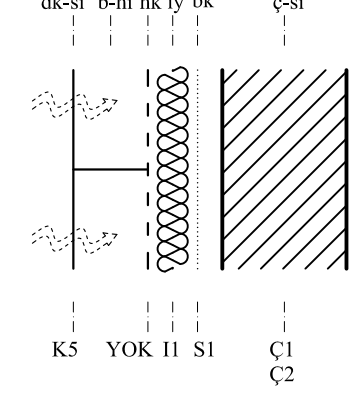
1.4.1.1 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



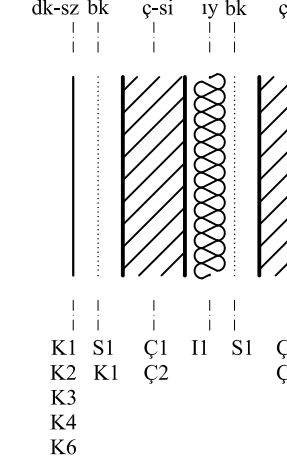
1.5.1.1 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



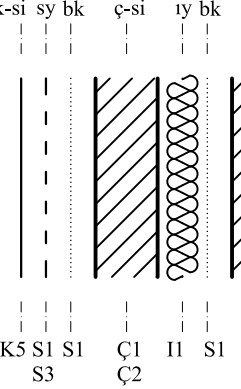
1.6.1.1 - Basınç dengeli ısı yalıtımı dış yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



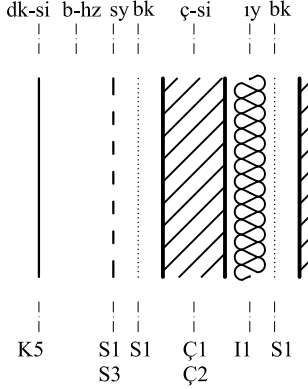
1.2.2.1 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı ortada buhar geçirimsiz duvar



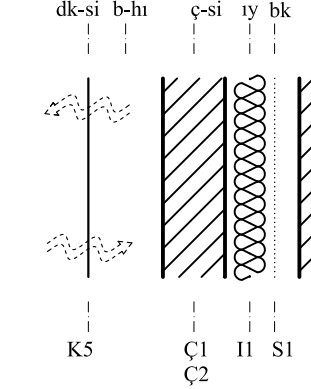
1.2.2.1 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı ortada buhar geçirimsiz duvar



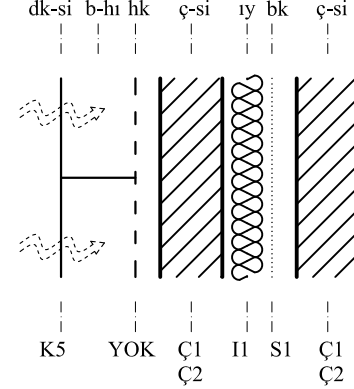
1.4.2.1 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı ortada buhar geçirimsiz duvar



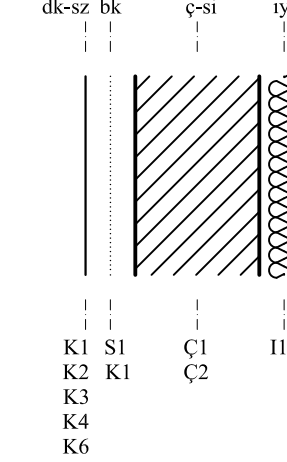
1.5.2.1 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı ortada buhar geçirimsiz duvar



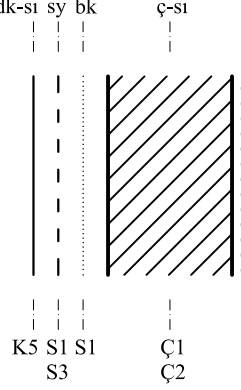
1.6.2.1 - Basınç dengeli ısı yalıtımı ortada buhar geçirimsiz duvar



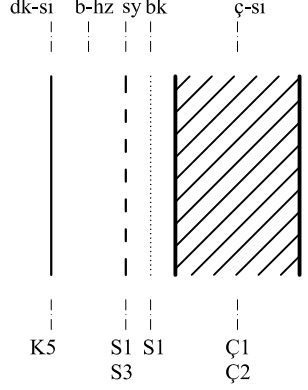
1.2.3.1 - Yüzey geçirimsiz ısı yalıtımı iç yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



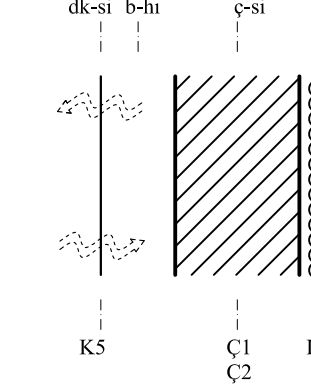
1.3.3.1 - İç drenaj sistemli ısı yalıtımı iç yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



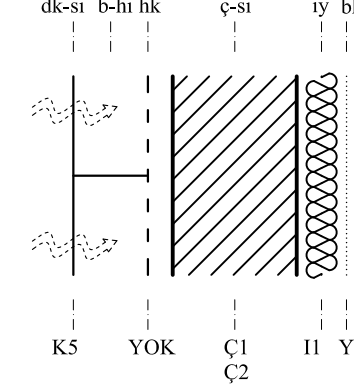
1.4.3.1 - Havalandırmasız boşluklu ısı yalıtımı iç yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



1.5.3.1 - Havalandırmalı boşluklu ısı yalıtımı iç yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



1.6.3.1 - Basınç dengeli ısı yalıtımı iç yüzeyde buhar geçirimsiz duvar



ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Uğur Kaya

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1983

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- **Kaya, U.,** Türkeri, N., 2009. Life Cycle Assessment of Waterproofing Materials Manufactured in Turkey, 9. International Healthy Buildings Conference and Exhibition Healthy Buildings 2009, 13 - 17 Eylül, Syracuse, NY, ABD.
- **Kaya, U.,** Türkeri, N., 2009. Environmental Performance of Cladding Materials, 11. International Conference on Non-Conventional Materials and Technologies, NOCMAT 2009, 6 - 9 Eylül, University of Bath, Bath, Birleşik Krallık.