

**T.C.**  
**HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MİMARLIK ANABİLİM DALI**  
**MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**AZ TÜKETEN YAPININ ELDESİNE YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**  
**TANER YÜREKLİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. AYŞE BALANLI**

**GAZİANTEP-2018**

**T.C.**  
**HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

**Mimarlık** Anabilim Dalı **Mimarlık** Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Taner Yürekli** tarafından hazırlanan “**Az Tüketen Yapının Eldesine Yönelik Bir Değerlendirme**” başlıklı tez, **15/11/2018** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Görevi**

**Unvanı, Adı ve Soyadı**

**İmzası:**

**Kurumu/Üniversitesi**

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Ayşe BALANLI



**Jüri Başkanı**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

Dr. Öğr. Üyesi Burcu SALGIN

Erciyes Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

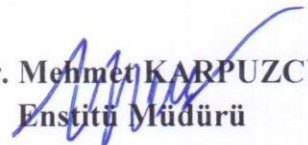
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İNCESAKAL

Hasan Kalyoncu Üniversitesi



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU  
Enstitü Müdürü



## TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **Az Tüketen Yapının Eldesine Yönelik Bir Değerlendirme** başlıklı çalışmanın tarafımca, bilimsel ahlak ve geleneklere ve aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım. 15/11/ 2018

**Taner YÜREKLİ**

## ÖNSÖZ

Şehirler ve yapılar sağlıklı çevreler için son günlerin güncel konularından olan çevreci yapı anlayışı ile yeniden ele alınmaktadır. Bu tez çevreci yapıların uygulanmalarında “Yapılar Nasıl Çevreci Olur?” sorusu ile ortaya çıkmıştır. Bu soruya yapılara tasarım aşamasında karar verilen ve aktarılan niteliklerin uygulanması ile cevap verilebilir. Bu amaç ile ortaya çıkan bu tezde, yapıların yaşamı boyunca kaynakların az tüketimi için nasıl bir tasarım yapılabilir anlayışı ele alınmıştır.

Özellikle bu anlayış içerisinde sadece yapıların değil, o yapıların konumlandırılacağı ve üretileceği planların da çevreci şehir anlayışı ile üretilmesi gerekmektedir. Plan ne kadar çevreci yapı yapmaya elverişli olursa yapıda kaynak tüketimine yönelik niteliklerin uygulanması kolay olacaktır. Bu anlayış ile çevreci yapı kavramı sadece bir değerlendirme sistemlerinin ve tasarımcının vereceği kararlar ile değil, yerel ve bölgesel yönetimler ile birlikte bütün çevre içerisindeki paydaşların ortak akli ile başarılı olacaktır.

Düşünme ile başarılı sonuçların ve çözümlerin ortaya çıkacağı anlayışını bana kazandıran ve bu süreçte bana akademik bilgisi ve donanımıyla yol gösteren danışman hocam sayın Prof. Dr. Ayşe Balanlı’ ya, tez jüri üyesi olan ve bu süreçte bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Burcu Salgın hocama içtenlikle teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez yazım sürecinde bana sağladığı manevi destek nedeniyle Aileme ve Gaziantep Büyükşehir Belediyesi İmar Şube Müdürlüğü’nde yer alan Proje Ruhsat Birimi’ndeki oda arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Gaziantep, 2018

TANER YÜREKLİ

## ÖZET

### AZ TÜKETEN YAPININ ELDESİNE YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME

Doğal çevre içerisinde yer alan yapılar yapma çevreyi oluşturmaktadır. Bu oluşumlar denetim altına alınmadığında doğal çevreyi olumsuz bir şekilde etkilenmekte ve doğal kaynakların tüketim hızını artırmaktadır. Aynı zamanda insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda kaynak tüketimi ile birlikte yapıların oluşturduğu atık üretimi oldukça önemli bir konudur. Yapıların, çevreci anlamda atık üretimi ve kaynak tüketimine etkisi dünya üzerinde oldukça fazla olduğundan, yapı sektöründe bu konu büyük önem kazanmaktadır. Tasarımcılar, uygulayıcılar ve kullanıcılar gibi tüm paydaşların, bu konuları birlikte ele alması gerekmektedir. Bu amaç ile yapılar tasarlanmadan önce atık üretimleri ve kaynak tüketimlerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararları oluşturulmalıdır.

Dolayısıyla, yapıların çevreci olabilmesi için; az atık üretmesi ve az kaynak tüketmesi temel etmen olarak kabul edilebilir. Bu hedefler çerçevesinde bu çalışmanın giriş bölümünde çevreci yapıların değerlendirilmesinde bu yapılar için yapılmış olan “az üreten, az tüketen ve insan sağlığını bozmayan” tanımı kabul edilmiş ve bu çalışma kaynak tüketimi ile sınırlandırılarak ele alınmıştır. İkinci bölümde, yapıların kaynak tüketiminin azaltılmasında üretim ve tüketimin ilişkisi ile birlikte, bu kavramların yapılarla ilişkisi incelenmiştir. Diğer bölümlerde, kaynak tüketimine yönelik yapıların sırasıyla arazi, enerji, su ve yapı ürünlerinin alt süreçlerdeki tüketimi ele alınmıştır.

Sonuçtan önceki bulgular bölümünde ise, yapıların hangi süreçlerde kaynak tükettiği ortaya çıkmış ve az tüketime yönelik alt süreçler ile kaynak tüketimi karşılaştırılarak genel bir tasarım kararları listesi oluşturulmuştur. Aynı zamanda niteliklerin yerel koşullara ve gereksinimlere göre değişebileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak ise yapıların, gereksinimlere göre yapılması ve az tüketim niteliklerinin belirlenerek tasarım kararlarının oluşturulması gerektiği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı, Kaynak Tüketimi, , Enerji, Su, Yapı Ürünü, Arazi

**ABSTRACT**  
**AN EVALUATION FOR THE OBTAINMENT OF THE LOW-CONSUMING BUILDING**

Buildings within the natural environment make up the artificial environment. These formations affect natural environment in a negative way and increase the rate of consumption of natural resources and also negatively affect human health when they are not taken under control. In this context, waste generation created by the buildings together with the resource consumption is a very important issue with the aim of transferring our resources to advanced lives. Since the impact of the buildings on waste production and resource consumption in the environment is very high in the world, this issue is gaining great importance in the construction sector. For this purpose, design decisions should be made to reduce waste generation and resource consumption before the buildings are designed.

Therefore, to be environmentally friendly; producing less waste and consuming less resources can be considered as the main factor. Within the framework of these objectives, in the introduction part of this study, the definition “producing less, consuming less and does not disturb human health, which was made for the evaluation of environmental buildings, was adopted and this study was considered by limiting the resource consumption. In the second part, the relationship between production and consumption and the relationship of these concepts with the buildings are investigated. In the other parts, the consumption of land, energy, water and building products in sub-processes, respectively, are discussed.

In the findings part of this study, before the results, in which processes the buildings consume resources are revealed, and a list of general design decisions is made by comparing the sub-processes for low consumption and resource consumption. As a result, it is understood that structures should be made according to requirements and design decisions should be made by determining the minimum consumption characteristics.

**Keywords:** Building, Resource Consumption, , Energy, Water, Building Product, Land

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
<b>BİRİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>1</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu.....	1
1.1.1. Problem Cümlesi.....	2
1.1.2. Alt Problemler.....	2
1.2. Araştırmanın Amacı .....	2
1.3. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	3
1.6. Tanımlar .....	4
<b>İKİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>5</b>
<b>ÇEVRECİ YAPI KAVRAMI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Üretim ve Tüketim .....	6
2.2. Üretim ve Tüketimin Yapı İlişkisi .....	6
2.3. Yapıların Üretim ve Tüketiminde Tüketilen Kaynaklar .....	7
2.4. Yapıların Tüketim Süreçleri ve Tüketimin Tasarım İle İlişkisi .....	8
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>9</b>
<b>YAPILARIN ARAZİ TÜKETİMİ .....</b>	<b>9</b>

3.1. Yapıların Üretiminde Arazi Tüketimi .....	9
3.1.1. Var Olan Yapıların Korunması .....	9
3.1.2. Yatay ve Dikey Yapılaşmanın Karşılaştırılması .....	12
3.2. Yapıların Kullanımında Arazi Tüketimi .....	13
3.3. Yapıların Arazi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler	13
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>15</b>
<b>YAPILARIN ENERJİ TÜKETİMİ .....</b>	<b>15</b>
4.1. Yapıların Üretiminde Enerji Tüketimi .....	15
4.2. Yapıların Kullanımında Enerji Tüketimi .....	17
4.2.1. Yapıların Aydınlatılmasında Enerji Tüketimi.....	18
4.2.2. Yapıların Isıtılması ve Soğutulmasında Enerji Tüketimi .....	19
4.2.3. Isıtma ve Soğutmaya Yönelik Doğal Havalandırma ve Güneş Denetimi ..	19
4.2.3.1. Doğal Havalandırma .....	20
4.2.3.2. Güneş Denetimi .....	24
4.2.3.3. Yapı Kabuğu ve Cephe Tasarımı .....	25
4.2.3.4. Çift Kabuk Cephe Sistemleri .....	26
4.2.4. Yapıların Isıtılmasında ve Sıcak Su Kazanımında Güneşten Yararlanarak Tasarım .....	28
4.2.5. Isı Kaybını Azaltmaya Yönelik Yalıtım Önerileri .....	29
4.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Enerji Tüketimi .....	35
4.4. Yapıların Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler .....	35
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>38</b>
<b>YAPILARIN SU TÜKETİMİ .....</b>	<b>38</b>
5.1. Yapıların Üretiminde Su Tüketimi .....	38
5.2. Yapıların Kullanımında Su Tüketimi .....	42
5.2.1. Atık ve Yağmur Sularının Yeniden Kullanılması .....	43
5.2.2. Su Verimli Peyzaj Kullanımı .....	45
5.2.3. Yenilikçi Su Teknolojilerinin Kullanılması .....	45
5.2.4. Kullanıcı Davranışı ve Bakım/Onarım .....	46
5.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Su Tüketimi .....	47
5.4. Yapıların Su Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler ....	47



<b>ALTINCI BÖLÜM</b> .....	<b>50</b>
<b>YAPILARIN ÜRÜN TÜKETİMİ</b> .....	<b>50</b>
6.1. Yapıların Üretiminde Ürün Tüketimi .....	<b>50</b>
6.2. Yapıların Kullanımında Ürün Tüketimi .....	<b>53</b>
6.2.1. Esnek Tasarım .....	<b>54</b>
6.2.2. Ürün Seçimi İle Birlikte Dayanıklı ve Uzun Ömürlü Yapı Ürünlerinin Kullanımı .....	<b>57</b>
6.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Ürün Tüketimi .....	<b>58</b>
6.3.1. Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanım ve Yeniden Üretim Sürecine Dönmesi .....	<b>60</b>
6.3.2. Yapı Ürünlerinin Geri Dönüşüm İle Yeniden Kullanım ve Üretim Sürecine Dönmesi .....	<b>61</b>
6.4. Yapıların Ürün Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler	<b>63</b>
<b>YEDİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>64</b>
<b>AZ TÜKETEN YAPININ ELDESİNE YÖNELİK BULGULAR</b> .....	<b>64</b>
<b>SEKİZİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>68</b>
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>68</b>
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>70</b>

## TABLolar LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1:</b> Arazi Kullanım Raporu.....	11
<b>Tablo 2:</b> Arazi Kullanımı Ölçütünün Açılımı.....	12
<b>Tablo 3:</b> Arazi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Öneriler.....	14
<b>Tablo 4:</b> Güneşten Doğrudan ve Dolaylı Isı Kazanımı.....	29
<b>Tablo 5:</b> TS 825 Standartlarına Göre Yapıların Özgül Isı Kaybı Etmenleri.....	31
<b>Tablo 6:</b> Enerji Tüketimi Azaltmaya Yönelik Öneriler.....	37
<b>Tablo 7:</b> Su Tüketimi Azaltmaya Yönelik Öneriler.....	49
<b>Tablo 8 :</b> Yapı Ürünleri/Bileşenlerinin Geri Kazanım İşlemleri ve Kullanım Alanları.....	62
<b>Tablo 9 :</b> Ürün Tüketimini Azaltmaya Yönelik Öneriler.....	63
<b>Tablo 10 :</b> Yapıların Kaynak Tüketimi.....	64
<b>Tablo 11:</b> Az Tüketen Yapıların Eldesine Yönelik Tasarım Kararları ve Denetim Listesi.....	66

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 1 : Yapı Ürünlerinin Enerji Kullanım Süreçleri.....	17
Şekil 2 : Yapıda Doğal Havalandırmanın Sağlanması.....	21
Şekil 3 : Devininin Doğrultusunda Duvar Boşluğuna Dik Olması Durumunda Havalandırma.....	22
Şekil 4 : Doğal Havalandırmaya Uygun Pencere Açılışları.....	22
Şekil 5 : Havanın Pencere Boşluğu İçerisinde Dolaştırılması.....	23
Şekil 6 : Hava Denetimli Izgaralar.....	23
Şekil 7 : Güneş Denetim Elemanları.....	24
Şekil 8 : Dış Gölgeleme Eleman Çeşitleri.....	25
Şekil 9 : Çift Kabuklu Cepheler.....	27
Şekil 10 : Çift Kabuk Cephe Sistemi Şematik Kesit.....	28
Şekil 11 : Giydirme Isı Yalıtım Detayı.....	33
Şekil 12 : Temel Yalıtım Detayına Bir Örnek.....	34
Şekil 13 : İkili Ayrımda Kullanılan Su Kaynakları.....	44
Şekil 14 : Bina Yapım Sürecinin Çevresel Performans İlkeleriyle Planlanması.....	51
Şekil 15 : Bina Yapım Sürecinin Çevresel Performans İlkeleriyle Planlanması .....	51
Şekil 16 : Duvar Oluştururken Ürün Boyutuna Göre Tasarım Yapma .....	53
Şekil 17 : Plan Değişikliği Üzerine Esnek Bir Örnek.....	56
Şekil 18 : Ürün Yaşam Döngüsü Aşamaları.....	61

## RESİMLER LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Resim 1</b> : Gaz Beton Tutkalının Hazırlanması.....	40
<b>Resim 2</b> : Geleneksel Duvar Harcının Hazırlanması.....	40
<b>Resim 3</b> : Beton Sulamadaki Su Tüketimi.....	41
<b>Resim 4</b> : Ön Yapımlı Yapı Elemanı ve Bölme Duvar Örneği.....	42
<b>Resim 5</b> : Ön Yapımlı Yapı Elemanlarının Kullanıldığı Konut.....	42
<b>Resim 6</b> : Yükseltilmiş Döşeme Örneği.....	56

## KISALTMALAR LİSTESİ

BRE	: Building Research Establishment
BREEAM	: BRE Environmental Assessment Method
ÇEDBİK	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
LEED	: Leadership in Energy and Environment Design
TUYEB	: Türkiye Yeşil Bina Sertifikası
WCED	: World Commission on Environment and Development (Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu)



## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Dünya üzerinde artan nüfus ile birlikte kaynakların hızla tüketilmesi, küresel ısınma sonucu meydana gelen doğal afetler ve ekosistemdeki bozulmalar ile çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Artan nüfusun barınma gereksiniminin sonucunda artan yapılar, kaynak tüketimi ve atık üretimi ile ilişkili biçimde çevre sorunlarına olumsuz yönde katkıda bulunmaktadır. Oluşan çevre sorunlarına çözüm arayışı olarak birçok yöntem ve önlemler gündeme gelmektedir. Yapıların kaynak tüketimi, atık üretimi ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak geliştirilen çevreci yapı kavramı yeni yaklaşımları beraberinde getirmiştir. Bu yeni yaklaşımlar, yapı sektöründe çevre ve yeşil kavramları ile birlikte ele alınmaktadır. Yasal düzenlemeler, çeşitli kurum ve kuruluşlar ile çevresel, ekonomik ve sosyal birçok alanda ele alınan çevreci yapı kavramı tanımlar ve değerlendirme sistemleri ile birlikte ele alınmakta olup farklı uygulama örnekleri ile birlikte ortaya çıkmaktadır.

Yapıların üretim ve tüketim süreçlerindeki kaynak tüketiminin çevresel etkileri, insan sağlığı ile yakından ilişkili olmakla birlikte, bu süreç dünyada tüketilen enerjinin ve içme sularındaki kirlenmenin %50'sinden sorumludur (1). Bu sorunların azalması amacı ile pek çok çevreci yapı tanımları yapılmaktadır. Tanımlar çevreci yapıların niteliklerini belirlemede yardımcıdır. Ancak, var olan çevreci yapı tanımları değerlendirmelerin yapılmasında eksik ve yetersiz kalmaktadır. Eğer bir çevreci yapı tanımı, bir yapının tasarımından başlayarak yapım, kullanım, sökülme ve yıkımına kadar ki kaynak tüketimini, atık üretimini ve insan sağlığına zararlı etkilerini azaltmaya yönelik değerlendirmelere yardımcı olacak biçimde değilse o yapılar çevreci yapı olarak düşünülemez.

Bu bağlamda çevreci yapılar için yapılmış olan "... en az kaynak tüketen, en az atık üreten, canlı sağlığını olumsuz etkilemeyen ..." (2) tanımı yapıların tasarımlarının ve değerlendirmelerinin yapılmasında nitelik belirleyici olarak kabul edilmiştir.

#### 1.1. Problem Durumu

Tanımda belirtilen, yapıların kaynak tüketimi, atık üretimi ve insan sağlığına olumsuz etkileri çevreci yapı uygulamalarının niteliklerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Bu üç nitelik yapıların tüm yaşamını ilgilendirmektedir. Tüketim oluşması

üretimle, üretiminin gerçekleşmesi ise tüketim ile birlikte oluşmaktadır. Yapıların üretim ve tüketiminde ise doğal kaynak, anamal ve işgücü tüketimleri gerçekleşmektedir. Yapıların kaynak tüketimi konusu yaşam süreçlerindeki (üretim, kullanım ve sökülüm/yıkım) çevresel etkileri de barındırmaktadır. Bu amaç ile yapıların üretim ve tüketim süreçlerindeki -kaynak tüketimi gibi- olumsuz etkileri azaltmak için ortaya çıkan çeşitli değerlendirme sistemleri bulunmaktadır.

kaynak, anamal ve işgücü tüketimleri gerçekleşmektedir. Yapıların kaynak tüketimi konusu yaşam süreçlerindeki (üretim, kullanım ve sökülüm/yıkım) çevresel etkileri de barındırmaktadır. Bu amaç ile yapıların üretim ve tüketim süreçlerindeki -kaynak tüketimi gibi- olumsuz etkileri azaltmak için ortaya çıkan çeşitli değerlendirme sistemleri bulunmaktadır.

### **1.1.1. Problem Cümlesi**

Çevreci yapıların değerlendirilmesi için oluşturulacak olan sistemlerde olması gereken az atık üretimi, az kaynak tüketimi ve insan sağlığı niteliklerinden herhangi biri eksik veya yanlış ise değerlendirmelerde ve değerlendirmelerin doğruluğunun tespitinde sonuca ulaşmakta zorluklar ortaya çıkaracaktır.

### **1.1.2. Alt Problemler**

Bu araştırmanın alt problemleri;

- Çevreci yapıların yaşam süreçleri (yapım, kullanım ve sökülüm/yıkım) ele alınmadan farklı tanımlarla ve yerele özgü olmayan sertifika sistemleri ile değerlendirilmesi ile uygulamalarda eksiklikler ortaya çıkmasıdır.
- Yerel gereksinimlere ve koşullara uygun olmayan değerlendirme sistemlerinin uygulanması daha fazla kaynak tüketimine ve atık üretimine yol açabilecektir.

### **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, yapıların çevreye verdikleri zararlardan en önemlisi olan kaynak tüketiminin incelenmesi ile:

- Çevreci yapıların kaynak tüketiminin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerinin araştırılması, yapım, kullanım ve sökülüm/yıkım süreçleri ele alınarak daha az kaynak tüketen yapıların incelenmesi ve değerlendirilmesi,

- Yapım, kullanım ve söküm/yıkım aşamasında çevreye verdiği zararların irdelenmesi,
- Kaynak tüketiminin azaltılabilmesi için süreçlerin sonunda bir değerlendirme listesi hazırlayarak çevreci yapıların değerlendirilmesinde kullanılacak denetim listesine destek verilmesi

olarak sıralanabilir.

### **1.3. Araştırmanın Önemi**

Bu çalışma, yapıların az tüketim ilkelerinin incelenerek araştırılması, daha az su, enerji, yapı ürünü ve arazi tüketen yapıların elde edilmesi ile;

- Türkiye'ye özgü bir değerlendirme sisteminin oluşturulması,
- Oluşturulacak değerlendirme sisteminin tüm tasarımcılar tarafından kullanılması,
- Var olan kaynakların geleceğe aktarılması

açısından önemlidir.

### **1.4. Araştırmanın Varsayımları**

Eğer çevreci yapıların nitelikleri ve değerlendirmeleri belirlenerek bir denetim yapılması söz konusu ise yapıların yaşamı boyunca çevreci olma niteliği sağlanmış olacaktır. Bu çalışmada kabul edilen tanımdan yola çıkarak niteliklerin belirlenmesi ile birlikte Türkiye'de ve farklı ülkelerde oluşturulabilecek çevreci yapı değerlendirme ve sertifikalandırma sistemlerinin ölçütlerinin ülke şartlarına ve ihtiyaçlarına uygun olarak oluşturulmasına kolaylık sağlanacaktır.

### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırma çevreci yapıların,

- Az tüketim ilkelerinin incelenerek araştırılması,
  - Yapı yaşam süreçlerinde daha az su, enerji, yapı ürünü ve arazi tüketimi ile birlikte iş gücünün azaltılmasına yönelik hedeflerle ele alınması
- konuları ile sınırlandırılmıştır.



## **1.6. Tanımlar**

Bu araştırmada verilen tanımlar, ilgili bölümlerde ele alınmıştır.



## İKİNCİ BÖLÜM

### ÇEVRECİ YAPI KAVRAMI

Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından 1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporu ile tanımlanan sürdürülebilirlik kavramı, bugün birçok çalışmanın ve uygulamanın ana konusu olmuştur. Dünyada ve Türkiye’de önemli bir doğal kaynak tüketim alanı olan yapı sektöründe, sürdürülebilirlik temelli ve doğa dostu yapılar da bu zorunluluktan doğmuştur. Kısaca çevreci (yeşil) yapı olarak tanımlanan bu yapıların yapım, kullanım, bakım/onarım ve söküm/yıkım süreçlerinde daha az kaynak kullanımı amaçlanmaktadır. Son dönemlerde farklı tanımlar ve kavramlar ile gündeme gelmeye başlayan ve sayısı gittikçe artan bu yapıların temel amacı kaynak tüketimini azaltmaktır. Üretim ile tüketimin bir arada gerçekleştiği bu yapılarda kaynak tüketimini ve atık üretimini azaltmak konuları çevreci yapı kavramı içerisinde incelenmektedir. Ayrıca, çevre ve yapı konuları ayrı ayrı ele alındığında yapıların yapay çevreyi oluşturduğu ve bu çevre çerçevesinde üretim ve tüketim oluşumları görülmektedir.

“Çevre, bir varlığı saran, onunla karşılıklı ilişki ve etkileşimde bulunan, bazı durumlarda değişken, karmaşık ve çok yönlü ortamdır” (3). Bir başka ifade ile canlı ve cansız varlıkların yaşamlarını sürdürdüğü su, hava ve toprak gibi doğal ortamlardır. Canlılar barınma gereksinimlerine göre kendi yapma ve doğal çevrelerini oluşturmak amacı ile doğal çevre içerisinde yapay çevreyi oluşturan yapıları üretmektedir. “Yapı, kullanıcının gereksinimlerini gidermek üzere tasarlanmış ve üretilmiş bir yapma çevredir ve kullanıcılarının gereksinimlerini kendisini oluşturan yapı ürünlerinin özellikleri ile karşılar” (4). Ayrıca yapı, canlıların doğal gereksinimlerini karşılamak ve barınma gibi temel gereksinimleri sağlamak amacı ile çeşitli yöntemler kullanılarak doğal çevrede üretilen mekânlara verilen isimdir.

Yapı ve çevre ilişkisi ile bağlantılı olarak ortaya çıkan çevreci yapılar, kullanıcı bilincine sahip, ihtiyaca yönelik gerekli enerji kaynaklarından faydalanan ve doğaya verilen zararı azaltan bir yapay çevre oluşturma amaçlamaktadır. Çevreci yapıların üretim ve tüketim konusu da bu amaç çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Son yıllarda enerji, su, yapı ürünleri ve arazi tüketiminin azaltılması amacı ile ortaya çıkan çevreci yapılar, çevre konularında duyarlı bir yaklaşım sergileyerek;

- Yapının üretimi,
- Kullanımı,
- Sökümü/yıkımı

süreçleri ile ele alınabilmektedir. Ayrıca, yapıların kullanım ömrü insan yapımı birçok üründen daha uzundur. Yapıların planlama aşamasından başlayıp, tasarım, üretim, kullanım ve söküm/yıkım aşamalarında kaynak tüketimi ve atık üretimi olmaktadır. Bu çalışmada, giriş bölümünde kabul edilen “az kaynak tüketen, az atık üreten” çevreci yapı nitelikleri ile birlikte yapıların konusu olan üretim ve tüketim ilişkisinden bahsedilerek sınırlandırılmış olan tüketim süreci ele alınacaktır.

## **2.1. Üretim ve Tüketim**

Üretim, gereksinimlerin karşılanması amacı ile mal ve hizmetleri ortaya çıkaran etkinliklerdir. Üretim işlemini gerçekleştirebilmek için tüketime gereksinim duyulmaktadır. Tüm üretim sistemlerinin hedefi, az kaynak tüketerek çok verim sağlamaktır.

Tüketim ise, mal ve gereksinimlerin faydalanma amacıyla kullanılmasıdır (5).

Dolayısıyla, insan doğduğu andan ölümüne kadar tüketme gereksiniminde olduğu için doğal kaynakların yok olmasında, atıkların artmasında büyük rol oynamaktadır. İnsan eliyle yapılar üretilirken, belirli kaynaklar (yapı ürünleri, su, enerji vb.) tüketilmektedir.

## **2.2. Üretim ve Tüketimin Yapı ile İlişkisi**

Yapı üretim eylemi, ilkel toplumların göçebe hayattan, toprağı işlemeye başlayarak barınma amacı ile yerel hayata geçmesiyle ve başlamıştır. Beslenme, korunma ve barınma gibi karşılanması zorunlu bazı gereksinimleri ile birlikte ortaya çıkan yapılar bugünlere kadar gelişerek tekrarlanmaktadır. Yapılar ile birlikte tüketimde gün geçtikçe artmaktadır. İnsanların barınma gereksinimi için üretilen yapılar büyük bir üretim ve tüketim döngüsüne sahiptir.

Özellikle yapıların, yapım, kullanım ve söküm/yıkım süreçlerindeki yeni yapma eylemindeki arazi, ürün, enerji ve su gibi tüketimlerin gerçekleştiği eylemler üretim ve tüketim ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, yapılar üretilirken de ürün tüketim süreçleri devam ederken atık üretme döngüsüne girmektedir.

### **2.3. Yapıların Üretim ve Tüketiminde Tüketilen Kaynaklar**

Yapılar, üretim aşamasından başlayarak, yapı ömrünü tamamlayıncaya kadar geçen süre boyunca doğal kaynak, iş gücü, anamal olarak üç ana kaynak tüketmektedir. Yapıya girdi oluşturan temel kaynaklar enerji, ürün ve su olarak ele alınabilmektedir. Enerji, su ve ürünün korunumu, çevreci mimarinin ilkelerinden biri olup tasarımı yönlendirir. Yapıya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakların azaltılması veya yapıdan çıkan atıkların denetlenmesiyle enerji, su ve ürünün korunumu sağlanabilir (6). Kaynaklar, yapı ürünleri, araçlar, araçların işletilmesi için gerekli enerji ve yapının üzerinde yer alacağı arsa veya arazidir. Çevresel etkileşimde, üretim-tüketim çiktısı olarak doğal kaynaklar bulunmaktadır.

**Doğal kaynaklar**, doğanın sunduğu madenler, fosil yakıtlar, su, organik maddeler gibi her türlü ürün olarak adlandırılabilir. Yapılarda da üretim ve tüketim birbirleriyle doğrudan ilişkili olduğundan, üretim olmadan tüketim, tüketim gereksinimi olmadan da üretim yönlendirilemez.

Yapı üretimi sırasında kullanılan doğal kaynaklar ve oluşan atıklar ile birlikte yaratılan çevre kirliliği ele alındığında, özellikle yapıların yaşamının her aşamasında tüketim gerçekleşmektedir. Yapıların üretim, kullanım, söküm/yıkım süreçlerinde;

- Su,
- Enerji,
- Hammadde,
- Arazi

tüketiminin gerçekleştiği bilinen bir gerçektir. Yapılar; yapım, işletme ve bakımlarının sonucu olarak birçok kaynak kullanılır. Büyük miktarda su, enerji gibi doğal kaynakları tüketen yapılar, kentlerdeki hava ve su kalitesini etkileyerek iklim değişikliğinde etkili olurlar. 2010 yılı verilerine göre dünyadaki enerjinin % 45'i, suyun ise % 50'lik kısmı yapılar tarafından kullanılır (7).

**Arazi kullanımı:** Yapı yapma eyleminin gerçekleşmesi için gerekli olan alanın tüketimidir. Her yeni yapı yapma eyleminde, arazi tüketimi görülmektedir.

**Su kullanımı:** Tüm canlılar için vazgeçilmez bir doğal kaynak olan su çevreci yapıların az tüketim ilkelerindedir. Yapıların kullanımında ve üretiminde kullanılan tatlı su kaynaklarının az olması sebebi ile çevreci yapı konusunda en çok ele alınması gereken konulardandır. Ayrıca, su kullanımı doğal kaynak kullanımı açısından yapıları önemli kılar. Bu kapsamda yapılarda banyo ve tuvaletteki su kullanımı, bahçe sulamadaki su kullanımı ve yapı ürünlerinin üretimindeki su kullanımı konuları az tüketim amacıyla incelenmelidir.

**Enerji kullanımı:** Dünyada temel enerji kaynağı olarak kullanılan doğal kaynaklar yapıların tüketimindeki önemli kaynaklardır. Bununla birlikte yapılardaki su, elektrik, ısıtma-soğutma sistemlerinde enerji kullanımı oldukça önemlidir.

**Hammadde kullanımı:** Yapıların üretimi ile birlikte hammadde tüketimi de artmaktadır. Yapılarda hammadde kullanımı oldukça fazla olmakla birlikte, taş, toprak, mineral, ahşap, petrol ve diğer ürünler yapı ürünlerinin üretiminde kullanılmakta, enerji ve su kullanımına da tüketim açısından etki etmektedir (8).

#### **2.4. Yapıların Tüketim Süreçleri ve Tüketimin Tasarım ile İlişkisi**

Yapılardaki tüketim kavramı ile yapıların yaşam döngüsü doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmanın 3, 4, 5 ve 6. bölümleri tasarım ile birlikte, yapıların yaşam döngüsü süreçlerindeki arazi, enerji, yapı ürünleri ve su tüketimine yönelik alt başlıklardan oluşmaktadır. Yapıların süreçlerindeki tüketimin azaltılmasına yönelik tasarıma yardımcı olacak denetim listesi en önemli konu olacaktır. Belirtmek gerekir ki yapıların tüketimi konusu çeşitli değerlendirme sistemleri ve farklı tanımlar içerisinde görülmektedir. Oysaki yapıların tüketimi tasarımcılar ve değerlendirme kuruluşları ile birlikte kentsel planlama, toplum, üretici/kullanıcı bilinci ve kanunlar gibi tüm paydaş ve konularla geniş bir alandır. Çevreci yapı konusu kaynak tüketimi, atık üretimi gibi konularla birlikte geniş başlıklar altında ele alınmalıdır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### YAPILARIN ARAZİ TÜKETİMİ

Yeni yapılacak her bir yapı için irdelenecek konuların başında arazi seçimi ve kullanımı gelmektedir. Arazinin yeni bir yapı yapmaya, yani var olan dokuya müdahale etmeye uygun olup olmadığı konuları tüketim ile ilişkilidir. Yeni ulaşım aksları ile oluşan imar parselleri yapılaşma ile birlikte arazi tüketimini artırmaktadır.

#### 3.1. Yapıların Üretiminde Arazi Tüketimi

Yapıların az tüketimine yönelik konular, kent planlama sürecindeki yeni yapılaşma alanları, yapılaşmalar ile ortaya çıkan alan yoğunlukları başlıkları altında yapı tasarımından önce ele alınmalıdır. Planlanan alanlar ile birlikte var olan yapıların tekrardan kullanılması desteklenmelidir. Var olan alanlarda yapılacak olan yenileme planları ve sosyal donatı alanlarının artırılması yeniden aynı arazinin kullanımını destekleyebilecek ve yeni arazi tüketimi azaltılabilecektir. Bununla birlikte eğer yeni alanlara gereksinim var ise, yeni yapı yapma eylemi ile birlikte ortaya çıkan arazi tüketimi konusu, arazinin kullanımı konusunda yan eylemler ile birlikte birçok tüketim konusunu içerisinde barındırmaktadır. Bu süreçte alan kullanımı ile birlikte yatay ve dikey yapılaşma seçimi bölgeye ve gereksinimlere göre yapılabilir.

##### 3.1.1. Var Olan Yapıların Korunması

Arazi tüketimi yeni bir yapı yapılmasında kullanılan alan tüketimi ile oluşmaktadır. Yine arazi tüketimi konusu değerlendirme sistemleri ve çeşitli kuruluşlar tarafından var olan yapıya yeni işlev kazandırarak yeni arazi tüketimini önleme amaçlanarak ele alınmıştır.

- **LEED** sertifika sisteminde arazi tüketimine yönelik bazı başlıklar şu şekilde ele alınmıştır.
- Var olan yapıların tekrar kullanılarak yeni arazi tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Ayrıca var olan yapıların bakımının yapılması ile üretim süreci tüketimi azaltılacaktır.
- Sürdürülebilir arazi kapsamında;

- Arazi kullanımında, tasarıma bağlı yeşil alanların, doğal kaynakların ve habitatın korunarak var olan alt yapıların geliştirilmesi ile birlikte tüketim azaltılacaktır.
- Arazi içerisinde yağmur sularının toplanarak kullanımı, yer altında bulunan suyun tüketimini azaltacaktır (9).
- **BREEAM** sertifika sisteminde arazi kullanımında üzerinde hiç yapı yapılmamış arazileri ve biyolojik çeşitliliği korumak hedeflenmiştir (10).
  - **Arazinin yeniden kullanımı:** Üzerinde hiç inşaat yapılmamış arazilerin kullanımı önlemek amacıyla inşaat yapılmış var olan arsaların kullanımını teşvik etmek.
  - **Bulaşıcılarla kirletilmiş arazi:** Bulaşıcılarla kirletilmiş arazilerin ıslah edilerek inşaat arazisi olarak kullanımını teşvik etmek.
  - **Arazinin ekolojik değeri ve ekolojik özelliklerinin korunması:** Yapı bitene kadar var olan ekolojinin korunmasıyla birlikte arazinin doğal hayata olumlu etkilerinin artırılmasını teşvik etmek.
  - **Yapılaşmanın ekoloji üzerindeki etkilerinin azaltılması:** Yapılaşmanın var olan arazi ekolojisine etkilerini asgari düzeye indiren çözümleri teşvik etmek.
  - **Yapılaşmanın biyolojik çeşitlilik üzerinde uzun dönem etkilerinin azaltılması:** Var olan arazi ve çevre alanlardaki biyolojik çeşitliliğin yapılaşmadan uzun dönemde olumsuz etkilenmemesi için alınacak tedbirleri teşvik etmek.
- **ÇEDBİK**, arazi kullanımı konusunu, yapının inşa edileceği yerde yapılı çevrenin korunması ve bu konuyu kentsel tasarım ve planlama ölçütleri, doğanın zarar vermesi ile birlikte yine kullanım sürecindeki tüketimin azaltılmasına yönelik nitelikler ile ele almıştır. Ayrıca, tüketim açısından ÇEDBİK'e göre diğer önemli bir sorun ise yapı için düz ve uygun arazinin azalması, yapılaşmada sıranın ekolojik değeri yüksek hassas alanlara gelmesidir. Bu sebepten, doğal kaynakların korunduğu bir yapılaşma öngörür. Kirletilmiş alanların terk edilmesi yerine bu alanların rehabilite edilerek, yapılı çevreye katılması benimsenir. Bununla birlikte, yapı yapacak kişilerin ikinci el bir arazi yerine bakir alanları tercih etmesi durumunda su havzaları, orman arazileri, kuş cennetleri gibi bölgelerde yapılaşmayı engellemektir (11). Yine LEED ve BREEAM sistemlerindeki gibi kirletilmiş bölgelere öncelik tanımak ve yeniden kullanım ele alınmaktadır. Ayrıca arazi kullanımı ve tasarım aşamasında arazi tüketimine

yönelik ölçütler doğal yaşamın korunması, topografyaya uyum çerçevesinde ele alınmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Arazi Kullanım Raporu (11)

ÇEDBİK ARAZİ KULLANIMINA YÖNELİK RAPOR HAZIRLAMA VE DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	
ANALİTİK ETÜD	Arazinin fiziksel niteliğinin güncel durumu ile birlikte belirlenecek çerçevede tarihsel dökümünün yapıldığı analitik etüdler .
SU KAYNAKLARI VE AKARSU YATAKLARINA ETKİ	Su toplama alanları belirlenerek projenin arsa içinde su kaynaklarına ya da akarsu yataklarına en az etki verecek biçimde konumlandırılması değerlendirilir. Son 20 yıl içerisinde taşkın olmuş ise riskli bölge olarak belirlenir ve taşkına karşı gerekli önlemlerin alınıp alınmadığı değerlendirilir. Koruma bantlarının oluşturulması, dere ıslahı, akarsu yatağı düzenlemesi gerekir.
BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN KORUNMASI	Yeşil alan haritası çıkarılır ve doğal alana yapı yapılmaması, varolan bitki örtüsünün başka bir ortamda kullanılması/depolanması veya yerine başka bir bölgede bitkilendirme yapılması, inşaat alanında bitkisel toprağın korunması,
ARAZİNİN YAPISI VE TOPOĞRAFYAYA UYUM	Arazinin topografik haritası hazırlanarak, eğim analizi yapılması, yapılan projenin arazinin yapısına uygun olarak minimum dolgu ve hafriyatla yapılması, arazinin doğal yapısına ve mevcut topoğrafyaya uygun yapılaşmanın yapılması gerekir.

- **TUYEB** Türkiye için oluşturmayı düşündüğü sertifika sisteminde arazi kullanımını ve tüketimini Tablo 2’de hazırlanan yedi alt değerlendirme ölçütü ile birlikte genel olarak ele almıştır. Tüketim ile ilgili konu tabloda belirtildiği üzere sadece verimli topraklar üzerinden korunmaya yönelik ele alınmıştır. LEED ve BREEAM’daki gibi var olan yapının korunması ile yeni arazi tüketimi konusu ele alınmamıştır (12).



**Tablo 2.** Arazi Kullanımı Ölçütünün Açılımı (12)

Değerlendirme Ölçütü 1 : Arazi Kullanımı (AK)	
Alt Değerlendirme Ölçütleri	
AK1	Doğal yaşam alanlarının korunması
AK2	Kentsel alanların iyileştirilmesi
AK3	Bina alanlarının etkin kullanılması
AK4	Ulaşım ve otopark sistemlerinin oluşturulması
AK5	Yerleşim yoğunluğuna uygun arazi seçilmesi
AK6	Verimli toprakların korunması
AK7	Isı adası etkisinin azaltılması

### 3.1.2. Yatay ve Dikey Yapılaşmanın Karşılaştırılması

Yapıların içerisinde bulunduğu alanın kullanımı için verilecek planlama kararları, yapıların dikeyde büyümesi veya yatayda genişlemesi ile birlikte düşünülmelidir. Kent planlama anlayışında genellikle düşük yoğunluk ve mekânda yayılma amacı ile yatay yapılaşma yaklaşımı vardır. Ancak, yatayda kentsel tasarım, kaynak ve enerji tüketimi, ulaşımdan altyapıya kadar olan türlü alanlarda olumsuz etkiler yaratabileceği gibi dikeyde yapılaşma anlayışı ise yapı üretimindeki enerji tüketimini artırabilecektir.

Le Corbusier, dikey yapılaşma fikrini savunarak Ville Contemporaine (1922) ve Ville Radieuse (1930) gibi tasarımlar yapmıştır. Le Corbusier dikey büyümeyi araziden tasarruf ettiği, yeşil alanlara olanak sağladığı için avantajlı buluyordu. Bauer ise, yüksek katlı yapılara maliyetinin yüksek olması ve iyi ışık alamamasından dolayı karşı çıkıyordu. Ayrıca, Bauer yüksek katlı yapılar arasında fazla bahçe mesafelerine gereksinim duyulduğundan arazi tüketiminin artacağını düşünmektedir (13). Tüm bu fikirler ile tasarımlar yapılariken yatay veya dikey yapılaşma konuları diğer tüketim konuları da birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir.

Yatay yapılaşmada;

- Bölgede yapı yapmak için arazi uygunluğu,
- Alt yapı maliyetleri,
- Ulaşım koşulları,

Dikey yapılaşmada ise;

- Isıtma-soğutmada harcanacak enerji tüketimi,
- Yangın güvenliğinin sağlanması için gerekli sistemlerin tüketimi,

- Asansör ihtiyacından kaynaklanacak tüketim,
- Tesisatta kullanılacak sistemlerin tüketimi

konuları ele alınarak girdiler ve çıktılara göre kararlar verilmelidir.

### **3.2. Yapıların Kullanımında Arazi Tüketimi**

Yapının kullanım sürecinde oluşabilecek gereksinimlerden dolayı yapı alanlarının genişlemesinden kaynaklı arazi tüketimi görülmektedir. Bu süreçte de var olan yapıların korunması, dikey ve yatay yapılaşma konuları ele alınmalıdır. Bu sayede yatayda arazi tüketimi yerine dikeyde düşünülen yapılaşma planı ile arazi tüketimi azaltılabilir. Ayrıca, önceden planlanmamış genişleme alanında peyzaj düzenlemesi veya farklı bir açık kullanımı söz konusu ise tüketim olabilecektir.

Tasarlanmış ve tüketim gerçekleşmiş alanlarda, tekrar tüketim başlayacaktır.

Bu sebeple tasarım sürecinde kullanımdaki arazi tüketimi düşünülerek;

- Yapıların gereksinimlerine uygun planlanması,
- Kullanıcının yapılaşma alanları ve niteliği belirlenerek gelişme alanlarının planlanması

gerekmektedir.

### **3.3. Yapıların Arazi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler**

Yapılar üretilirken ve kullanılırken arazi tüketimi ve nedenleri incelenmiştir. Yapı yapma eyleminden önceki tasarım sürecinde ele alınacak kararlar ve az tüketime yönelik öneriler bu bölümde ele alınacaktır. Yapı yapma eyleminde mutlak arazi tüketimi görünmektedir. Arazi tüketimini önlemek için tasarım kararlarından önce Tablo 3’de belirtilen yeniden kullanım konusu yeni tüketimlerin önüne geçecektir. Bununla birlikte tasarım sürecinde kullanıcı ile birlikte yapılacak gereksinim listesi çıkartılarak arazi üzerinde yeteri kadar alan kullanımı önemlidir. Ayrıca, kullanımda oluşabilecek kullanıcı gereksinimlerinden dolayı genişleme alanları tasarım kararlarında ele alınarak düşünülmelidir. Tasarım kararları olarak arazi tüketimi konusundaki,

- Kullanıcıların gereksinimlerinin belirlenmesi, gereksiz arazi tüketimini engellemek,

- Var olan yapıların korunması ve bakım/onarımı ile birlikte işlev değişikliği,
- Var olan şartlara göre dikey veya yatay yapılaşmanın tercih edilmesi,
- Kullanım sürecine yönelik planların yapılması

gibi nitelikler arazi tüketimini azaltmaya yönelik öneriler olarak ele alınabilir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Arazi Tüketimini Azaltmaya Yönelik Öneriler

ARAZİ TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK ÖNERİLER						
		KULLANICI KATILIMLI TASARIMLAR	AÇIKLAMA	EVET	HAYIR	PUAN
TASARIM KARARLARI	ÜRETİM SÜRECİ	Kullanıcı ve Kullanıcıların Gereksinimlerinin Belirlenmesi	Yapılacak Olan Yapıların Tüm Kullanıcı Gereksinimleri Planlanarak Gereksinim Kadarıyla Yapıların Yapılması,			
		Varsa Var Olan Yapının Korunması	Yeni Yapı Yapma Eyleminin Önüne Geçilerek Tüketimin Önlenmesi, Yeniden Kullanım veya İşlev Değişikliği			
		Yatay veya Dikey Yapılaşma	Yerel Koşullara ve Gereksinimlere Göre Yatay Veya Dikeyde Yapılaşma			
	KULLANIM SÜRECİ	Üretim Sürecinde Belirlenen Kullanıcı ve Kullanıcıların Gereksinimlerinin Kullanım Sürecine Yönelik Değişimlerinin Planlanması	Üretim Sürecindeki Nitelikler İle Birlikte Gelişme Yoğunluğu Planlanarak Gerekirse Dikeyde Yapılaşma Planlarının Yapılması ve Arazi Yapılaşma Oranının ve Kullanıcı İlişkisinin Niteliğinin Belirlenerek Ele Alınması			

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### YAPILARIN ENERJİ TÜKETİMİ

Yapılarda enerji tüketimi, ısı, gaz, buhar, basınçlı hava, elektrik gibi birçok değişik formlarda görülmektedir. Bu bölümde, yapılarda belirli bir gereksinim veya eylem için kullanılan enerjinin tüketimini azaltmaya yönelik önerilerden söz edilecektir. Enerji tüketmeye yönelik basit önlemler olan daha verimli elektrikli ürün kullanımı, günlük ısıtma-soğutmanın denetimi ile birlikte tasarım sürecinde yapılarda uygulanacak doğal havalandırma, yalıtım ve kapı-pencere detayları gibi nitelikler ile yapılarda en çok tüketimi gerçekleştiren ısıtma-soğutma yüklerinin düşürülmesi enerji tüketimini azaltabilmektedir. Bununla birlikte yapılardaki enerji tüketimini etkileyen etmenler;

- Isı kayıpları gerçekleştiği için duvar ve çatı gibi yüzeyler,
- Yapılarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin enerji tüketimi,
- Yapı alanına ulaşımında tüketilen enerji,
- Yapının;
  - yer seçimi,
  - yönü,
  - kabuğu,
  - güneş denetinden kaynaklanan enerji tüketimi

başlıkları altında ele alınabilir (14).

#### 4.1. Yapıların Üretiminde Enerji Tüketimi

Enerji tüketimi, yapıyı oluşturan tüm ürün ve bileşenlerin üretimi, yapıya uygulanması ve yönetimine kadar geniş bir çerçevede ele alınabilir. Yapılar üretilirken;

- Ekipmanların kullandığı enerji,
- Ürünlerin kullandığı enerji,
- Üretim alanına ulaşmak için harcanan enerji,

Mimari tasarım hatalarından kaynaklanan, yapı yapılırken arazi şartlarının göz önünde tutulmamasından kaynaklı iş makinelerinin kullandığı enerji tüketilen enerji olarak düşünülebilir.

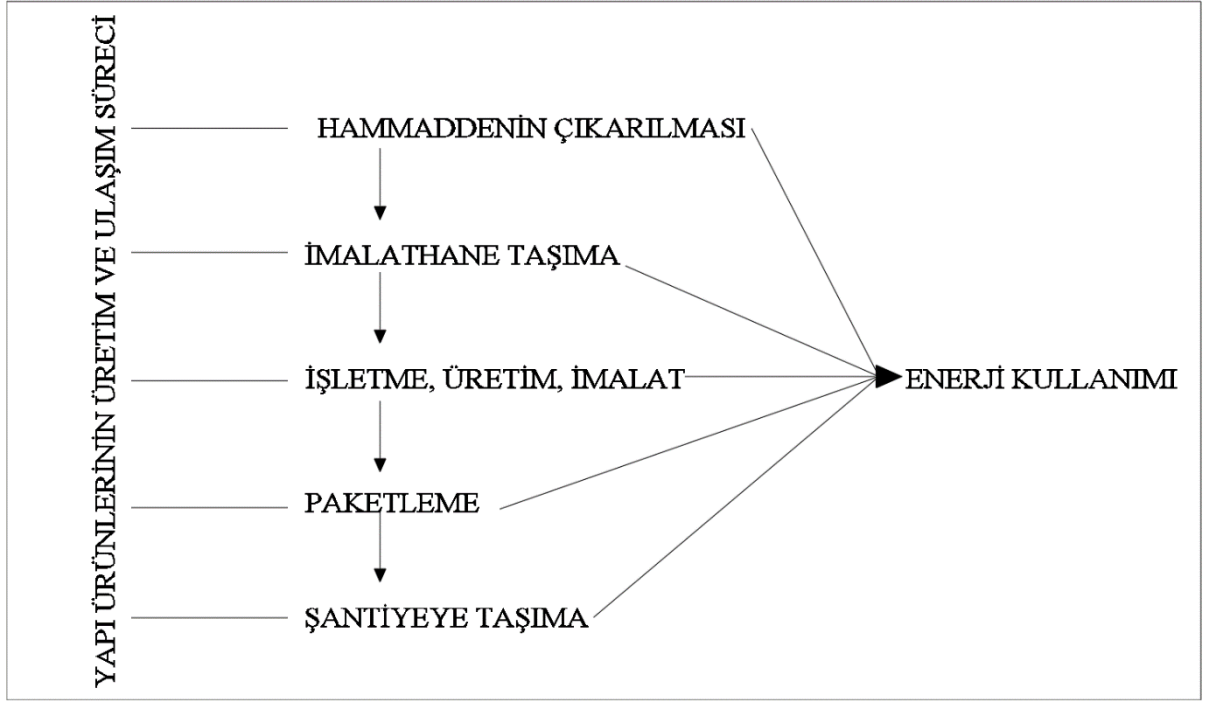
### **Yapı üretimi sürecindeki kullanılan enerji miktarının azaltılmasını yönelik öneriler.**

Yapılarda kullanılacak üretim teknikleri ve ekipmanlar belirlenirken, ekipmanların performansları, yapının inşa edilmesi, kullanılması, gerektiği zamanlarda bakımı, onarımı gibi birtakım işlemlerde enerji tüketimi denetlenmelidir.

En az maliyetle, en kısa sürede ve planlanan kalitede bir yapı üretilmesi amacıyla kaynakların yönetilmesi eylemlerini oluşturan görev ve sorumlulukların başarılı bir biçimde gerçekleştirilmesi; bu konuda geliştirilmiş teknikleri ve bilgi sistemlerini eğitim ve denetim yoluyla kazanmış proje yöneticilerinin sürece katılımını zorunlu kılmıştır. Projede kullanılacak kaynakların, hızlı ve verimli bir şekilde kullanılması, her proje yöneticisinin öncelikli hedefidir. İyi yönetilmeyen projeler enerji kaybına neden olacaktır. Bu nedenle, yapı üretim sürecinde kullanılacak kaynakların organize edilerek, belirli yönetim ilkeleri doğrultusunda kullanılmaları gerekmektedir.

### **Ulaşımındaki enerjiyi azaltacak ürün ve iş gücü kaynaklarını seçmek önemlidir.**

Tasarım sürecinde yapının yapılacağı bölge kaynakları, iklim koşulları ve coğrafi koşullar göz önünde bulundurulmalıdır. Enerji tüketiminde, ürünlerinin üretim yerlerinden yapı alanlarına taşınma süreci içerisinde harcanan enerji miktarı önemli bir yer tutmaktadır (Şekil 1). Yapılar kendilerine olan ulaşım bağlantıları ile üretimlerinden başlayarak tüm yaşam döngüleri içinde enerji tüketimine neden olurlar. Bu enerji tüketimi büyük oranda akaryakıt ve elektrik enerjisi türlerinde gerçekleşmektedir. Ürün taşımada kullanılan enerjinin azaltılması amacı ile yapıda kullanılan ürünlerin yerel ürün olması, uygulama alanlarına yakın üretilmesi taşıma enerjisini azaltacaktır.



Şekil 1. Yapı Ürünlerinin Enerji Kullanım Süreçleri

#### 4.2. Yapıların Kullanımında Enerji Tüketimi

Kullanım sürecinde enerji tüketiminin azaltılmasında öncelikli amaç enerji kaynaklarından en az şekilde faydalanmaktır. Bu amaç doğrultusunda kullanıma yönelik kararlar tasarım aşamasında alınarak tüketim azaltma hedefleri belirlenmelidir. Az enerji tüketen ve gereksinim duyduğu enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan sağlayan yapıların tasarımı ve yapımı, disiplinler arası işbirliğini gerektiren bütünlük bir süreçtir. Bu süreç içerisinde bir yapı tasarlanırken tüm paydaşların havalandırma, yangın, elektrik, aydınlatma ve sıhhi tesisat gibi konuları enerji tüketimini azaltmaya yönelik hedeflerle ele almaları gerekmektedir. Yapıların kullanım sürecinde en fazla enerji tüketimi;

- Isıtma-soğutma,
- Aydınlatma,
- Ulaşım

ana başlıkları altında ele alınabilir.

Ana tüketim etmenleri olarak bu üç ana başlık dışında, yapıların kullanım sürecinde tasarımdan kaynaklanan tüketimler söz konusudur. Bunlar;

- Dikey yapılaşma sonucunda gereksinim duyulan yangın güvenlik tesisatları nedeniyle enerji kullanımının artması,
- Dikey yapılaşmada nedeniyle birden fazla asansör kullanımından kaynaklı enerji tüketimi,
- Yapıların konumlandırılmasından kaynaklı ısıtma-soğutma gereksinimi artması,
- Doğal havalandırma imkânlarından faydalanılmamasından dolayı iklimlendirme sistemlerine bağlı olarak enerji tüketimi artması,
- Yapıda yalıtım konusunun ele alınmamasından dolayı ısıtma-soğutma enerjisi gereksiniminin artması,
- Yapının toplu ulaşım imkânlarının bulunmaması ve donatı alanlarına uzaklığı nedeniyle ulaşımda enerji kullanımının artması

olarak sıralanabilir.

Bu sürece katkıda bulunmak için;

- Yapıların az enerji tüketecek şekilde uygun yönlerde tasarlanması,
- HVAC sistemlerinin maliyet analizi yapılarak projeye aktarılması,
- Sistemlerin kullanım sürecindeki bakım ve denetim planının yapılması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının projeye aktarılması,
- Yapı kabuğunun tasarlanırken ısı kayıp ve kazançlarının hesaplanması,
- Doğal havalandırma imkânlarından faydalanılması,
- Sıcak su sistemleri için güneşten faydalanılması,
- Çift cam sistemleri ve dış gölgelikler ile doğal aydınlatmanın sağlanması

önemlidir. Tüketimi azaltmaya yönelik tasarım yapılırken belirtilen nitelikler gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarımlara aktarılabilir (15).

#### **4.2.1. Yapıların Aydınlatılmasında Enerji Tüketimi**

Yapıların enerji tüketim etmenlerinden olan aydınlatma, denetlenmediği zamanlarda oldukça yüksek tüketimler gerçekleştirebilir. Özellikle tasarım hatalarından kaynaklı gün ışığı alamayan mekânlarda aydınlatmada harcanan enerji oranı oldukça yüksek olabilmektedir. Enerji tüketiminin aydınlatmada azaltılması amacı ile yapılarda tasarım sürecinde karar verilecek niteliklere öneri olarak aşağıdaki kararlar ele alınabilir.

- **Doğal aydınlatma:** Yapıların kullanımda konfor ortamının gün boyunca en temel ışık kaynağı olan güneş ışığı ile aydınlatılmasının sağlanmasıdır. Cephede kullanılan pencere boşlukları ile yapıların aydınlatılmasına yardımcı olan çeşitli metotlar geliştirilmektedir. Tasarımlarda yapay aydınlatmayı en aza indirecek kararlar alınarak, yapının ve mekânların yönü en etkin şekilde tasarlanarak doğal aydınlatma amaçlanmalıdır.
- **Akıllı aydınlatma sistemleri ve tasarımları:** Yapıların iç ve dış aydınlatma sistemlerinin zamana, ortam ışık şiddetine, kullanım yoğunluğuna göre otomatik olarak kontrol edilerek, enerji tüketimini en aza indirmek temel amaçtır.

#### 4.2.2. Yapıların Isıtılması ve Soğutulmasında Enerji Tüketimi

Yapıların kullanım sürecindeki ısıtma-soğutmada dış iklimten izole edilmiş mekanik ısıtma-soğutma sistemlerinin kullanımının gitgide artması ve tasarım nedeniyle yapıların doğal aydınlatmadan ve havalandırmadan faydalanmaması enerji tüketimini arttırmaktadır.

Yapıların tasarım sürecinde dikkate alınacak;

- Doğal havalandırma ve aydınlatma,
- Yapının biçimi ve konumu,
- Yapı kabuğu,
- Mekanik ve yarı mekanik sistemler,
- Yalıtım

gibi nitelikler, kullanım sürecindeki ısıtma-soğutmada enerji kullanımını azaltmaya yardımcı olmaktadır.

#### 4.2.3. Isıtma ve Soğutmaya Yönelik Doğal Havalandırma ve Güneş Denetimi

İnsanın yaşamını sürdürebilmesi için gerekli oksijen gereksiniminin giderilmesinde ve yapılar içerisindeki hava kirliliği sorununun çözümünde havalandırma sistemlerinden yararlanır. Gereksinimden kaynaklı olan bu durum, yapay yollar ile sağlanırsa oldukça fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. Ayrıca, bu konu sağlık ve ekonomik açıdan da oldukça önemlidir. Yapının doğal yöntemlerle ısıtılması-soğutulması ve havalandırılması, dış havanın ve güneşin yapı kabuğu aracılığıyla yapıya ulaşması ve hava dolaşımının sağlanması ile olmaktadır. Bu



bağlamda enerji tüketiminin azaltılmasına yardımcı olmak amacı ile yapının konumu, planı, biçimi ve boşluklarının düzenlenmesi oldukça önemlidir.

**Birden fazla yapının cephelerinin birbirlerine göre konumu (yapı aralıkları):**

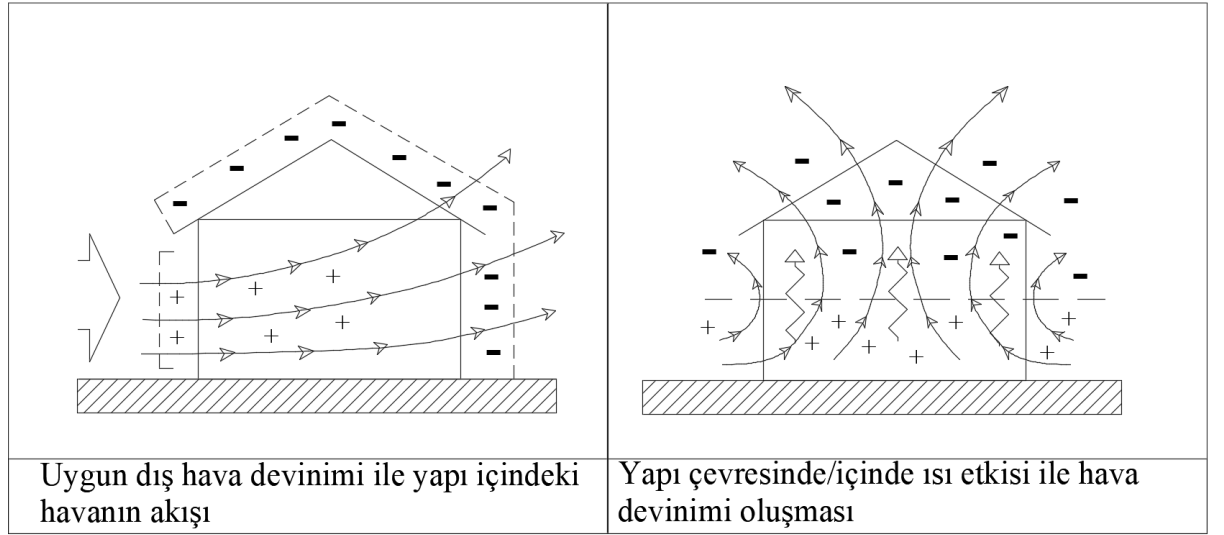
Cepheler yapıların aralarındaki mesafelere, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden ısıtma ve iklimlendirme amaçlı yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin sonucudur.

**Cephenin yönlendiriliş durumu ve formu:** Güneş ışınımı ve rüzgar yönü değişim gösteren iklim elemanları olduğundan güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi cephenin yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Ayrıca, cephenin yönlendiriliş durumuna bağlı olarak, cepheyi oluşturan kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğlinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değişkenlik göstermektedir. Cephe formu, cephe yüksekliği, çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı), çatı eğimi, cephe eğimi gibi geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir (16).

**4.2.3.1. Doğal havalandırma**

Doğal havalandırma, kapalı bir mekan içerisindeki, kirlili ve ısınmış havanın temiz hava ile yer değiştirme olayı olarak tanımlanabilir. Havanın yer değiştirmesi basınç farklılıkları ve hava sıcaklığı ile birlikte gerçekleşebilir. Enerjinin az tüketimine yönelik ise yapı yüzeyinde yeterli açıklıklar, biçim ve hava deviniminin yapı çevresinde ve içinde ortaya çıkardığı basınç bölgelerinin dağılımı ile sağlanmaktadır (17).

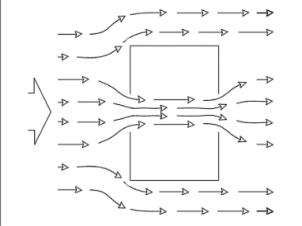
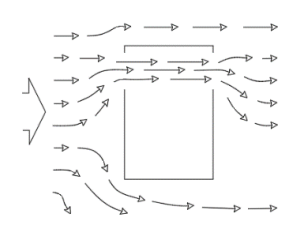
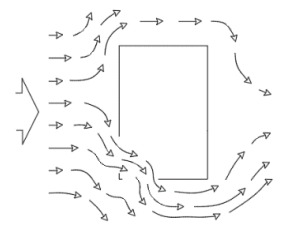
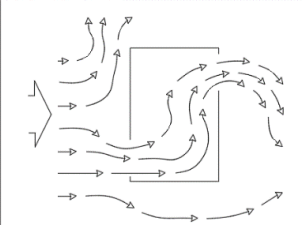
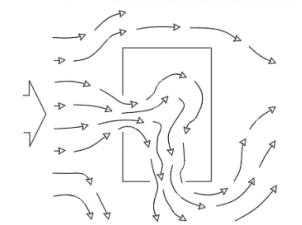
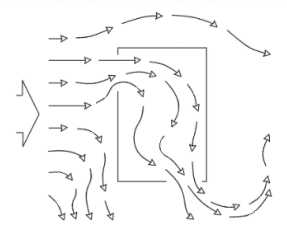
Hava devinimi ile birlikte yapının konumu, planı, biçimi ve açıklıkları da oldukça önemlidir. Bu sayede yapay ısıtma soğutma gereksinimi ile birlikte enerji tüketimi de azalacaktır. Tasarımlarda ele alınacak bu konu kullanım sürecindeki konfor ve tüketimi doğrudan etkilemektedir.



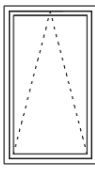
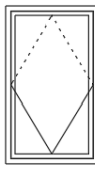

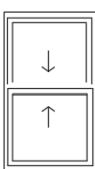
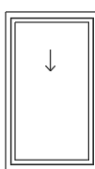
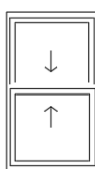
**Şekil 2.** Yapıda Doğal Havalandırmanın Sağlanması (18. Kaynaktan Uyarılama)

**Pencereler ile doğal havalandırma sağlamak:** Kapalı mekanlarda temiz hava tüketilmesi kullanıcı sayısına ve mekan içerisindeki oluşumlara göre değişmektedir. Tüketilen temiz hava sonucunda mekanların havalandırılmasında enerji tüketimi yapan mekanik sistemlerin kullanımını azaltmaya yönelik doğal havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Mekanların doğal havalandırmasına yardımcı olmak amacı ile pencere sistemlerinin kullanılması oldukça önemlidir.

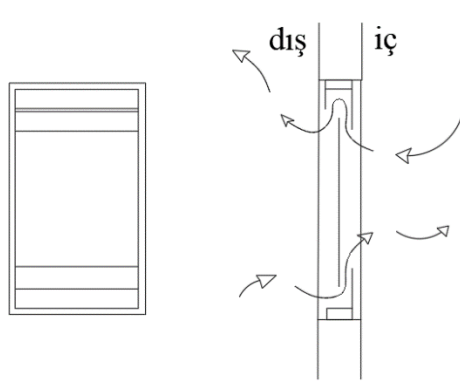
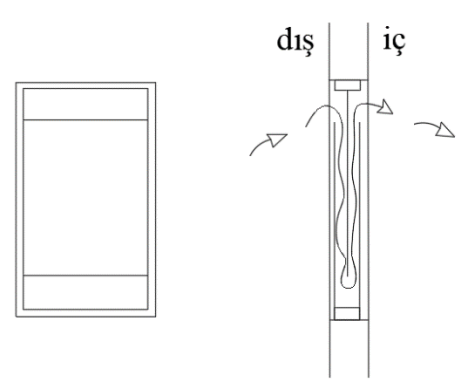
Doğal havalandırmanın etkinliği açısından duvar boşluklarının konumu, boyutları, sayısı ve doğramanın niteliği önemlidir. Duvar boşluklarının düzenlenmesinde yararlanılmak istenen dış hava deviniminin doğrultusu ve boşlukların birbirine göre konumu havalandırma açısından etkilidir. Şekil 3’de farklı düzenlemeler sonucu mekânda ortaya çıkan hava akışı görülmektedir. Mekân içindeki bölücülerin uygun yerleşimi ile Şekil 3’de verilen olumsuz havalandırma örnekleri etkin havalandırmaya dönüştürülebilir. Duvar boşluğunun üst bölümünde kirli ve sıcak hava, alt bölümünde daha soğuk olan temiz hava, ortasında ise devinimin olmadığı tarafsız bir bölge bulunur. Duvar boşluğu ile birlikte havalandırmaya açısından Şekil 4’de ise uygun pencere açılışları örneklenmektedir. Şekil 4’de görülen pencere açılışlarından farklı olarak havanın dolaştırılması özellikle soğuk bölgelerde ısı korunumu açısından yarar sağlar. Çoğunlukla açılmayan bu doğramalar iki ya da daha çok saydam yüzeyden oluşur (Şekil 5). Duvar ya da doğrama üzerinde düzenlenen denetimli ızgara ve boşluklar (Şekil 6) havanın giriş-çıkış hızını ve sürekliliğini belirlemeye olanak verir (17).

		
Devinim Hızı Yüksek, Yetersiz Havalandırma	Devinim Hızı Yüksek, Yetersiz Havalandırma	Yetersiz Havalandırma
		
Etkin Havalandırma	Etkin Havalandırma	Etkin Havalandırma

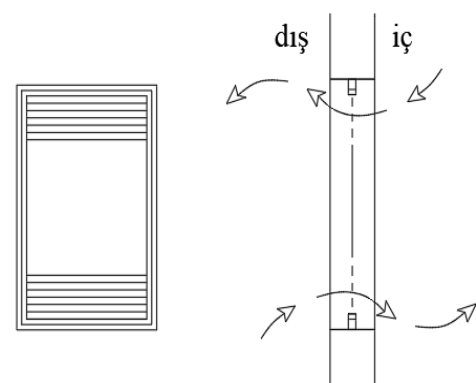
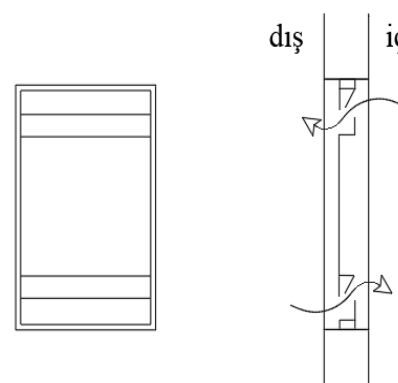
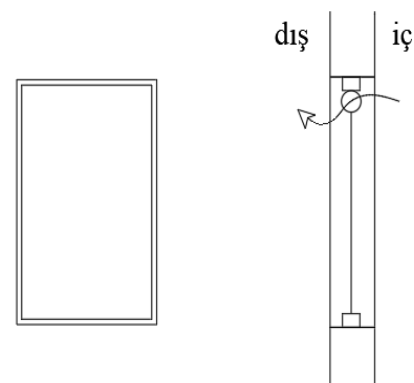
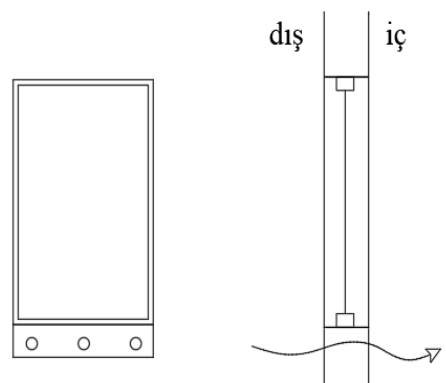
**Şekil 3. Devininin Doğrultusunda Duvar Boşluğuna Dik Olması Durumunda Havalandırma (19. Kaynaktan Uyarılama)**

		
Vasistas pencere	Yatay eksenli pencere	Vasistas pencere
		
Düşey sürme pencere	İtalyan tipi pencere	Avustralya tipi pencere

**Şekil 4. Doğal Havalandırmaya Uygun Pencere Açılışları (20. Kaynaktan Uyarılama )**

	
Christen tipi pencere	Üçlü sistem

**Şekil 5.** Havanın Pencere Boşluğu İçerisinde Dolaştırılması (20. Kaynaktan Uyarlama )

	
Permanent tip pencere	Ventrov tip pencere
	
Hincliffe & Sons tip pencere	Hava borusu kullanımı

**Şekil 6.** Hava Denetimli Izgaralar (20. Kaynaktan Uyarlama )

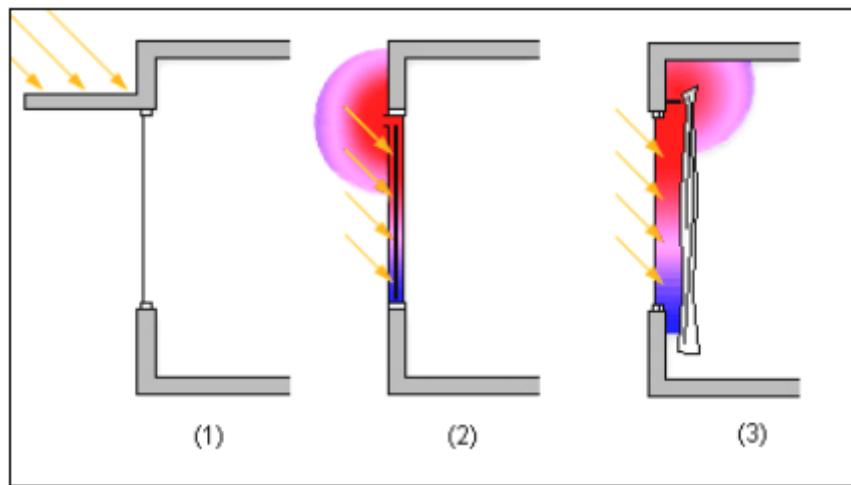
Ayrıca tüm pencerelere gerekli havalandırmayı sağlayacak minimum boyutlarda açılabilir havalandırmalar yapılmalıdır. Bu havalandırmaların boyutu, genel olarak mekan taban alanının %5'i olarak kabul edilmektedir (21). Ancak, bu değer yerel şartlara ve iklime göre değişebilir. Bu değer artması ile birlikte pencere sistemlerinin direkt açılarak iç mekan havasını değiştirmesi merkezi havalandırma sistemleri ve mekanik hava sistemlerin daha az enerji tüketmesine yardımcı olacaktır.

#### 4.2.3.2. Güneş Denetimi

Güneş ışınımlarından kaynaklanan ısı yükü ile birlikte fazla ısınan veya yeterli ısıyı alamayan bir yapıda soğutmadan ve ısıtmadan kaynaklı tüketim, güneş denetimi ile en aza indirilmekte veya azaltılmaktadır. Güneş denetimi gerek hareketli denetim elemanları gerekse cam sistemleri ile ele alınabilir. Özellikle pencere sistemlerinin ısı ve görsel performansı enerji tüketiminde büyük bir önem taşır. Bununla birlikte elle denetlenebilen sistemler yerine otomatik güneş denetim sistem elemanları da bu konuda etkilidir (21).

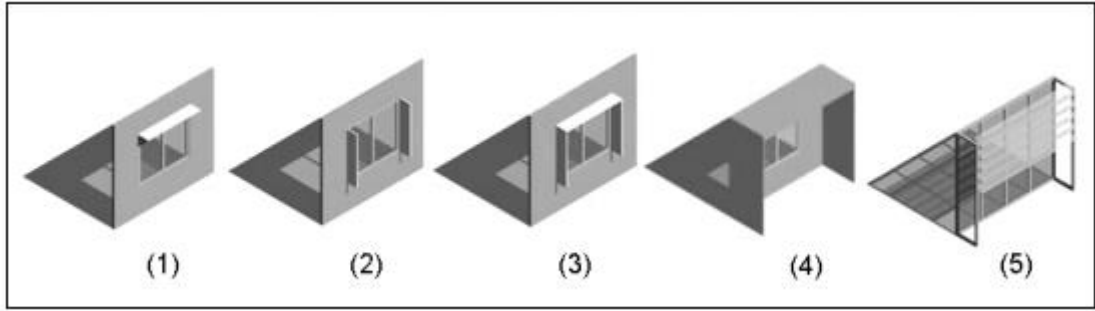
Denetim elemanları;

1. Dış denetim elemanları,
  2. Cam tabakası arasında güneş denetim elemanları,
  3. İç güneş denetim elemanları,
- olarak pencere sistemi içinde bulunduğu konuma göre üç grupta ele alınır (Şekil 7).



Şekil 7. Güneş Denetim Elemanları (21)

**Dış denetim elemanları:** Bu elemanlar sabit veya hareketli olabilir ve ışınlımlar sisteme gelmeden engellediği için güneş ısı kazancı açısından etkililerdir. Sabit elemanlar değişen ışınlım koşullarına göre hareket ettirilemeyeceği için en yararlı olabilecek şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 8). Ayrıca hareketli olarak da tasarlanabilmektedir. Bu sayede, güneşin yönüne bağlı olarak değişen bu sistemler yapı kullanıcılarının denetimi ile hareket ettirilebileceği gibi bir otomasyon sistemi ile birlikte denetlenebilir.



**Şekil 8.** Dış gölgeleme eleman çeşitleri. 1-yatay gölgeleme sistemi, 2-düşey gölgeleme sistemi, 3-yatay/düşey bütünleşik gölgeleme sistemi, 4-korunaklı cephe sistemi 5-hareketli veya sabit düşey gölgeleme sistemi (22)

#### **4.2.3.3. Yapı Kabuğu ve Cephe Tasarımı**

Özellikle yüksek yapılarda doğal havalandırmanın mümkün olmadığı şartlarda cephe tasarımı ve yapı kabuğu oldukça önemlidir. Tasarım sürecinde yöresel iklimsel verilere göre enerji tüketimi fiziksel ve çevresel etkenler bağlamında; dış hava sıcaklığı, güneş ışınlımı ve rüzgar olarak ele alınabilir. Yeni veya var olan bir yapı tasarlanırken öncelikle dış iklim elemanlarına ait değerler ve iklimsel veriler elde edilmelidir (23). Tüm veriler ile birlikte cephenin bulunduğu yer, cephenin diğer yapı cephelerine mesafesi ve yapının konumu belirlendikten sonra cephenin formu, cephe kabuğunun özellikleri, cephede uygulanan hava dolaşımı, cephede uygulanan güneş denetimi şeklinde ele alınabilir. Yapılacak olan tasarımda ise iklim, konum gibi tüm verilere bağlı olarak uygulanabilir.

Uygulanacak tasarımlarda cephe kabuğu ile birlikte, temiz havanın dolaşımı için gerekli açıklıklar, güneşin denetiminde ve kullanılacak cephe ürünleri birlikte ele alınmalıdır. En az enerji tüketimi amacı ile yola çıkılan ilk cephe sistemleri iç tarafta tek cam panel, dış tarafta çift cam panel ve iki cam panel arasında iç ortamdaki mekanik tesisat ile ilişkili hava boşluğunun bırakılması ile elde edilmiştir (24).

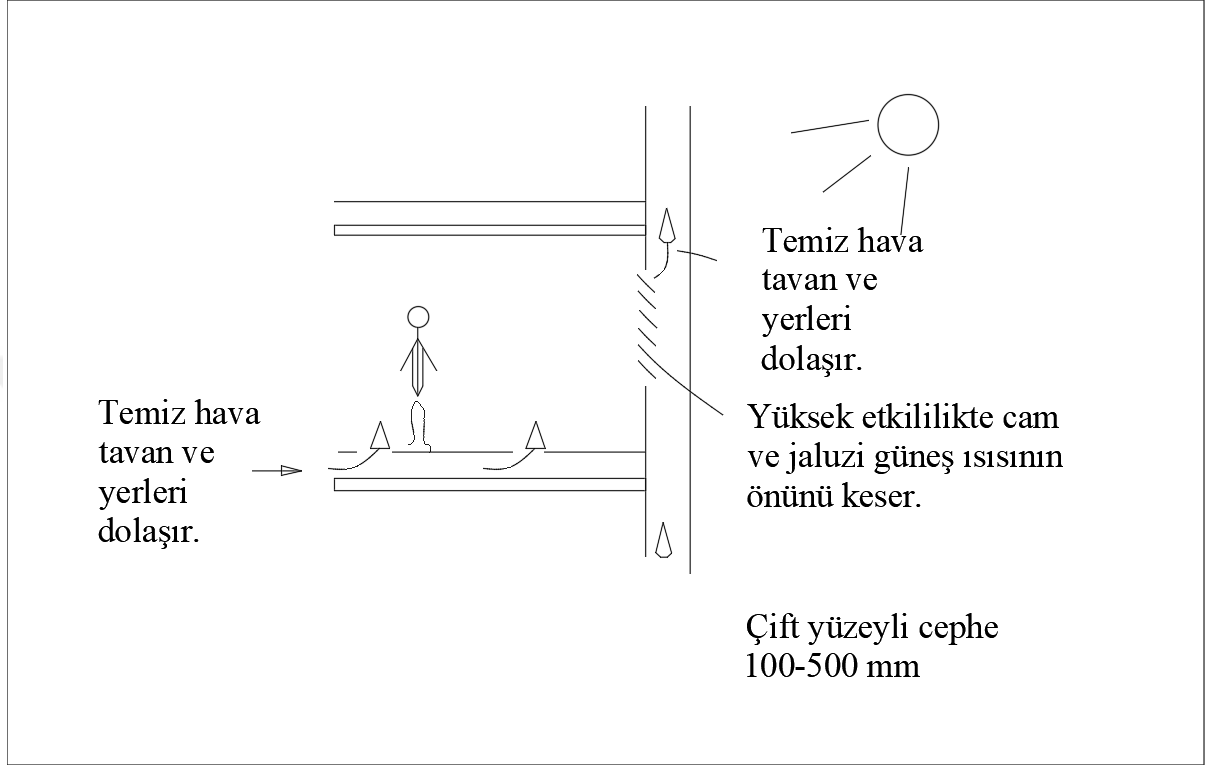
Tasarım ile birlikte, enerji tüketimine gereksinim kalmadan cephe tasarımları ve yapı yüzeylerinde düşünülecek pencere ve havalandırma boşlukları ile birlikte ısıtma-soğutmaya yardımcı sistemler tasarlanabilmektedir. Örneğin, yüksek katlı bir yapıda havalandırma bazen rüzgardan bazen de iklimsel verilerden dolayı zor olabilmektedir. Bu sebeple mekanik havalandırma sistemleri kullanılıp enerji tüketimleri gerçekleştirilmektedir. Bu sistemlere örnek olarak çift kabuk sistemleri tasarımın ve bölgenin gereksinimlerine göre tercih edilebilir.

#### ***4.2.3.4. Çift Kabuk Cephe Sistemleri***

Çift kabuk, dış şartlara uyum sağlayan canlı derisi gibi düşünülebilir. Yapıların iklim şartlarına uyum sağlaması yapı içerisindeki temiz hava, ısı ve ışık gibi kullanıcılar için gereksinimlerin sağlanmasında, enerji tüketimini azaltan yapı elemanı olarak ele alınabilir. En basit şekliyle doğal havalandırma ve güneş denetim elemanlarının otomatik hareketiyle yapının havalandırma, klima ve aydınlatmadaki enerji tüketimini en aza indirgeyen ve kullanıcı konforunu olabildiğince doğal yollarla sağlayan kabuklardır. Bu amaç ile çoğunlukla kullanılan çift cidarlı cepheler tasarımcılara geniş olanaklar sunmaktadır (25).

Geliş açısına ve ısı değerine karşı yansıtıcılık, geçirgenlik ve yutuculuk gibi özellikler ile birlikte dış hava sıcaklığı, yüzey alanı ve ısı kaybı belirleyici etmenlerdendir. Bununla birlikte güneş denetimi de ısınmanın istenmediği dönemlerde ısı kazancını önlemek amacı ile alınması gereken önlemler arasındadır. Cephede yapılacak olan ısı denetimi cephede kullanılacak olan ürün ile birlikte güneş kırıcı ve yönleneşe bağlı olarak yüzey alanında bırakılacak açıklıklar ile sağlanabilir. Bu açıklıktaki iç ve dış iklim ilişkisi ilk başlarda kullanıcılar tarafından kepenkler, jaluziler ve açılan pencereler ile sağlanırken, akıllı cephe sistemleri ile birlikte bu sistem otomatik olarak hareket yeteneği ile tasarlanmaktadır.

Skelly, çift kabuğun iklim değışiklerine göre yapı içerisindeki havayı almak veya geri vermek amacı ile dengeleyici olarak işlev sürdürdüğünü ve bu sistemler ile oluşturulacak kabuğun çeşitli kullanıcı gereksinimlerine karşılık verebilmesini vurgulamaktadır (26).



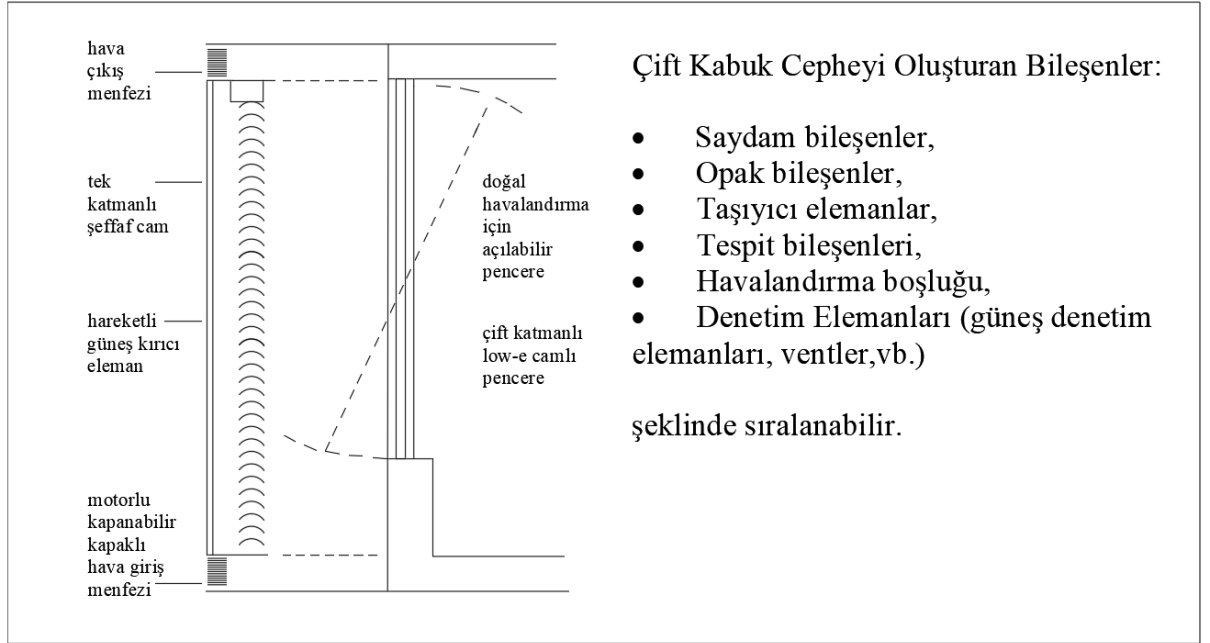
**Şekil 9. Çift Kabuklu Cepheler (27)**

Bu sistem aynı zamanda yeni teknolojilerin kullanılması ile birlikte yapı maliyetini artırmakta ancak klima ve farklı sistemlerin kullanılmasından kaynaklı enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu durumun sonucu olarak, mekanik tesisata ayrılacak olan bütçe bu tasarım ile birlikte ele alınarak dengenin sağlanmasına yardımcı olunmaktadır. Tüm iklim şartlarında ısıtma ve soğutma gereksinimlerine yanıt verebilecek bu sistem cephe tasarımlarında kabul görmeye başlamıştır.

Çift cidarlı cepheler genellikle kış aylarında yapının ısıtmada kullanılan enerji tüketimini azaltmaya yönelik sistemlerdir. Özellikle, yüksek katlı yapılarda üst katlarda ikinci bir cam kabuk sayesinde pencere açılmasına ve yapının doğal havalandırılmasına yardımcı olmaktadır.



Çift cidarlı cepheler Şekil 10'da görüldüğü gibi hava akış biçimine göre cephe boyunca her katta yapılabileceği gibi, hava akışının tüm cephe yüksekliği boyunca en alttaki açıklıktan giren temiz havanın en üstteki boşluktan dışarıya çıkması, havanın her kat seviyesindeki açıklıklardan havalandırma şekilleri olarak görülmektedir. Her üç sistemde de havalandırmaya yardımcı olan açıklıklar sıcak dönemler içerisinde gece boyu açık bırakılarak soğutmaya da yardımcı olmaktadır.



**Şekil 10.** Çift Kabuk Cephe Sistemi Şematik Kesiti (28. Kaynaktan Uyarılama )

Yüksek katlı yapıların havalandırılmasında kullanılan bu sistemler sayesinde yapıların havalandırılmasında kullanılan mekanik havalandırma sistemlerinin harcadığı enerji tüketimi görülmektedir. Çift kabuk sistemi ile birlikte enerji kullanımı azalsa da Şekil 10'da görülen motorlu menfezler enerji tüketmektedir. Bu sebeple kat yüksekliklerinin azaltılması enerjinin az tüketimine yardımcı olacak tasarım kararı olarak düşünülebilir.

#### **4.2.4. Yapıların Isıtılmasında ve Sıcak Su Kazanımında Güneşten Yararlanarak Tasarım**

**Sıcak su kazanımı** için akla ilk gelen temiz enerji kaynağı olarak güneş düşünülebilir. Çok basit ve ilkel koşullar altında bile güneş enerjisi sistemleri

yaratılabilir. Ama gelişen teknoloji ve kullanıcı gereksinimlerinin artmasıyla sistemler çeşitlenmiştir. Yapılarda sıcak su gereksiniminden kaynaklı enerji tüketimini azaltmaya yönelik sıcak su tesisatı ile bağlantılı güneş enerji sistemleri kullanılmaktadır. Ayrıca, basit ilkel sistemler ile birlikte mekanların ısıtılması sağlanmaktadır.

**Isı kazanımı** için ısıtmanın istendiği soğuk ve ılıman iklim bölgelerinde ısıtmada kullanılan enerji tüketimini azaltmaya yönelik tasarım ilkelerinde güneşten yararlanmak oldukça önemlidir. Cephe kabuğunda kullanılacak güneşten ısı kazanımına ilişkin tasarım ilkeleri Tablo'4 de özetlenmiştir.

**Tablo 4.** Güneşten Doğrudan ve Dolaylı Isı Kazanımı (29)

GÜNEŞTEN DOĞRUDAN ISI KAZANIMI	
Güneşten doğrudan ısı kazanımında; tasarımcı bina cephesinde uygun yerlere pencere boşlukları açar ve bu boşluklardan ışınım yolu ile ısı kazancı elde eder.	
GÜNEŞTEN DOLAYLI ISI KAZANIMI	
Trombe Duvarı	
Su Duvarı	
Çatı Havuzu	
Termosifon Duvar	
Kış Bahçesi	
Döşeme Altı Çakıl Deposu	
Çift Cidarlı Cephe	

#### 4.2.5. Isı Kaybını Azaltmaya Yönelik Yalıtım Önerileri

Yapılarda ve tesisatlar da ısı kayıp ve kazançlarının en aza indirgenmesi için tasarım ve uygulama detayları ile yapılan işlemlere ısı yalıtımı denir. Yapılarda

tüketilen enerji miktarının çoğunluğunu ısıtma ve soğutmada kullanılmaktadır. Tasarım ile yapıya aktarılan sistemler aracılığıyla hedeflenen az enerji tüketimini destekleyici en önemli konu ısı kaybını önlemek olarak ele alınmalıdır. Özellikle yapılarda en büyük ısı kayıpları, duvar, çatı, pencere ve ısı köprüleri gibi yapı elemanlarında görülmektedir. Oluşan ısı kayıpları kullanılan yapı ürünlerine, yapının konumuna ve tasarımına göre değişmektedir (30).

Yapılarda dış duvarlar, tavanlar, merdivenler, pencereler, ısıtılmayan hacimler üzerindeki döşemeler, zemine oturan ve açık geçitler üzerindeki döşemelerden ısı kaybedilmekte ve bu yüzden yapıların enerji tüketimi artmaktadır. Yapılardaki toplam ısı kayıplarının; %10'u döşemelerde (temeller), % 10-25'i pencerelerde, % 25'i tavanlarda, % 15-35'i dolgu duvarlarda, % 20-50'si ısı köprülerinde oluşmaktadır (31).

Yapılarda yalıtım için kullanılan yapı ürünleri ile yapı kabuğu duvar haricinde birden fazla katmandan oluşmaktadır. Kullanılan lifli ve köpüklü ürünler ısı yalıtımı için oldukça sık görülmektedir. Lifli ürünler olarak taşyünü ve camyünü; köpüklü olarak ise genişletilmiş polistren ve çekilmiş polistrenler kullanılmaktadır. Isı kaybını önlemek için kullanılan ve Türkiye'de de sıkça görülen dört tip yöntem bulunmaktadır;

- Duvarlarda iç ve dış yüzeyde yalıtım uygulamalar,
- Temelde ısı yalıtım uygulamaları,
- Çatıda ve ısıtılmayan mekanlarda ısı yalıtım uygulamaları,
- Havalandırmalı dış cephe sistemleri (32).

Yalıtım konusu duvar, çatı, temel ve ara bölmeler ile birlikte kolon ve kirişler gibi taşıyıcı elemanları da hesaplayarak tüm yüzeylerde ve yapı genelinde gereksinimlere göre yapılmalıdır. Yapılacak olan hesaplarda ve uygulamalarda yerel koşullar ve zorunluluklar göz önünde tutulmalıdır. Örneğin; Türkiye'de "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne" istinaden kullanılan TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" kullanılmaktadır (33). Yönetmeliğe göre Türkiye'ye özgü bazı değerlerin sağlanması zorunlu tutulmuştur. Bu değerlerin sağlanması ve uygulamaların amacına ulaşması için yapılarda ısı kaybı hesapları yapılmalıdır. Bu konuda her türlü yüzey alanı boşlukları, pencere ve kapı yüzeyleri, kullanılan yapı ürünleri, taşıyıcı sistemler ve kalınlıkları gibi birçok etmene dikkat edilmesi gerekmektedir. Tablo 5'de TS 825

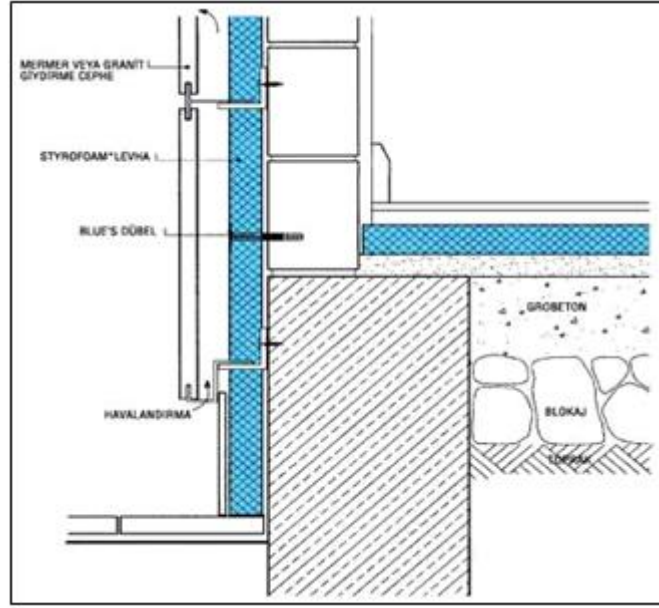
standartlarına göre hesaplanan iki katlı bir yapıda ısı kaybı hesabındaki önemli yüzeyler ve etmenler görülmektedir.

**Tablo 5.** TS 825 Standartlarına Göre Yapıların Özgül Isı Kaybı Etmenleri (33)

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, dolgu)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Yatay delikli tuğla <sup>3)</sup>	0,19	0,36	0,528			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,04			
Toplam				1,884	0,53	442,6	234,58
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,25	2,5	0,1			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,04			
Toplam				1,456	0,687	305,45	209,84
Duvar yüzeyleri (düşük sıcaklıklı dolgu)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Yatay delikli tuğla <sup>3)</sup>	0,19	0,36	0,528			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
Toplam				1,974	0,5 x 0,507	28,24	7,16
Duvar yüzeyleri (düşük sıcaklıklı betonarme)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,25	2,5	0,1			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,13			
Toplam				1,54	0,5 x 0,649	18,84	1,546
Tavan (üzeri açık)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,130			
	Alçı sıva <sup>2)</sup>	0,002	0,70	0,003			
	Alçı karton plaka <sup>7)</sup>	0,008	0,21	0,038			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,12	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,06	0,03	2,000			
	Şap <sup>2)</sup>	0,02	1,4	0,014			
	Mozaik <sup>8)</sup>	0,010	3,5	0,003			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,040			
Toplam				2,276	0,439	130,16	57,14
Tavan (çatılı)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,130			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,12	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,08	0,04	2,000			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,080			
Toplam				2,278	0,8 x 0,439	236,81	83,17

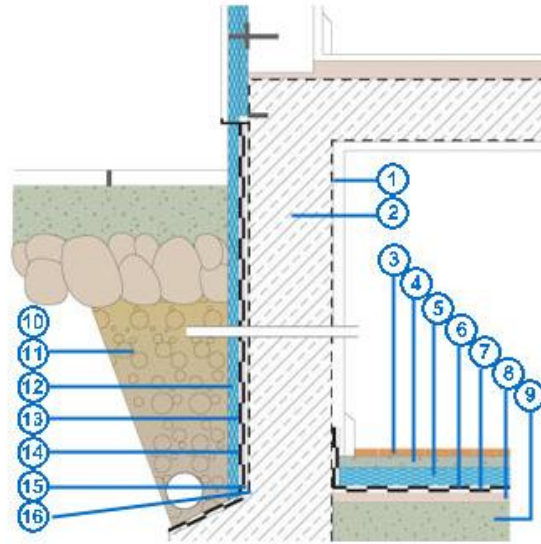
1	2	3	4	5	6	7	8
Isı kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K
Taban (toprak temaslı)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,170			
	Sert Odun lifli levha <sup>6)</sup>	0,005	0,13	0,038			
	Şap <sup>2)</sup>	0,030	1,40	0,021			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,040	0,030	1,333			
	Tesviye şapı <sup>2)</sup>	0,020	1,40	0,014			
	Hafif beton <sup>5)</sup>	0,100	1,10	0,091			
	$R_e$ <sup>1)</sup>			0			
Toplam				1,667	0,5 x 0,6	326,21	97,86
Taban (açık geçit üzeri/çıkma)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,170			
	İğne yapraklı ahşap <sup>6)</sup>	0,01	0,13	0,077			
	Şap <sup>2)</sup>	0,020	1,40	0,014			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,120	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,040	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	$R_e$ <sup>1)</sup>			0,04			
Toplam				1,515	0,66	42,15	27,82
Dış kapı					4	7	28
Dış kapı					4	2	8
İç kapı					0,5 x 2	2	2
Pencere					2,4	174	417,6
Yapı elemanlarından iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							1179,26
<sup>1)</sup> EK F, Çizelge 7'den alınacaktır. <sup>2)</sup> EK E Sıra no 4'ten alınmıştır. <sup>3)</sup> EK E Sıra no 7'den alınmıştır. <sup>4)</sup> EK E Sıra no 10'dan alınmıştır. <sup>5)</sup> EK E Sıra no 5'ten alınmıştır. <sup>6)</sup> EK E Sıra no 8'den alınmıştır. <sup>7)</sup> EK E Sıra no 6'dan alınmıştır. <sup>8)</sup> EK E Sıra no 1'den alınmıştır.		$\Sigma AU = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_I A_I + U_G A_G + \dots$ $\Sigma AU = 1179,26 \text{ W/K}$ Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$ İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I U_i$ Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_V = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \times 0,8 \times (0,8 \times 4312) = 910,7 \text{ W/K}$ $H = H_T + H_V = 1179,26 + 910,7 = 2089,96 \text{ W/K}$					

**Dış duvarlarda ısı yalıtımı:** Yapılarda ısı kayıpları ve kazançları en fazla dış duvarlarda görülmektedir. Dış yüzeyde kullanılan yapı ürünlerinin ısı geçirgenlik değerleri, taşıyıcı sistemlerin nitelikleri bu konularda etkili olmaktadır. Yapılan ısı kaybı hesapları sonucunda dış duvarlarda farklı kaplama yöntemleri kullanılmaktadır. Genellikle, ısı kazanımı değeri yüksek olan duvar ürünleri ile dış cephe kaplama ya da kabuk sistemlerine destekleyici olarak farklı yapı ürünleri de kullanılmaktadır (Şekil 11).



**Şekil 11.** Giydirme Isı Yalıtım Detayı (34)

**Temelde ısı yalıtımı:** Temeller yapıların toprakla temas eden yatay ve dikey yüzey alanı olarak ifade edilebilir. Isı yalıtımı yapının toprak ile temas eden tüm yüzeylerinin çevrenesidir. Ayrıca, temel yalıtımı su yalıtımı ile birlikte yapıyı dış etmenlerden koruyarak yapı ömrünün uzamasına da yardımcı olmaktadır (Şekil 12).



Şekil 01. Temel perde yalıtım uygulaması

1. İç Siva
2. Betonarme Perde Duvar
3. Döşeme Kaplaması
4. Şap
5. FLOORMATE TR
6. Kat Su Yalıtımı
7. Kat Su Yalıtımı
8. Bitüm Astar
9. Düzeltme Betonu
10. Toprak
11. Drenaj Tabakası
12. STYROFOAM Levha
13. Kat Su Yalıtımı
14. Kat Su Yalıtımı
15. Bitüm Astar
16. Düzeltme Sıvası

Şekil 12. Temel Yalıtım Detayına Bir Örnek (35)

**Çatıda ısı yalıtımı:** Yapılarda özellikle çatı arası kullanımlarında ısıtma ve soğutma işlemlerinin gerçekleştiği görülmekte olup ısı yalıtımı gereksiniminin yaşanan mekanlarda arttığı ve denetimin zorlaştığı görülmektedir. Çatıların yapısı, eğimi ve kullanılan yapı ürünlerinin farklılıklarından dolayı farklı yalıtım uygulamaları yapılmaktadır. Çatı altı kullanılmayan betonarme yapılarda, döşeme üzerine ısı yalıtım uygulaması çelik ve ahşap çatı altı kullanılan yapılarda ise çatı üzeri çeşitli yalıtım ürünleri ile uygulamalar yapılmaktadır. Uygulamalarda kullanılacak ürünler ve hesaplanan ürün kalınlıklarının altına düşülmemesi ve ek yerlerinde ısı köprülerine neden olacak boşlukların bırakılmaması dikkat edilecek hususlar arasındadır.

### **4.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Enerji Tüketimi**

Dünya üzerindeki çeşitli ülkelerde yapıların tamamen ya da kısmen yıkılması için kullanılan teknikler ile ana kaynak olan enerji incelenebilmektedir. Süreç içerisindeki ekipman kullanımı ve atıkların taşınması özellikle enerji tüketimi konusunda oldukça önemlidir. Söküm/yıkım sürecinde ayrıca insan gücü ve zaman tüketimi de görülmektedir. Söküm/yıkım sürecindeki enerji tüketimi;

- El ile söküm/yıkım,
- Makine ile söküm/yıkım,
- Patlayıcı ile yıkım

teknikleri ile ilişkilidir. Kullanılacak tekniklerin gereksinim dışında enerji tüketimini azaltmak için yapı söküm/yıkım sürecine uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yapısal ömürleri tamamlanmamış yapılar çeşitli nedenlerden dolayı eskidikleri ve işlevlerini kaybettikleri için çoğu zaman terk edilmeye ya da yıkılmaya mahkûm olurlar. Bu yapılar yapısal özelliklerini korumakta, dolayısıyla yeniden işlevlendirmeye uygun olmaktadır. İşlevsel olarak eskiyen yapıların yeni işlevler yüklenerek, yeniden kullanılması, yeni yapı üretimine alternatif bir üretim tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Yıkılmadan yeniden kullanılan yapılar az tüketim hedefine büyük destek vermektedir. Ayrıca bu işlem su, arazi ve yapı ürünlerinin tüketiminin azaltılmasında etkilidir.

### **4.4. Yapıların Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler**

Enerji tüketimi konusu yapıların en önemli tüketim konusu olarak düşünülebilir. Yapıların tüm alt süreçleri ile birlikte yapıda kullanılan su ve ürünlerin eldesinde de enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Yapılarda enerjinin en çok;

- Isıtma ve soğutmada,
- Aydınlatmada,
- İç hava kalitesini sağlamak için havalandırmada,
- Ulaşımında,
- Yapının üretiminde kullanılan ekipmanlarda

tüketildiği söylenebilir.



Enerji tüketiminin oldukça yüksek olduğu bu oluşumların içerisinde, yapım ve kullanımında enerji tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayan farklı disiplinlerin ana hedefi, insana içinde daha konforlu yaşayacakları mekanları hazırlarken enerjiyi verimli kullanmak olmalıdır. Bunun için özelikle büyük yapılarda, enerji tüketimini denetleyen bir mühendis veya danışmanın bulunması önemlidir. Tasarım kararları alınırken yine kullanıcı katılımlı tasarımlar yapılmalıdır. Gereksinim kadar yapılan üretim en az tüketime yardımcı olacaktır. Bu bölümde yapılan inceleme sonucunda yapıların enerji tüketimini azaltmaya yönelik ana kararların bulunduğu nitelikler Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Enerji Tüketimi Azaltmaya Yönelik neriler

ENERJİ TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK ÖNERİLER						
TASARIM KARARLARI	KULLANICI KATILIMLI TASARIMLAR		AÇIKLAMA	EVET	HAYIR	DEĞER
	TASARIM SÜRECİ	ÜRETİM SÜRECİ	Üretimde Kullanılan Ekipmanların Seçimi ve Denetimi	Üretim Sürecinde Kullanılacak Olan Ekipmanların Üretime Uygun Seçilmesi ve Denetilmesi		
KULLANIM SÜRECİ		Doğal Aydınlatma	Yapı Cephesinde Bırakılacak Boşluklar ve Arazinin Yönüne Bağlı Gün İçerisinde Çok Kullanılan Alanların Aydınlatmasını Sağlamak			
		Akıllı Aydınlatma Sistemleri ve Tasarımı	Sensörlü Ya Da Ayarlanabilen Aydınlatma Sistemlerinin Kullanılması, Az Enerji Tüketen ve Doğru Aydınlatma Tasarımlarının Tercih Edilmesi			
		Doğal Havalandırma	Mekanik Sistemlerin Kullanımındaki Enerji Tüketimini Azaltma Amacı İle Gerakli Pencere Boşluklarının Bırakılması, Yüksek Yapılar İçin İse Pencere Açılmadığından Cephe Ve Kabuk Tasarımlarının Yapılması			
		Güneş Denetimi	Yazın Soğutmada Kullanılacak Enerjinin Azaltılması Amacı İle Güneşin Etkisini Azaltacak Perde, Panjur Gibi Elementlerin Tercih Edilmesi , Kişin İse Güneş Isısından En Fazla Faydalanacak Biçimde Tasarımların Yapılması			
		Sıcak Suyun Eldesinde Güneş Enerjisinden Faydalanma	Güneş Enerjisi Sistemlerinin Kullanılması			
		Yapının Yalıtımı	Yerel Şartlar ve Yönetmeliklere Göre Yalıtımların Yapılması			
SÖKÜM/YIKIM SÜRECİ	Tasarım Sürecinde Kolay Sökülebilir Tekniklerin Kullanılması	Yıkım/Söküm Sürecine Yönelik Enerjinin Az Tüketilmesi Amacı İle Tasarımda Kolay Sökülebilen Yapım Tekniklerinin ve Ürünlerinin Seçimi				
	İşlev Değişikliği	Tüm Tüketimlerin Azaltılmasına Yardımcı Olacak İşlev Değişikliğinin Yapılması				

## BEŞİNCİ BÖLÜM

## YAPILARIN SU TÜKETİMİ

Yapı üretim süreci ve yapı ürünlerinin üretim süreci suya bağımlıdır. Yapıların üretim sürecinde yapı ürünlerinin;

- Üretimi,
- Kullanımı,
- Yok edilmesi

su kullanımını azaltmaya yönelik planlanması ve düşünülmesi gereken etmenlerdendir. Yapılarda su tüketimi oldukça fazla olduğundan çevreci yapılarda az su harcayan yapı ürünlerinin kullanılması, atık suyunun değerlendirilmesi, kullanım suyunun denetlemesi ve sızıntıların engellenmesi, akıllı sistemler ile birlikte sıhhi tesisatlardaki su kaçaklarının kendiliğinden kapanarak sızıntının denetimi ve peyzaj kullanımında en az su kullanımının desteklenmesi hedeflenmektedir. Tüm bu yapıların kullanım sürecinde yapıya tasarımla birlikte kazandırılacak az tüketim nitelikleri ile birlikte şantiyede üretim sürecinde su kullanımları da denetlenmelidir.

### 5.1. Yapıların Üretiminde Su Tüketimi

Üretim için tüm süreçler birlikte değerlendirilerek, üretim öncesi, üretim süreci ve kullanım sürecine hazırlıkta kararlar yönetilmelidir. Yapıların üretim aşamasında fazla su kullanımının nedenleri ele alındığında;

- Yapı ürünleri uygulanırken harç, sıva, derz gibi ürünlerin hazırlanmasında kullanılan su miktarı,
- Beton sulama işleri,
- Şantiye alanlarının temizlenmesi ve fazla atık üreten ürünlerin kullanılması,
- Şantiyede çalışanların bu konularda bilinçlenmemesi,
- Üretim hatalarından kaynaklanan tadilatlar ve iş tekrarı

gibi etmenler ortaya çıkmaktadır. Üreticinin ve ürünleri kullananların bilinçlenmesi ve aşırı su kullanımı ile üretilen, ürünlerin kullanımından kaçınılmalıdır. Eğer bu tür ürünleri kullanma zorunluluğu varsa su verimli kullanılmalı ve atık suların arıtılarak yeniden kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca, tasarım aşaması sonrasındaki yapı hareketlerinde çalışan tüm alt yüklenicilerin ve şantiyeye ürün sağlayan tüm tedarikçilerin su tüketimlerinin analiz edilmesi önemlidir. Firmaların kendi

oluşumlarının ve tedarikçilerinin su tüketimini azaltması gerekirse tedarikçileri değiştirmesi, daha iyi denetmesi ve bu konuda iş birliği yapması önemlidir.

Bununla birlikte yapıları üretirken akarsu, göl gibi su kaynaklarının kirletilerek tüketilmemesine özen gösterilmelidir. Tüm bu üretim sürecindeki su tüketimini azaltmaya yönelik şantiye alanında hazırlanan yapı elemanları yerine, fabrikada üretilen hazır yapı elemanları kullanılabilir. Bu elemanların üretilirken daha denetimli bir işleyişi olduğundan gereksinim kadarı ile su tüketimi gerçekleşmektedir.

**Ön yapımlı ürünler ve su tüketiminin denetimi:** Geleneksel yapım sürecindeki duvar örme işlemleri için kullanılan su, betonarme yapılarda beton döküm işlemlerinden sonra taşıyıcının sulanması ve diğer bağlayıcı yapı ürünlerinin şantiye alanındaki hazırlığı sürecinde oldukça su tüketimi gerçekleşmektedir. Tüketimin azaltılması amacıyla, ön yapımlı ürünler ve yapım teknikleri kullanılarak denetimli bir biçimde su tüketimi azaltılabilir.

- **Gaz beton kullanımında** bağlayıcı olarak hazır tutkal kullanıldığından geleneksel ürünler için kullanılan harç hazırlanmasındaki su tüketimine göre daha az su tüketilmektedir. Hazırlanma tarifi bulunan tutkalın ölçüğü olduğu için kullanılacak suyun denetimi de kolaylaşmaktadır (Resim 1 ve Resim 2).

Gazbeton yapı ürünlerinin su tüketiminin azaltılmasına yardımcı olarak yapıda kullanım alanları;

- Duvar Blokları,
  - Yalıtım Plakaları,
  - Lentolar
- olarak sıralanabilir.



**Resim 1.** Gazbeton Tutkalının Hazırlanması



**Resim 2.** Geleneksel Duvar Harcınının Hazırlanması

- **Ön yapımlı ürün kullanımı**, fabrikalarda hazırlandığı ve kurulum yapılacak biçimde yapı alanına sevk edilerek planlandığı için su tüketimini azaltmaya yardımcıdır. Betonarme, çelik veya farklı biçimlerde fabrikasyon olarak üretilen ön yapımlı elemanlar, yerinde döküm betonarme yapılara göre daha sağlam ve beton döküm işleminde kullanılan su tüketimi ve yine bölme duvarlarda kullanılan

bağlayıcı elemanların su tüketimini ortadan kaldırmak amacı ile kullanılabilir (Resim 1, Resim 2). Beton sulamada kullanılan denetimsiz su tüketimi ortan kalkar (Resim 3). Ön yapımlı ürünler ile birlikte denetimli bir biçimde yapı ürünleri üretilebilecektir.



**Resim 3.** Beton Sulamadaki Su Tüketimi

Üretim sürecindeki su tüketimi mutlak oluşmaktadır. Fakat tüketimin en aza indirilmesi için şantiye alanını denetlemek gerekmektedir. Ancak, şantiye alanındaki üretilen yapı ürünlerinin denetimi insan eliyle yapılan üretim olduğu için zor olmaktadır. Bu sebep ile üretim sürecindeki su tüketimini azaltmaya öneri olarak fabrikalarda üretilen hazır yapı elemanlarını kullanmak düşünülebilir. Bu ürünler taşıyıcı eleman olarak ön yapımlı beton veya çelik sistemler, hazır bölme duvarlar gibi ürünler olabilir (Resim 4 ve Resim 5)



**Resim 4.** Ön Yapımlı Yapı Elemanı ve Bölme Duvar Örneği



**Resim 5 :** Ön Yapımlı Yapı Elemanlarının Kullanıldığı Konut

## 5.2. Yapıların Kullanımında Su Tüketimi

Sürdürülebilir kalkınma için en önemli yaşamsal kaynaklarından biri sudur. Su kaynaklarının kullanımı yıllar geçtikçe artmaktadır ve bu hızlı tüketim, kaynaklardan yararlananlara eşit fırsatlar ve yararlar sağlayacak şekilde sürdürülebilir özelliklere sahip değildir. Bunun sonucu olarak tüm dünyada su krizi kaçınılmaz olmuştur.

Yeterli miktar ve kalitedeki su, çevre, toplum ve sanayi için olduğu kadar gelecek nesillerin refahı için de önemli bir doğal kaynak olması nedeniyle su ve sürdürülebilir kalkınma birbiriyle yakından ilişkilidir (36).

Yapılarda kullanım sürecindeki su tüketiminde su kaynaklarından içilebilir su sadece insani tüketimlerde kullanılmalıdır. Kullanım sürecinde içilebilir suya ek olarak üretim süreci sonrası kullanımda;

- Yağmur suyu
- Gri su,
- Geri dönüştürülmüş su

kaynakları elde edilir ise içme suyu tüketiminin korunması ile birlikte genel tüketim de azalacaktır. Bu su kaynakları elde edildiğinde, yangın tesisatlarında, peyzaj sulama, tuvalet ve pisuar gibi uygulamalarda kullanılabilir. Bu kaynakların elde edilmesiyle içilebilir su kaynaklarının korunmasında ve az tüketilmesinde alternatif olmaktadır.

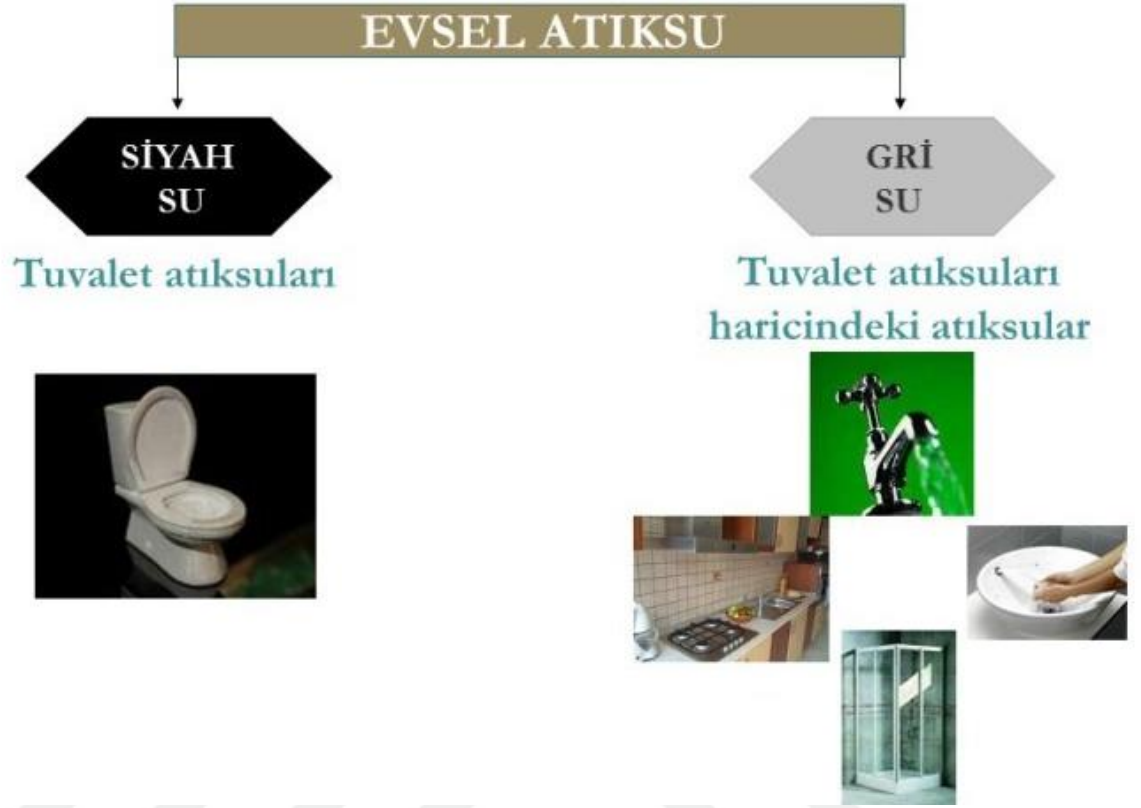
Ayrıca, su kaynaklarının ayrıştırılması ile birlikte su tüketiminin az olduğu yenilikçi teknolojilerin kullanılması gerekmektedir. Düşük akımlı (tuvalet, musluk ve duş başlığı), akış olmayan (susuz pisuarlar) ve sensörlü yapı ürünlerinin kullanılması su tüketimini azaltmaktadır. Bununla birlikte, peyzaj sulamada damlatma sulama sistemlerinin kullanılması, suya az gereksinimi olan peyzaj bitkilerinin seçilmesi sulamadaki gereksinimi azaltmaktadır (37).

### **5.2.1. Atık ve Yağmur Sularının Yeniden Kullanılması**

**Atık su**, lavabo, duş, bulaşık makineleri ve çamaşır makineleri gibi su kullanımlarını tuvalet gibi insan atıklarından ayıran sistemlerdir. Bu ikili borulama sistemi ile gri su, siyah sudan arıtılmış olup bu şekilde suyun geri dönüşümü kolaylaşmış olur.



# İKİLİ AYIRIM



Şekil 13. İkili Ayırırda Kullanılan Su Kaynakları (38)

**Yağmur sularının kullanımı** ile su tüketim miktarı azaltılabilmektedir. Bu şekilde toplanan sular arıtılma derecesine göre içme suyu, sulama veya çeşitli amaçlar için kullanma suyu olarak değerlendirilebilmektedir. Bu sistemde çatı yüzeyi toplama alanı ve büyük galvanizli çelik, fiberglas, polietilen ya da demir-çimento tankları depolama sarnıcı olarak kullanılır. Yağmur suları depolamadan sonra peyzaj sulaması için kullanılacaksa sadece tortu filtresi yeterlidir. Fakat, içme suyu olarak kullanılacaksa ek arındırma yöntemleri gereklidir. Arındırma işleminden sonra yağmur suyu oldukça güvenli ve kalitelidir. Bu yöntem atıkları kanalizasyona taşıyacak su miktarının da azaltılması sağlamaktadır. Tuvaletlerde mümkünse yağmur sularının veya gri suların kullanımı söz konusudur. Bu yöntemin çevresel ve ekonomik yararları dışında, yerleşme bölgelerinde yoğun yağış olduğunda, sel taşkınlarının ve alt yapı yüklerinin azalmasına da katkıları olmaktadır.

**Siyah su:** İnsan atıkları içeren sudur. Mutfak lavaboları ve bulaşık makinelerinden gelen su da siyah su olarak düşünülebilir çünkü içinde petrol yağı, yemek yağı, yemek kırıntıları barındırır.

**Gri su:** Küvet, duş, banyo lavabosu, çamaşır makinesi ve çeşmelerden gelen sudur. Ayrıca soğutma ekipmanları ve klimalardan gelen yoğunlaşma suyu, sıcak küvet, havuz ve çeşme, sarnıç ve drenaj suları da gri sudur. Gri su minimum miktarda kirlilik içerir. Bu yüzden, bazı peyzaj uygulamalarında yeniden kullanılabilir. Bu konu kamu sağlığı yetkilileri tarafından hala tartışılıyor olsa da, gri suyun geri kullanımının sebep olduğu herhangi bir hastalığa rastlanmamıştır. Siyah su da, gri su da insanların uzak durması gereken patojenler içerir ama siyah su, su kaynaklı hastalıkların bulaşması konusunda çok daha yüksek risk taşır (39).

### **5.2.2. Su Verimli Peyzaj Kullanımı**

Suyu verimli kullanan bir çevre düzeni yapının su etkinliğini önemli şekilde etkilemektedir. Bitki seçimi ve peyzaj anlayışının getirilmesi önem taşımaktadır. Bu sebeple, sulamaya çok fazla ihtiyacı olmayan bitkiler seçilmeli, verimli sulama yöntemleri kullanılmalı, yağmur suyunun kullanımı sağlanmalı, çevre düzeninde kullanılacak kaplama ürünleri, yağmur sularının yer altı suyuna akışını engellemeyecek şekilde geçirimsiz ürünlerden seçilmeli, atık suların geri dönüşümü yapılmalıdır.

### **5.2.3. Yenilikçi Su Teknolojilerinin Kullanılması**

Yapılarda suyu az kullanan musluk ve duş başlıkları gibi araçlarla ve iyi tasarlanmış tesisatla su tüketimini %30 kadar azaltmak mümkün olmaktadır. Ayrıca, yapıya alınan her ekipman yapı kapasitesi ve gereken ihtiyacı kadar olmalıdır. Verimli, uygun boyutlarda ve tüketimi az olan su ekipmanları kullanılmalıdır. Bu tür uygulamalar, atık su üretimini de azaltarak alt yapı yükünü, boru ve pompa maliyetini de düşürmektedir (15).

**Suyun ölçümü;** yapıda kullanılacak su verimli tesisatların verimliliğinin denetimi ve ana su çıkışlarının sızıntı ve taşma denetimi yapılması ve bunun otomasyon ile yapı yönetimine ve kullanıcılara bildirilmesi konusunda kullanılan sistemlerin verimliliğini denetler.

Tüketicilerin sahip olduğu çevre bilinci ile bu bilinç düzeyinin tüketim sürecine yansması oldukça önemlidir. Çevreci yapı tasarımının çevre koşullarını iyileştirmek yönündeki ana fikri, insan konforuna değil, yeryüzünün geleceğine odaklanan bir tasarım anlayışıdır. Bu bağlamda çalışmalarının başarısı, bireylerin gelecek kuşakların yaşam haklarını koruyabilecek bir bilinç düzeyine ulaşması ile mümkün olabilecektir.

#### **5.2.4. Kullanıcı Davranışı ve Bakım/Onarım**

Yapıların kullanım sürecindeki az su tüketimine yönelik kararları ile birlikte kullanıcı bilinci ve denetimi tüm sistemlerin sağlıklı çalışması ve bu sistemlerin bakım/onarımı oldukça önemlidir. Kullanıcıların gerçekleştirdiği, su tüketiminin azaltılmasına yönelik olarak lavabo rezervuarları, bahçe sulama, su tüketen bulaşık makinesi gibi ve diğer temizlik işlerinde içme suyunun kullanılmaması ve korunumu için uygulanacak olan; yenilikçi teknolojilere sahip tesisatlar ve bu tesisatlarındaki kayıp ve kaçakların bakımı/onarımı, yağmur suyu gibi alternatif kaynakların kullanılması, evsel nitelikli atık suların arıtılarak tekrar kullanılması gibi yapıya aktarılacak niteliklerin bakım ve kullanımının denetimi sağlanmalıdır.

Ayrıca, kullanıcıya bağlı olarak su tasarrufu sağlamanın yolları üç grupta düşünülebilir. İlk olarak, içilebilir su yerine yağmur suyu ve arıtılmış su gibi suların kullanımının sağlanması, ikinci olarak; evsel atık suyun yeniden arıtılması ile su kullanımı, son olarak ve en önemlisi ise su tasarrufu sağlayan teknolojik ürünlerin kullanılmasına yardımcı olarak tercih edilen sistemler hakkında kullanıcı bilincini oluşturmak olarak ele alınabilir (40). Bununla birlikte bir diğeri de su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesidir. Örneğin, diş fırçalamak gibi kişisel gereksinimler için su kullanımında musluğun açık bırakılmaması, damlayan muslukların tamir edilmesi, duş süresinin azaltılması, sebzelerin musluk altında değil de su dolu bir kaptan yıkanması gibi alınabilecek önlemlerle azımsanmayacak miktarlarda su tasarrufu sağlanabilir (41).

Yapılardaki su tüketiminin azaltılması için tercih edilen gri su sisteminin de yapılarda kullanıcıya bağlı gereksiniminin oluşumu, şüphesiz, gri su üretimine neden olacak çok fazla şeyin hayatımızda yer bulmuş olmasıdır. Başlıca gri su kaynakları; çamaşır makineleri, çamaşırhaneler, duşlar, bulaşık makineleri, lavabolar vb. olabilir. Gri sular tuvaletlerden gelen suları içermediği için kolaylıkla arıtılıp yeniden

kullanılabilme potansiyeline sahiplerdir. Arıtılmış suyun kullanım alanları da oldukça fazladır. Bahçelerde, araba yıkamada, çamaşırhanelerde ya da tuvaletlerin sifonlarında arıtılmış gri su kullanılması aslında uzunca zamandır dünyanın birçok bölgesinde var olan uygulamalardır. Bu uygulamalarla, temiz suların kullanılması yerine, arıtılmış gri sular kullanılmış olur. Gri suyun kullanım yöntemleri ve bakımı için kullanıcı bilinci yine çok önemlidir (42).

### 5.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Su Tüketimi

Yapı sökümü/yıkımı su tüketiminin en az olduğu süreçlerdendir. Süreçte az tüketime yönelik denetime alınması gereken işlemler aşağıdaki gibidir.

- Süreç içerisinde toz çıkmasını engellemeye yönelik ıslatma işlemleri.
- Atıkları taşıyan araçların sahadan çıkış esnasında yıkanma işlemleri.

Bu bölümde su tüketim konusu Bölüm 5.1’de bahsi geçen su tüketim önlemleri ile birlikte ele alınabilir.

### 5.4. Yapıların Su Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler

Yapıların tüm alt süreçlerinde ve yaşamımızda her alanda kullanılan su, çevreci açıdan en çok önem vermemiz ve tüm bu çalışmaların sonucunda sürekli denetim altında tutmamız gereken bir konudur. Bu çalışmada, az su tüketim niteliklerinden bahsedilmiştir ama bu nitelikler sürekli şekilde artırılarak geliştirilmelidir.

İncelenen nitelikler ile birlikte yapılar daha çevreci bir hale gelebilecektir. Tüketim sadece yapıların süreçlerinde değil yapılarda kullanılan ürünler ve yapım teknikleri ile birlikte bütün bir çatı altında ele alınmaktadır. Çevreci yapı hedefi doğrultusunda da özellikle kullanım sürecinde en çok su tüketimi görülmektedir. Yapılan incelemede üretimde ön yapımlı teknikler ile birlikte kullanımdaki su tüketimini azaltacak;

- **Yağmur Sularının Toplanarak Kullanılması:** Elde edilecek olan ek su kaynağı ile birlikte içme sularının tüketimi azaltılacaktır.
- **Yapı İçerisinde Yenilikçi ve Düşük Tüketimli Tesisat kullanılması:** Suyu az kullanan musluk ve duş başlıkları gibi ürünlerin tercih edilmesi, ayrıca bu tür

ürünler alt yapı tesisatının azaltılması ile birlikte ürün tüketiminin azalmasıda destekleyecektir.

- **Atık Sularının Dönüştürülerek Yeniden Kullanılması:** Alt yapı yükünü azaltmakla beraber yine yağmur suyu gibi içme sularının tüketimi azaltılacaktır.
- **Suyu Az Tüketen Peyzaj Tasarımı:** Kullanacak olan bitkilerin az su tüketen bitkiler olarak seçilmesi ve geçirimli yüzeylerin sağlanması ile birlikte yeraltı su seviyesi korunacaktır.

bazı nitelikler ele alınarak su tüketimini azaltmaya yönelik önerilere yardımcı olacaktır.( Tablo 7)



**Tablo 7. Su Tüketimi Azaltmaya Yönelik Öneriler**

SU TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK ÖNERİLER						
TASARIM KARARLARI	KULLANICI KATILIMLI TASARIMLAR		AÇIKLAMA	EVET	HAYIR	DEĞER
	ÜRETİM SÜRECİ	Ön Yapımlı Ürünlerin Seçimi	Üretim Sürecindeki Beton Sulama Gibi İşlemlerdeki Su Tüketimini Azaltma Amacıyla Ön Yapımlı Yapı Ürünlerinin Ve Taşıyıcı Sistemlerin Seçilmesi			
		Atık Su Geri Dönüşüm Sistemlerinin Tasarlanması	Yapıdaki Gri Su ve Siyah Suyun Arılarak Tekrardan Kullanılması			
	KULLANIM SÜRECİ	Yağmur Suyunun Kullanılması	Yağmur Sulamın Toplanım Depolanmasına Yardımcı Sistemlerin Tasarlanması			
		Su Verimli Peyzaj Tasarımı	Az Su Tüketen Bitki ve Su Geçirgiml Zeminlerin Tasarlanması			
		Kullanıcının Bilinçlendirilmesi ve Bakım Onarım	Tesisatın Bakımı ve Bilinçli Kullanımın Sağlanması Denetleyici Sistemlerin Kurulması			
		Yenilikçi Su Teknolojilerinin Kullanılması	Musluk, Rezervuar Gibi Ürünlerin Seçiminde Az Su Tüketen Ürünlerin Kullanılması			
SÖKÜMYİKİM SÜRECİ	Denetim	Yıkımda Yapının Sulanmasındaki Su Tüketiminin Denetlenmesi				

## ALTINCI BÖLÜM

### YAPILARIN ÜRÜN TÜKETİMİ

Ürün tüketiminin azalması ürün tüketimi ile birlikte enerji, su ve iş gücünü de azaltacaktır. Özellikle, ürün üretilirken kullanılan hammaddenin azalması, kaynakların elde edilmesi sırasında yer altındaki madenlerin çıkarılmasında kullanılan tüketimi azaltacaktır. Bu sebep ile kaynak tüketiminde büyük pay sahibi olan ürün tüketimini azaltmak için tasarım yapılırken;

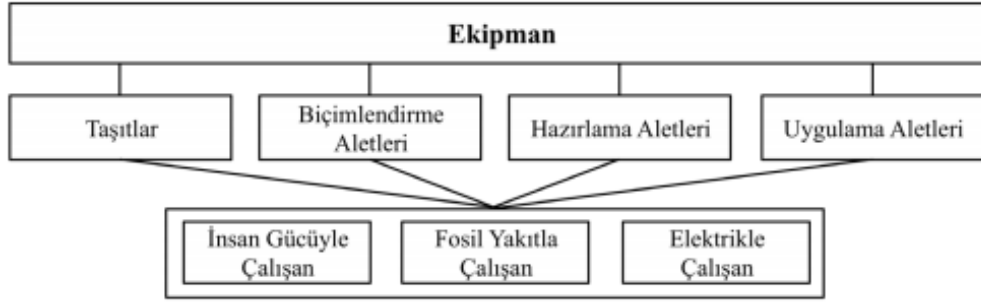
- Ürünler seçilirken ve kullanılırken yeniden kullanımı ve geri dönüşümü ele alınmalı ve üretim şekilleri seçilmeli, atık ve geri dönüşüm ile birlikte yeniden kullanım planları hazırlanmalıdır.
- Ürünlerin başka projelerde tekrar kullanılması içinde yapım teknikleri ve geri dönüşüm süreçleri tüketimin azaltılması konusunda etkilidir.
- Ürünlerin boyutunun tasarım ile ilişkisi, esnek tasarım uygulamaları önemsenmelidir.

Özellikle tasarım evresi, yapının biçimlendiği evredir. Biçimin oluşması, uygun tasarım ve onu gerçekleştirecek yapı ürünleriyle doğrudan ilişkilidir (43). Herhangi bir ürün, süreç ya da ürünün üretim sürecin de teknik ve fonksiyonel performansının yanı sıra, çevresel etkilerinin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi de gereklidir.

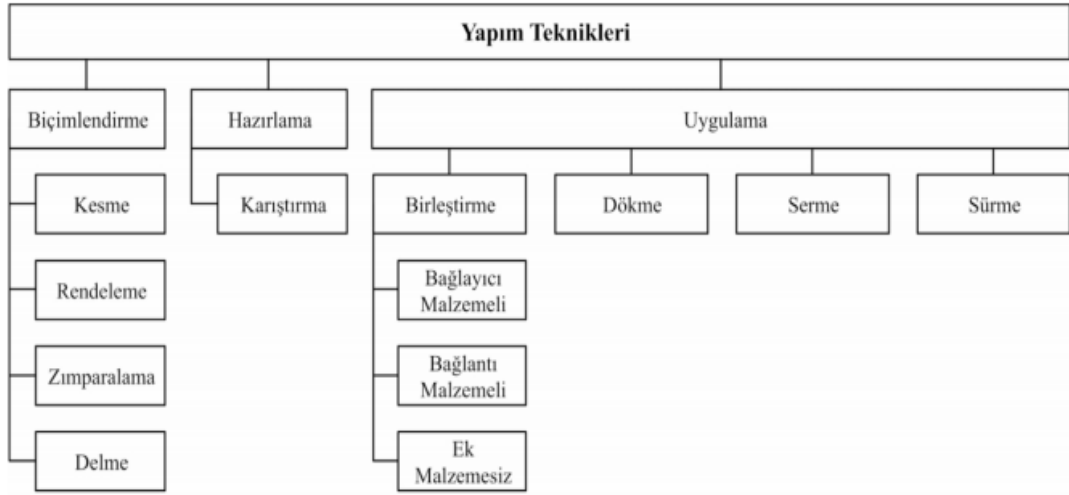
#### 6.1. Yapıların Üretiminde Ürün Tüketimi

**Ekipman kullanımı**, yapım sürecinde kullanılan ürünler, ekipman ve işgücünü temsil etmektedir. Bu çalışmada ürünler, bir elemanı oluştururken üstlendikleri görevlere göre temel ürünler, yardımcı ürünler ve birleşim ürünleri olarak sınıflandırılmıştır. Yardımcı ürünler, bir sistemin bitişi ya da tamamlanması için gerekli olan çeşitli profiller, sızdırmazlık ürünleri vb. ürünleri ifade ederken; birleşim ürünleri temel ve yardımcı ürünlerin bir araya getirilmesi için kullanılan bağlantı ürünleri (çivi, vida vb.) ile bağlayıcı ürünlerdir. Bununla birlikte üretim sürecinde Şekil 14'de belirtildiği üzere ekipman kullanımlarından taşıtlar, biçimlendirme aletleri, hazırlama aletleri ve uygulama aletleri ile birlikte ekipman

kullanımı olarak ürün tüketimi görülmektedir. Ekipmanlar ile birlikte de Şekil 15’de yapım tekniklerinde tüketilen ürünlerin tüketimi gerçekleşmektedir.



Şekil 14. Bina Yapım Sürecinin Çevresel Performans İlkeleriyle Planlanması (44)



Şekil 15. Bina Yapım Sürecinin Çevresel Performans İlkeleriyle Planlanması (44)

**Yapı üretiminde planlamanın ürün tüketimine etkisi**, ürünlerin üretimi ile birlikte ürünlerin kullanım süreçlerinde, yapı üretim sürecinin belirli bir yönetsel süreç içerisinde yürütülmesi ihtiyacını doğurmuştur.

Yapı üretim sürecinin başarılı bir biçimde yönetilmesi amaca uygun kaynakların tespiti, temini ve projenin başlangıcından son aşamasına kadar olan süreçte doğru yönetim hedefleri ve Kaynaklarının en uygun biçimde bir araya getirilmesi ve amaç doğrultusunda yönetilmesi ile oluşmuştur. Tüketimi başarıya götüren yönetsel işlevler arasında;

- Ürün Seçimi,
- Depolama,
- Uygulama,

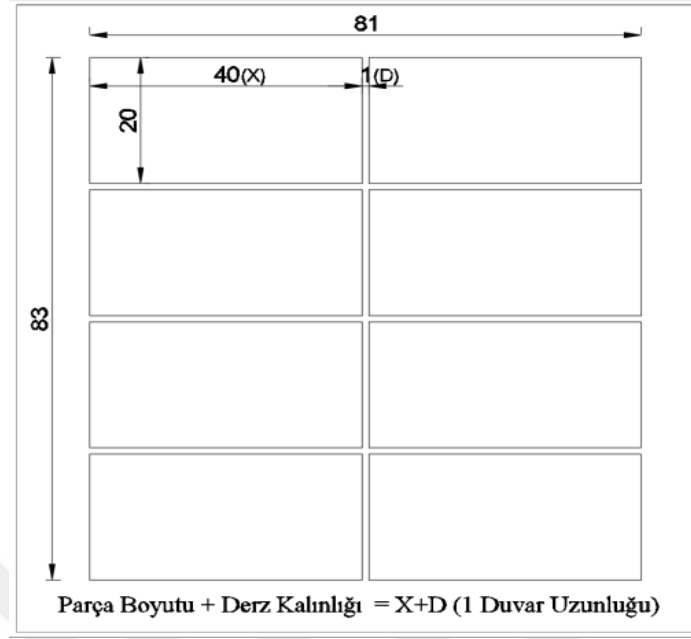


- Zamanlama,

gibi etmenler diğer tüm yönetim işlevlerinin eylemlerini üzerine toplamakta ve proje yönetim eylemleri içerisinde ürün tüketimine yönelik en büyük öneme ve yere sahip olmaktadır. En az maliyetle, en kısa sürede ve planlanan kalitede bir yapı üretilmesi amacıyla kaynakların yönetilmesi eylemlerini oluşturan görev ve sorumluluklarının başarılı bir biçimde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yapılar üretilirken gereksinim dışında ürün tüketimi tasarım yapılırken kullanılacak ürünlerin biçim ve boyutlarının düşünülmemesinde veya ürünler seçilirken kullanılacak mekanların ölçülerine uygun seçilmemesinden kaynaklanmaktadır. Böylece, ürün tüketimine ek olarak üründe fire artacağından tüketim daha da fazlalaşacaktır. Dolayısıyla, ürün kullanılacak boyutları ve tasarım birlikte düşünüldüğünde tüketim azaltılabilecektir.

**Tasarıma uygun boyut ve biçimde ürünleri seçmek veya kullanılacak ürünlere uygun boyutta tasarım yapmak;** yapılar tasarlanırken, yapının ve yapı içerisindeki mekanların formu ve biçiminin üretiminde kullanılacak ürünler düşünülmeden tasarlanması atık oluşumundan dolayı daha fazla ürün tüketimine yol açmaktadır. Aynı zamanda atıklar ile ilgili olan bu bölüm az atık oluşumu düşünülerek az tüketimi de ele almaktadır. Örneğin, yapının taşıyıcı sistemi ile birlikte düşünülen kat yüksekliklerinin kararlaştırılırken kullanılacak ürünlerin boyutları hesaplanmalıdır. Taşıyıcı sistem eğer kalıp kullanılarak yapılacaksa, kullanılacak kalıp ürünlerinin seçiminde ürün boyutu ile kat yüksekliği birlikte ele alınarak kararlaştırılmalıdır. Bir başka örnek olarak bir mekanda bitiş ürünü olarak seramik kullanılacak ise oda ölçüsü tasarlanırken veya ürün seçilirken ölçüler kullanılacak ürünün katları olarak hesaplanmalıdır. Bu bütünleşik tasarım sayesinde fire azalacağından ürün tüketimi de azalacaktır (45).

Tasarım sürecinde ön yapımlı ürün seçeneği belirlendikten sonra, ürünün uygulanacağı yapı elemanının/bileşeninin boyutları ile ürün boyutları birlikte ilişkilendirilerek düşünülmelidir; ürün boyutlarında değişiklik gereksinimi duyulmadan, tam ürün kullanılacak biçimde tasarım geliştirilmelidir. Örneğin bir duvar oluşturulurken tasarlanacak olan duvarın boyutlarının kullanılacak parça boyutları ve derz boşluğu ile eşgüdümlü olması önemlidir. Parça boyutunu X cm, derz boyutunu D cm kabul ederek ve n sayıda parça kullanarak bir duvar oluşturulurken Şekil 17'deki gibi formül düşünülerek tasarlanabilir. Bu sayede ürün tüketimi azaltılabilir (45).



**Şekil 16.** Duvar Oluştururken Ürün Boyutuna Göre Tasarım Yapma

## 6.2. Yapıların Kullanımında Ürün Tüketimi

Yapı ürünleri genellikle tasarım sürecinde ve üretim sürecinde mimarlar, mühendisler ve müteahhitler tarafından seçilir. Ürünler seçilirken kullanıcının gereksinimleri, dayanıklılık ve uzun ömürlü olma konuları ele alınmalıdır. Özellikle ürünler seçilirken dış etmenler de dikkate alınır.

Ürün tüketiminin tekrarlanmamasına yönelik ürün seçiminde ;

- Dayanıklılık (Özellikle deprem bölgelerinde taşıyıcı elemanların seçimi ),
- Kullanıcı gereksinimleri,
- Yangın güvenliği,
- Esneklik, sökülebilirlik,
- Sağlıklı ve çevreci ürünler,
- Tekrardan elde edilebilirlik ve kolay ulaşılabilirlik,
- Isı,ses ve su yalıtım özellikli ürünler,
- Dayanıklı tesisat sistemleri

gibi dikkat edilmesi gereken bazı özellikler ile birlikte az ürün tüketimi sağlanmaktadır.

Kullanım sürecinde oluşacak yeniden ürün tüketimini önlemek amacı ile uluslar arası düzeyde kurum ve kuruluşların zorunlulukları incelendiğinde;

- DOW, tasarım sürecinde kullanım sürecinde kullanıcıların gereksinimlerinin değişebileceğini düşünerek esnek tasarımın içeriğindeki sökülebilir, işlevi değiştirilebilir ve tekrar tüketimi engellemek amacı ile yapı ürünlerinin bağlayıcılarında kolay sökülebilir ürünlerin kullanılmasını hedeflemektedir (46).
- RIBA, esnek tasarım ile birlikte kullanıcı katılımlı tasarım anlayışı ile, kullanıcının tasarım sürecinde ürün seçim sürecine katılımını ele almaktadır (47).
- LEED, kullanım sürecinde yine dayanıklı ürün seçimini ele almakla birlikte var olan yapılarda bakım ve onarım konusunu önemsemektedir. Ayrıca, ürün seçiminde dayanıklı ürünlerin %75'ini geri dönüşümlü veya yeniden kullanılabilir seçmek olarak ele almaktadır (48).
- ÇEDBİK, yapı ürünlerinin dış etmenlerden korunması amacı ile,
  - Çarpmalara dayanıksız duvarlarda koruyucu bant,
  - Kapılarda tekmelik,
  - 10 cm'den az kapı dişi olan duvarlara kapı kolu yıpranmasını önleyecek koruyucu ya da hidrolik kapatıcı,
  - Sert ve kolay temizlenebilir yer döşemesi kaplaması,
  - Otoparklarda duvar ve kolon koruyucuları kullanmak,konularını ele almaktadır (11). Az ürün tüketilmesine yönelik çeşitli kurum ve kuruluşların çalışmaları incelendiğinde konuların ve tasarım niteliklerinin bir bütün olarak ele alınması ile birlikte kullanıcı katılımlı tasarımların gerekliliği anlaşılmaktadır.

### 6.2.1. Esnek Tasarım

Yapıların kaynak tüketimini ve özellikle ürün tüketimini azaltmaya yönelik en önemli konulardan olan esnek tasarım işlev değişikliğine yardımcı olarak yeni yapı ile birlikte oluşan tüketimi azaltmaktadır. Zamanla kullanıcı değişikliği ve sosyal ortamların farklılaşması ile birlikte oluşan işlev değişikliği konusuna yardımcı en büyük etmen esnek tasarım olarak ele alınabilir. Oluşan durumlarda farklı türde

yapılara gereksinim duyulması var olan yapılarda her zaman mümkün olmayabilir. Yapıların tüm yaşam ömrü boyunca aynı kullanımda kalmayacağını tasarım sürecinde de ele almak gerekmektedir. Sadece kullanıcıların değişmesi ile birlikte bile yapı içerisinde yapılacak tadilatlardan dolayı ürün tüketimi oldukça fazla olabilmektedir. Ayrıca bu konu, sadece ürün değil yapıyı yıkıp tekrar yapmamak adına tüm kaynak tüketiminin azalmasına yardımcı olmaktadır. Dönüşümler yapılarda kısmi veya tam dönüşüm olarak gerçekleştirilebilir. Bu değişim ise tüketimin derecesini etkilemektedir. Esnek tasarımda ;

- Tesisat sistemi,
- Yapı boyutu ve biçimi,
- Taşıyıcı sistem,
- Yapı kabuğu,
- Yangın güvenliği

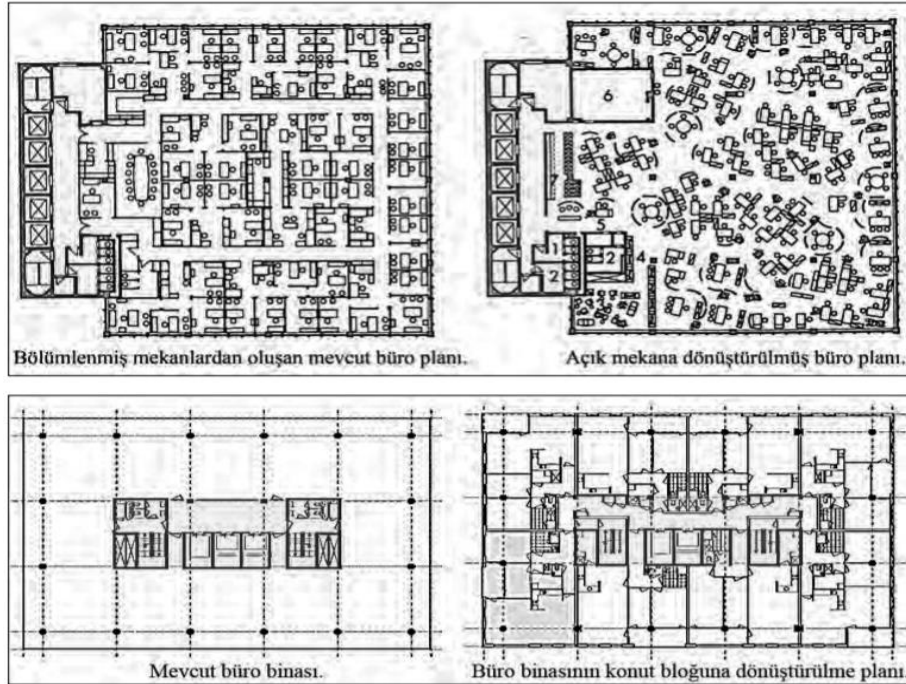
ele alınması gereken en önemli konulardır (49).

**Tesisat sistemi;** esnek tasarımın ileriye yönelik planlama aşamasında işlev değişikliğinde değiştirilmesi ve yenilenmesi en zor olan konulardandır. Hem tüketimin hem de maliyetin fazla olması ile birlikte yapı içerisindeki kırma ve yenileme işlemlerinin süresi de uzamaktadır. Özellikle, mekanik olarak su tesisatı ve ısıtma-soğutmaya yönelik alt yapıların bu konuda ele alınması gerekmektedir. Öneri olarak yapıların belirli bölgelerinde şaftlar bırakılarak alt yapılar oluşturulabilir. Ayrıca, asma tavan ve yükseltilmiş döşeme sistemleri kullanılabilir (Resim 6).



**Resim 6.** Yükseltmiş Döşeme Örneği

**Yapı alanı ve biçimi:** Yapıların kat yükseklikleri ve yapı alanları, ileri zamandaki dönüşüm için kolaylık sağlayabilmektedir. Bu sayede mekan alternatifleri, yapının gereksinim duyduğu mekan biçiminin değişikliğine ve sayısına müdahale etmeyi kolaylaştırır. Ayrıca, tasarım yapılırken yapı biçiminde her cephenin güneş almasını sağlamak yine yapı içerisindeki havalandırma ve ışıklıkları bırakmak oldukça önemlidir.



**Şekil 17.** Plan Değişikliği Üzerine Esnek Bir Örnek (49)

**Taşıyıcı sistem:** Taşıyıcı sistemin dönüştürme gereksinimi yine tesisatların değişimi ile ilgilidir. Yapı içerisindeki tesisat değişimi için taşıyıcı sistemde delme, yalıtım ve yangın önlemleri için müdahaleleri gerektirebilir. Bu gereksinimlere yardımcı olmak amacı ile çelik ve ahşap sistemler kullanılabilir. Sökülüp takılabilen taşıyıcı sistemler değişime olanak sağlamaktadır. Ayrıca, betonarme için kirişli yapılar yerine asmolen sistemlerde, kiriş delme durumunu ortadan kaldırdığı için tercih edilebilir. Bu sistemlerin yanı sıra toplu konutlarda kullanılan tünel kalıp sistemleri tesisat sistemini değiştirmeyi zorlaştıracığından tercih edilmeyebilir (49).

**Yapı kabuğu:** Yapılarda cephe boşlukları, iç duvar konumlarında, dolayısıyla mekan organizasyonlarında yapılacak değişikliklerde belirleyici rol oynar. Sonradan yapılacak mekan organizasyonu değişikliklerinde, bölücü duvarların var olan pencereye bitştirilmesi, pencerenin fonksiyonunu karşılayamamasına ve birleşim noktasında ses yalıtımı ve yangın engelleme sorununun çıkmasına yol açabilir. Bu nedenle bant pencereler dönüştürme açısından çok uygun değildir. Burada, geniş doğramalı pencerelere veya bölme uçlarını karşılayacak araçlara gereksinim duyulur.

**Yangın güvenliği:** Yangın güvenliği açısından yapı içerisindeki gereksinimlerden dolayı tesisat değişimi konusu ile birlikte düşünülebilir. Ayrıca, ürün yalıtımı ile birlikte yapı içerisindeki çeşitli kaçış mesafelerinin eklenebileceği taşıyıcı sistemler ve yapı formu düşünülmelidir.

### **6.2.2. Ürün Seçimi ile Birlikte Dayanıklı ve Uzun Ömürlü Yapı Ürünlerinin Kullanımı**

Ürün seçimi ısıtma, soğutma, havalandırma, dayanıklılık, sağlık ve çevreci anlayış gibi birçok etmen ile birlikte yapıların kullanımda yeniden ürün tüketimine gereksinim duymama amacı ile tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken konulardandır. Kullanıcı ile de direkt ilişkili olan ürün konusu, ürün seçilirken kullanıcının gereksinimlerinin yapının fiziksel bünyesi tarafından eksiksiz olarak karşılanmasını bekler. Ürün tüketimi konusundaki bu zorunluluk yapının bünyesindeki ürünlerin eksik veya hatalı olması, kullanıcıya yönelik problemleri oluşturması yeni tüketimlerin oluşmasına yol açacaktır. Bu durum genellikle ürün

seçiminin ve yapım yanlışlarının hatalı olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte seçilen ürünlerin kullanım ömrünün uzun olması ve dayanıklı olması bu hedefi destekleyecektir.

**Uzun Ömürlü Yapı Ürünlerinin Kullanılması:** Yapılarda kullanılan uzun ömürlü yapı ürünleri yapıların çevresel etkilerini diğer yapıların çevresel etkilerinden daha fazla sürece yayacağı için çevresel etkiler azalacaktır. Uzun ömürlü ürünler yapıların çevresel bozulma ve eskimeden dolayı oluşacak etkileri azaltacaktır. Tekrar ürün kullanımı da bu sebepten azalacak yenileme gereksinimi ortadan kalkacaktır. Ayrıca ürün kullanımının süresinin artması ile birlikte ürün tüketimi azalacaktır (50).

**Daha Az Bakım/Onarım Gerektiren Ürünlerin Kullanılması:** Yapı elemanlarının daha az bakım gerektirmesi, bakım/onarım işlemleri sırasında kullanılacak doğal kaynak ve enerji tüketimini azaltır. Mümkün olduğunca su yalıtımı, boya gibi küçük bakım gereksinimi duyan yapı ürünleri seçilmelidir. Daha sık bakım gerektiriyorsa da çevresel etkisi düşük düzeyde bakıma gereksinim duyan yapı ürünleri seçilmelidir. Modüler yapı ürünleri bakım kolaylığı sağlar. Söküp takarken ürün kaybı olmaz, ayrıca montaj sırasında diğer yapı elemanlarına da zarar vermez. Ayrıca, yapı elemanları oluşturulurken uygun detaylandırma yapılmaması kullanım ve bakım aşamasındaki sorunlar arasındadır.

### **6.3. Yapıların Söküm/Yıkımında Ürün Tüketimi**

Yıkım ve tekrar inşa edilme arasındaki bitmeyen döngü, doğal kaynaklar ve enerji kullanımını üzerine büyük bir yük getirdiği için yapıların tüketiminin azaltılması açısından yıkım en son çare olmalıdır. İngiltere’de yıkım, her yıl 70 milyon tonluk atık malzemenin oluşmasına sebep olmaktadır. Yeni yapıların inşası ise İngiltere’nin toplam enerjisinin yaklaşık %4’ünü tüketmekte ve 40 milyon ton karbondioksit üretmektedir (51). Yapıların çevresel etkilerinin en düşük düzeyde olmasını sağlamak, çevresel ve yapısal tüketimi azaltabilmek için yapım üretim sürecinin bütün aşamalarının dikkate alınması gerekmektedir. Bir yapının yaşam sürecinde oluşan çevresel etkilerin yaklaşık %10’unun kullanılan yapı ürünlerinden kaynaklandığı göz önüne alındığında, yapı ürünlerinin seçiminin önemi ön plana çıkmaktadır. (52).

Çoğu yeniden kullanılabilir ve/veya geri dönüştürülebilir olan bu ürünler ile inşaat sektörünün çevresel etkileri azaltılabilir. Bu sebep ile söküm/yıkım sürecindeki ürün tüketimi tasarım sürecindeki ürün seçimi ile doğrudan ilişkili olup bu amaç ile söküm/yıkım süreçlerinde;

- Yapı ürünlerinin yeniden üretim sürecine dönmesi,
  - Geri dönüşümün ve daha az atık oluşumunun sağlanması
- konuları az ürün tüketimine yardımcı etmenlerdir.

**Yapı Sökümü;** yapılarda bulunan yapı ürünlerinin belli bir sistem ve teknik ile az fire vererek geri dönüşümde kullanılmak ve büyük oranda kurtarılarak yeniden ürünlerin kullanımını sağlayan süreçtir. Yapı sökümü işlemi çalışan odaklı ve mekanik donanımların oldukça az kullanıldığı, sökülen ürünlerin öncelikle yeniden kullanıldığı, yeniden kullanılmayan ürünlerin geri dönüşümüne olanak sağlayan bir yöntemdir (53).

Yapı sökümüyle yeniden kullanılabilir ve geri dönüşebilen ürün miktarının artışı ile birlikte doğal kaynakların ve enerjinin korunumu artar, kurtarılan ürünler ekonomiye yarar sağlar, yapım işlerinde yapı sökümünden gelen geri beslemelerle birlikte yapısal atık bilinç düzeyi yükselir, tehlikeli atıkların yönetiminde daha bilinçli çözümler geliştirilebilir.

**Yapı yıkımı;** Yapının var olan durumunda yapısal atıkların geri kazanımı önemsenmeden yapıyı dağıtma, bozma ve tahrip etme işlemidir (54). Yapı yıkımı ağırlıklı olarak mekanik donanımların ve kimyevi maddelerin kullanıldığı, çalışma sonrası yapısal atıkların oldukça karıştığı, genellikle yapısal atıkların geri dönüşüm ve yok edilme seçenekleri ile değerlendirildiği yöntemdir.

Yapım sürecinde ürünlerinin tekrar kullanabilmesi için kolay sökülür olması önemlidir. Ancak, söküm yapılamadığı süreçte yıkım sürecinde daha fazla enerji ve atık tüketimi görülmektedir.

Öneri olarak yapıların söküm ve yıkım çalışmalarında;

- Doğru planlama ile çalışmanın uygun koşullarda yapılması,
- Söküm/yıkım çalışmasının çevre, insan sağlığı ve güvenliğine olumsuz etkilerde bulunmadan gerçekleştirilmesi,



- Söküm/yıkım çalışmasında oluşabilecek atık miktarının önleme ile düşük düzeylerde tutulması,
- Çalışmalar sonucunda oluşan atıklardan yüksek düzeyde geri kazanım sağlanması,
- Çalışmanın olabildiğince az kaynak kullanımı ve düşük maliyetlerle tamamlanması,
- Çalışmanın kısa sürede bitirilmesi,
- Alanın yeni hedefe uygun koşullarda bırakılması

bu süreçte az tüketimi destekleyicidir.

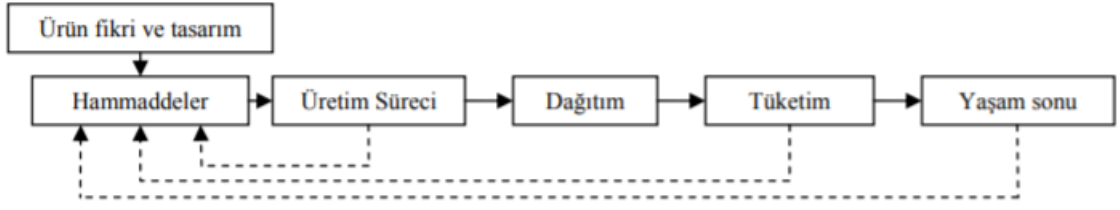
### **6.3.1. Yapı Ürünlerinin Yeniden Kullanım ve Yeniden Üretim Sürecine Dönmesi**

Yapı ürünlerinin söküm/yıkım sürecinde yeniden kullanılabilme özelliklerini tamamen veya kısmen kaybetmiş olan ürünlerin onarma, ayrıştırma ve yenileme gibi işlevlendirilmesi sonucunda üretime dönme süreci az tüketimi destekleyici etmenlerdendir.

Özellikle ürünlerin bağlayıcı özellikteki destekleyici yan ürünlerinin zamanla işlevini yitirmesi ile birlikte bu süreçte, ürünlerin söküm/yıkımda birbirlerinden ayrılması, değiştirilebilir parçalarından ayrılıp tekrar üretime dönmesi oldukça az tüketimde oldukça etkilidir. Buna göre yeniden üretime dönüşüm az tüketimi destekleyici süreç temel üç aşamada gerçekleşir (55).

- **Ayrıştırma (Yapı Sökümü):** Ürünlerin tamamen bağlayıcıları ve bileşenlerinden ayrılması.
- **Yeniden Montaja Hazırlanması:** Sökülen ürünlerin yeniden monte edilip kullanıma hazır duruma getirilmesi.

Söküm/yıkım sürecinde ürünlere en az zarar verilmesi ve yeniden üretime dönülme süreci Şekil 18'de gösterildiği gibi tasarımda düşünülerek yeniden ürünlerin kaynağı olan hammadde kazanımı da destekleyecektir.



**Şekil 18:** Ürün Yaşam Döngüsü Aşamaları (56).

Yaşam döngüsüne katkı ile birlikte ürünün yeniden kullanım veya yeniden üretimi ile birlikte herhangi bir değişiklik olmadan ve aynı kullanım amacı ile yeniden üretimde kullanılması çevreci yapı açısından az tüketime yönelik büyük kazanımlar sağlamaktadır. Yeniden üretimde sağlanacak yararlar genel olarak şunlardır.

- Ürün kazanımı: Ürünlerin üretiminde kullanılan zarar görmüş olan bağlayıcı ürünlerin dışında ana ürünün tekrar kullanımını ile kazanım elde edilmesi
- Enerji tasarrufu: Yeni üretim ile gerekli enerji miktarının tasarrufu yönünde kazanım elde edilmesi.
- İş gücünün geri kazanımı: Ürünün kullanım ömrünün artmasından dolayı, yeni ürün üretimde harcanılacak iş gücünden kazanım elde edilmesi (57).

### 6.3.2. Yapı Ürünlerinin Geri Dönüşüm ile Yeniden Kullanım ve Üretim Sürecine Dönmesi

Az üreten yapıların en önemli aşamalarından biri olan tasarım aşamasında yapısal atık oluşumuyla ilgili önlemlerin dikkate alınması, yapı ürünlerinin yeniden kullanılabilirlik ve geri dönüştürülebilirlik özelliklerinin göz önünde bulundurulması önemlidir. Örneğin, beton bileşiminin hacimsel olarak %65-75'inin agrega (kırmataş) olduğu ve kaliteli agrega kaynaklarının tükenmekte olduğu düşünüldüğünde, geri kazanılmış ürünlerin önemi artmaktadır (58). Yapısal atıkta en yüksek orana sahip atık betonlar geri dönüşümlüdür ve yeniden kullanılabilir. Geri kazanılmış betonlar ilgili standartları sağlamak şartı ile gerekli işlemlerden sonra orijinal ürünler ile birlikte veya ayrı olarak; beton üretiminde yol, otopark, kaldırım, yürüyüş yolları, drenaj çalışmaları, kanalizasyon borusu ve kablo döşemelerinde dolgu ürünü olmak üzere, alt ve üst yapı inşaatlarında, spor ve oyun tesisleri inşaatları ile diğer dolgu ve rekreasyon çalışmalarında öncelikli olarak kullanılabilir (59). Tüm bu niteliklerin sonuç odaklı tasarımlarda bulunması için yapı yıkım ve söküm süreçlerinin bilinmesi gerekmektedir.

**Tablo 8. Yapı Ürünleri/Bileşenlerinin Geri Kazanım İşlemleri ve Kullanım Alanları**  
(60)

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

#### 6.4. Yapıların Ürün Tüketimini Azaltmaya Yönelik Tasarım Kararları ve Öneriler

Tasarımcının ilk olarak tasarım aşamasında önerilecek ürün niteliklerini ve kullanım biçimlerini iyi bilinmesi gerekmektedir. Ürün seçilirken yapılacak işin planlanması ve kullanılacak ürünlerin boyutlarına göre tasarım yapılması yapıyı uzun süre ayakta tutacaktır. Tüm bu nitelikler ile seçilen ürünlerden ortaya çıkacak yapılar daha az atık üreterek az tüketime ve sağlam ürün seçilerek tekrardan tüketimin oluşmasını engelleyecektir. Bu bağlamda az tüketim ile ilgili tasarım karar önerileri Tablo 9’da sunulmaktadır.

Tablo 9. Ürün Tüketimini Azaltmaya Yönelik Öneriler

ÜRÜN TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK ÖNERİLER						
TASARIM KARARLARI	KULLANICI KATILIMLI TASARIMLAR		AÇIKLAMA	EVET	HAYIR	DEĞER
	ÜRETİM SÜRECİ	Tasarıma Uygun Ürün Kullanmak	Yapıda Kullanılacak Ürünlerin Yapı Boyutlarına Uygun Seçilmesi Ya Da Kullanılacak Ürün Boyutlarına Göre Yapı Ölçülerinin Belirlenmesi			
		Bakım Onarım	Özellikle Tesisatların, ve Tüm Ürünlerin Bakımının Yapılması			
	KULLANIM SÜRECİ	Esnek Tasarım	Yapının Kullanım Sürecinde İşlevinin Kolaylıkla Değiştirilebilmesi			
		Uzun Ömürlü ve Dayanıkları Ürün Seçilmesi	Kullanım Sürecinde Ürün Tüketimini Engelleyici Tadilat ve Değişime Gerek Dürmüyecek Ürünlerin Tasarımda ve Üretimde Kullanılması			
	SÖKÜMÜYKİM SÜRECİ	Kolay Sökülüp Takılan Ürünlerin Seçilmesi	Ürünlerin Tekrardan Kullanılabilmesi			
		Geri Dönüştürülebilir Ürünlerin Seçilmesi	Ürünlerin Tekrardan Üretim Sürecine Dönerek Kullanılabilmesi			

## YEDİNCİ BÖLÜM

### AZ TÜKETEN YAPININ ELDESİNE YÖNELİK BULGULAR

Hazırlanan bu tez çalışmasında; çevreci yapı tanımları ve örneklerinin incelenmesi sonucunda yapılmış olan tanım kabul edilerek, çok geniş bir içeriği olan çevreci yapıların kaynak tüketimi konusu ele alınmıştır. Çevreci açıdan büyük bir önem barındıran yapıların kaynak tüketimi konusunun alt süreçleri olduğu görülmüştür. Tüketimin azaltılması için yapı yapma eylemine başlamadan önce tasarım ve kullanım sürecindeki tüketimlerin denetim konusunun birlikte ele alınması gerektiği anlaşılmıştır. Bu amaç ile öncelikle yapıların Tablo 10’da gösterildiği alt süreçlerdeki kaynak tüketimleri belirlenmiştir. İncelemeler sonucunda oluşan tabloda da belirtildiği gibi yapıların her sürecinde enerji, su, arazi ve ürünlerin tüketildiği sadece söküm/yıkım sürecinde arazi tüketiminin olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Özellikle, kullanım sürecinde enerji ve su tüketimi çok fazla görülmekle beraber bu süreçte denetimin ve kullanıcı bilincinin oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda üretimde tüketilmesi zorunlu ürünlerin kullanım sürecindeki bakım/onarımı oldukça önemlidir.

**Tablo 10. Yapıların Kaynak Tüketimi**

YAPILARIN ALT SÜREÇLERİNDE KAYNAK TÜKETİMİ					
		ARAZİ	ENERJİ	SU	ÜRÜN
ALT SÜREÇLER	Ü.S	-Yeni Yapı Yapma Eyleminde	-Ekipmanların Kullanımında -Yapım Tekniklerinde	-İnşaat Oluşumlarında -Yapının Sulanmasında	-Tüm Üretim Çalışmalarında, (yeni yapı yapma eylemi)
	K.S	-Mevcut Yapının Genişletilmesi ve Ek Yapı Yapılması	-Ulaşım -Havalandırma -Isıtma, Soğutma -Aydınlatma	-Kullanıcı Tüketimi -Peyzaj Sulama	-Tadilatlar -İşlev Değişikliği
	S.Y.S	-Görülmemektedir	-Ekipmanların Kullanımında -Yıkım/Söküm Teknikleri	-Yapının Sulanmasında	-Ürünlerin Yok Edilmesinde

Ü.S: ÜRETİM SÜRECİ  
K.S: KULLANIM SÜRECİ  
S.Y.S: SÖKÜM/YIKIM SÜRECİ

Bu çalışmada, yapıların az tüketime yardımcı olacak tasarım ilkeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapıların tüketimlerinin genellikle tasarımda alınması gereken kararlar ile önleneceği görülmüştür. Kararlar alınırken, yapılara vrecilik açısından değer katacak olan niteliklerin belirlenmesinde de en önemli etmenlerin başında kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi ve yerel koşulların dikkate alınması gerektiği anlaşılmıştır. Nitekim yapıların neredeyse tüm süreçlerinde tüketim mevcuttur ancak en aza indirmek için tüketilen kaynakların korunumu, bakımı, yeniden kullanımı ve yine gerektiği kadar kullanılmasının en büyük şart olduğu anlaşılmıştır. Özellikle ısıtma ve soğutma gibi en fazla enerji tüketiminin göründüğü süreçlerde yerel koşulların dikkate alınması tasarım kararlarındaki önlemlerin ve tüketimlerin değerlerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Tüm bu bulgular sonucunda da Tablo 11’de hazırlanan tasarım kararlarına yardımcı nitelikler ve kullanıcı katılımlı tasarım yapılmasının doğru ve gerekli tüketim kararlarının alınmasında önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca tasarlanacak olan bir vreci yapının tüketim süreçlerinde alınacak olan kararlardaki nitelikler mevcut ise yapının az kaynak tüketen vreci yapı açısından doğru bir biçimde değerlendirilmesi yapılabilecektir. Yine Tablo 11’de alınacak olan tasarım kararlarındaki nitelikler yapılarda uygulanmaz ise yapı, az tüketen vreci yapı değerlendirmesinde eksik puan alacaktır.

**Tablo 11.** Az Tüketen Yapıların Eldesine Yönelik Tasarım Kararları ve Denetim Listesi

SÜRECİN DENETİMİ							
SÜREÇLER			DOĞAL KAYNAKLAR	AÇIKLAMA	Evet	Hayır	Değer
Ü.S	K.S	S.Y.S	Arazi Tüketimi				
	X		Üretim Sürecinde Belirlenen Kullanıcı ve Kullanıcıların Gereksinimlerinin Kullanım Sürecine Yönelik Değişimlerinin Planlanması	Kullanım Sürecine Yönelik Arazi Genişleme Planının Yapılması			
X			Varsa Var Olan Yapının Korunması	Mevcut Yapılara İşlev Değişikliğinin Tasarlanması			
X			Yatay Veya Dikey Yapılaşma	Yerel Koşulların Araştırılarak Gereksinimlere Göre Tasarlanması			
			<b>Enerji Tüketimi</b>				
		X	Tasarım Sürecinde Kolay Sökülebilir Tekniklerin Kullanılması	Ürünlerin Tekrardan/Yeniden Kullanılabilirlik Özellikli Olması			
		X	İşlev Değişikliği	Yapının Yeniden Kullanımı			
	X		Doğal Aydınlatma	Doğal Aydınlatmaya Yardımcı Pencere ve Cephe Boşluklarının Tasarımı			
	X		Yapının Yalıtımı	Yerel Koşullara Göre Isı ve Su Yalıtımının Tasarlanması			
	X		Sıcak Suyun Eldesinde Güneş Enerjisinden faydalanma	Güneş Panellerinin Kullanımı			
	X		Akıllı Aydınlatma Sistemleri ve Tasarımı	Aydınlatma Planının Tasarlanması ve Otomasyon Sistemi			
	X		Doğal Havalandırma	Mekanik Sistemlerin Kullanımını Azaltıcı Tasarımların Yapılması (Pencere, çift cidarlı cephe vb...)			
	X		Güneş Denetimi	Saydam Cepheler ve Gölgeleme Elemanlarının Kullanımı			
X			Üretimde Kullanılan Ekipmanların Seçimi ve Denetimi	Üretime Uygun Az Enerji Tüketen Ekipman Kullanımı			
			<b>Su Tüketimi</b>				
X			Şantiye Faliyetlerini Denetlemek	Şantiye Denetim Planının Oluşturulması			
	X		Yağmur Suyunun Kullanılması	Yağmur Suyu Depolama Tasarımı ve Sistemlerinin Oluşturulması			
	X		Yenilikçi Su Teknolojilerinin Kullanılması	Su Tüketimi Denetleyen Akıllı Sistemlerin Kullanımı			
	X		Atık Su Geri Dönüşüm Sistemlerinin Tasarlanması	Gri Su veya Siyah Suyun Arıtılması			
	X		Kullanıcının Bilinçlendirilmesi ve Bakım Onarım	Tesisatların ve Yapının Bakım Onarımının Yapılması ve Denetlenmesi			
	X		Su Verimli Peyzaj Tasarımı	Az Su Tüketen Bitkilerin ve Geçirgen Zemin Kaplamalarının Kullanılması			
			<b>Ürün Tüketimi</b>				
		X	Geri Dönüştürülebilir Ürünlerin Seçilmesi	Yeniden Kullanılabilir ve Dönüştürülebilir Ürünlerin Seçimi			
	X		Bakım/Onarım	Ürünlerin Bakımı			
	X		Esnek Tasarım	Dönüştürülebilir Açık Plan Tasarımı			
	X		Uzun Ömürlü ve Dayanıklı Ürün Seçilmesi	Kullanıma Uygun Ürün Seçimi			
X			Tasarıma Uygun Ürün Kullanmak	Yapının ve Mekanın Boyutlarına Uygun Ürün Seçimi			
Ön Şart:Tüm Paydaşların (mimar,mühendis,kullanıcı,işçi) Bilinçlendirilmesi				TOPLAM PUAN :			

Ü.S : ÜRETİM SÜRECİ  
K.S : KULLANIM SÜRECİ  
S.Y.S : SÖKÜM/YIKIM SÜRECİ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, yeni bir yapı yapma eyleminde her zaman tüketim olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, kullanıcıların gereksinimleri belirlenerek, yerel koşullar ve gereksinimler ele alınarak tasarım kararları almak az tüketime yardımcı etmenler olacaktır. Bununla birlikte tüketimi azaltmaya yardımcı olacak bazı bulgular;

- Kullanıcı katılımlı tasarım,
- Yapıların doğal havalandırılmasını sağlamak,
- Yağmur sularının ve atık sularının değerlendirilmesi,
- Ürün seçimi ve boyutları,
- Yapının enerji tüketimini azaltmaya yalıtım kararları,
- Tüm alt süreçlerin denetimi ve takibi,
- Yapının bakım ve onarımı,
- Esnek tasarım,
- İşlev değişikliği,
- Yeniden Kullanım

olarak özetlenebilir.

Belirtilen nitelikler Tablo 11’de verilen öneriler ile birlikte ele alınarak yerel koşullara ve gereksinimlere göre değişebilir. Bu tez çalışmasının bulguları olarak ortaya çıkan tasarım kararları, gelecek dönemlerde geliştirilebilir ya da eksiltilebilir. Her ne kadar - giriş bölümünde belirtildiği gibi- dünya genelinde birçok değerlendirme sistemi bulunsa da değerlendirmeler yerele özgü ve gereksinimler doğrultusunda uygulanmalıdır.



## SEKİZİNCİ BÖLÜM

### Sonuç ve Öneriler

Çevreci yapılar, dünya üzerindeki kaynak tüketimi sorununda büyük bir yeri olan az tüketime yönelik hedeflerin belirlenmesinde ve izlenecek yolun tanımlanmasında giderek artan bir öncelik haline gelmiştir. Yapıların atık üretimini ve kaynak tüketimini azaltmak amacı ile tüm yaşam süreçlerinde denetlenmesi ve tasarım öncesinde kararların verilmesi gerekmektedir.

İnsan sağlığının korunması ve yaşam kalitesinin artırılması, doğal kaynakların korunması, atık üretiminin ve kaynak tüketiminin azaltılması hedefi ile ortaya çıkan çevreci yapılar, insan ve çevre etkileşiminde önemli bir yerdedir. Bu çalışmanın odağı olan yapıların az tüketim ilkeleri, az tüketen çevreci yapının alt süreçlerinin olduğunu göstermektedir. Yapılar süreçleri ile birlikte incelendiğinde tüketimleri daha iyi görünmektedir. Bu sebep ile nitelikler belirlenirken süreçlerin incelenmesi yol gösterici olmaktadır. Tüm süreçler, yerel ve bölgesel şartlarda ele alınmaktadır. Az tüketen çevreci yapıların nitelikleri yerel ve bölgesel şartlar ile birlikte farklılık göstermektedir. Literatür çalışmalarındaki tanımlar incelendiğinde çevreci yapı kavramı ülkelere göre değişmektedir. Yapıların üretim, kullanım ve sökülme/yıkım sürecindeki değerlendirmelerin tasarım sürecinde ele alınması gerektiği görülmüştür. Süreçlerde uygulanacak nitelikler tasarım ve tasarım öncesi araştırmalar ve analizler ile birlikte ortaya çıkmaktadır.

Çevreci yapı tasarımında; kentsel ölçekten tekil yapıya indirgenen bir süreçte uygulamaların tasarıma entegre edilmesi için kentsel planlamanın da çevreci yapılar ile ilişkili olduğu görülmektedir. Yapının konumu, arazi yapısı ve iklim tasarıma yardımcı etmenlerdir. Tanımlar, dünya üzerindeki değerlendirme sistemlerinde de değerlendirmeleri oluşturan niteliklerin yerel ve bölgesel, kentsel planlama yaklaşımları ile kurgulandığını göstermiştir. Bu sonuç ile uluslararası değerlendirmelerin doğruluğu konusu tartışmalara yol açmaktadır.

Sonuç olarak, az tüketen çevreci yapıların projelerinin kullanıcı, tasarımcı ve uygulayıcı ile birlikte yerel koşullara ve gereksinimlere göre hazırlanması önemlidir. Bu anlayış ile ele alınacak değerlendirme sistemlerinin sonucunda ortaya çıkacak çevreci yapıların süreçlerinin başarıya ulaşması beklenmektedir.

Yapıların üretimi ve tüketiminin azaltılması için ilk adım olan alt süreçlerinin incelenmesi ile birlikte oluşturulan değerlendirme sistemleri tasarımcıya yardımcı olacaktır. Ancak, yapıların içinde bulunduğu koşullar sürekli olarak ülke şartlarına göre değişmektedir. Alt süreçlerin incelenerek ülkelere özgü yapıların atık üretimine ve kaynak tüketimine yönelik değerlendirme sistemleri ülkelerin sürekli değişen şartlarına göre güncellenebilir. Bu sebep ile ülke koşulları ve imkânları değerlendirme sistemleri oluşturulmadan önce ele alınmalı ve bu değerlendirme sistemlerine yardımcı olacak ülke içerisindeki tüm analiz ve destekleyici çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Çevreci yapı gibi güncel bir konunun, yapı endüstrisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini ve enerji, su, arazi gibi kaynak kullanımını azaltma düşüncesi, yapı tasarımında ve yapımında gerek tasarım kısıtları ile birlikte yapıların alt süreçlerinde yatırım maliyetlerinin de ele alınması gibi birçok açıdan sürece yaklaşılması gerektiğini göstermektedir. Çevreci yapı uygulamalarının daha etkin hale getirilmesi ve küresel ölçekte uygulanma olanağı bulabilmesi için var olan çalışmaların iyi analiz edilmesi ve uygulamaya yönelik sorun ve eksikliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte ülke yönetimleri, çeşitli kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum örgütleri, bu alanda yapılan çalışmaları eğitim programları, bilimsel araştırmalar ve yasa ve yönetmeliklerle temellendirmelidirler. Bu süreçte tüketimi azaltmaya yönelik tasarım sürecinde alınması gereken kararların odak noktasının belirlenmesinde öneri olarak yapı ölçeğinde düşünülen çevreci anlayışın genel olarak tüm paydaşlar arasında ele alındığında başarılı girişimler ve sonuçlar ortaya çıkacaktır. Çevreci yapı hedefi tüm kullanıcılar, uygulayıcılar ve meslek gruplarının bilinçlenmesi ile başarılı olacaktır. Ülke genelinde değerlendirme sistemlerine yardımcı olacak, ülkelerin ekonomik, iklim, coğrafi koşulları, yer altı kaynakları ve imkânları analiz edilmelidir. Yatırımlar bu yöne yönelik olmalıdır. Tüm bu bilinç ve analizler çevreci yapı uygulamalarını kolaylaştırıcı ve gerçekçi bir hedefe ulaştıracaktır.

## KAYNAKÇA

- 1) Çelik, E. (2009). *Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye’de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 2) Balanlı, A. (2014). *Sağlıklı Yapılar*. II. Ulusal Sağlık Kuruluşları Çevre Yönetimi Sempozyumu, İstanbul.
- 3) Balanlı, A. ve Öztürk, A. (2006). *Yapı Biyolojisi Yaklaşımları*. (1. Baskı). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi.
- 4) Taygun, G.T. ve Balanlı, A. (2008). *Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü Çevre Etkileşimi*. Megaron, 1(1),42.
- 5) Web sayfası.(2018). *Üretim ve Tüketim Nedir*. <https://mailce.com/uretim-ve-tuketim-nedir.html>.
- 6) Dixon, W. (2010). *The Impacts of Construction and the Built Environment*, Briefing note.
- 7) Reich, B. H. and Wee, S. Y. (2006). *Searching for Knowledge in the PMBOK® Guide*. Project Management Journal, 37(2), 11-26.
- 8) Akgüç, Ö. (1996). *Türkiye Ekonomisi Nereye Gidiyor*. Cumhuriyet Gazetesi, 12.
- 9) USGBC, L. (2009). *For New Construction And Major Renovations*. US Green Building Council, Version, 2, 24-28.
- 10) BREEAM. (2013). *Ticari Binalar 2009 Değerlendirme Kılavuzu*. Londra
- 11) ÇEDBİK. (2013). *Yeşil Bina Sertifika Kılavuzu-Yeni Konutlar, Versiyon 0*. İstanbul.
- 12) Gültekin, A. B. ve Bulut, B. (2015). *Yeşil bina sertifika sistemleri: Türkiye için bir sistem önerisi. II. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 813-824.
- 13) Atay, G. D. (2018) *Mimarlıkta dikey ve yatay büyüme*. <https://manifold.press/mimarlikta-dikey-ve-yatay-buyume>.

- 14) Yılmaz, Z. (2006). *Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji*. Tesisat Mühendisliği Dergisi.sayı 91, 7-12
- 15) Özbalta, T. ve Çakmanus, İ. (2008). *Binalarda Sürdürülebilirlik: Ömür Boyu Maliyete İlişkin Yaklaşımlar*. İstanbul: Doğa Sektörel Yayınları.
- 16) Berköz, E., Aygün, Y. Z., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak, F., Küçükdoğu, M. ve Yıldız, D. (1995). *Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı*. Tübitak Proje No: İntag, 201.
- 17) Darçın, A. G. P. ve Balanlı, A. (2012). *Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler*. Tesisat Mühendisliği Dergisi,128,33-42.
- 18) Liddament, M. (2000). *Indoor Air Quality Handbook*. Newyork.
- 19) Watson, D. (1983). *Climatatic design: Energy efficient building principles and practices*. McGraw-Hill.
- 20) Balanlı, A.(2007). *Yapı Elemanları 2- Doğramalar, Yapı Elemanları ve Malzemeleri Bilim Dalı Yayınlanmış Ders Notları*. Yıldız Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- 21) Selkowitz, S., Hescong, L. and Carmody, J. (2000). *Residential Windows, A Guide to New Technologies and Energy Performance*. W W Norton and Co, 2nd edition.
- 22) Lee, E. S., Selkowitz, S., Bazjanac, V., Inkarojrit, V. and Kohler, C. (2002). *High-Performance Commercial Building Façades*. LBNL-50502, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA.
- 23) Manioğlu, Y. D. D. G. ve Oral, G. K. (2010). *Ekolojik Yaklaşımda İklimle Dengeli Cephe Tasarımı. 5. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu*, 15-16.
- 24) Çetiner, İ. (2002). *Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 25) Yılmaz, Z. (2006). *Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji*. Tesisat Mühendisliği Dergisi.91, 7-15.
- 26) Skelly, M. (2000). *The individual and the intelligent façade, Building Research Information*, Vol:28,PT:1
- 27) Oflaz, K. (2004). *Akıllı Binalar ve Alt Sistemlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- 28) Oesterle, L. and Lutz, H. (2001). *Double-Skin Façades, Integrated Planning*, PrestelVerlag, Munich, London- New York,
- 29) Karaaslan, S. (2011). *Sürdürülebilir Mimari Tasarım Sürecinde Ön Tasarım Kararlarını İçeren Bir Model Önerisi*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 30) Karagöz, N. (2004). *Konutlarda Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamalarının İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- 31) MEGEB. (2015). *İnşaat Teknolojisi Döşeme Ve Duvarlarda Isı Yalıtımı*, Ankara.
- 32) Bostancıoğlu, E. (2011). *Mevcut Binalarda Yapılan Ekolojik İyileştirmelerin Enerji Kazancı*. Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu, Antalya.
- 33) Türk Standartları Enstitüsü. (1998). *TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Ankara.
- 34) Ünal, S. (2002). *Bina Duvar Isı Yalıtım Sistemleri Ve Ekstrüde Polistren İle Ts825'e Uygun Bina Yalıtım Çözümleri Üzerine Bir İnceleme*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- 35) Dow. (2018). Isı Yalıtımı. <http://building.dow.com/europe/tr/uygulamalar/isiyalitimi/toprak/index.htm>.
- 36) Yalıtım İntes, (2014). *Isı Yalıtımcısı Ders Notu*. <http://fbe.hku.edu.tr/Form-ve-Dilekceler/5/Tez-Proje-Yazim-Yonergesi/19>.
- 37) Odaman Kaya, H. (2002). *Ölçütlere Dayalı Değerlendirme Ve Sertifika Metotlarından LEED ve BREEAM'in Türkiye Uygulamalarına Yönelik İrdeleme Ve Öneriler*, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- 38) Kantaroğlu, Ö. (2011). *Yüksek Performanslı Binalarda Su Stratejileri*. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 123, 32-43.
- 39) Beler Baykal, B. ve Allar, A. D. (2010). *Ecosan: Ekolojik Eysel Atıksu Yönetimi*. İtü Dergisi/e, 17(3).
- 40) Wach, F.G. (2006). *Water Saving Devices at Households: Saving Tap Water by Simple Appliances and Installations without Loosing Sanitary Comfor*, *Weiter Bildung*, Yüksek lisans tezi, University of Hanover, Almanya.
- 41) Deniz, V., (2012). *Binalarda Su Tasarrufu ve Hijyen*, Ed.(1.Baskı). İstanbul: Kare Medya.

- 42) Winward, G.P., Lisa, M., Avery., Frazer-Williams, R., Pidoua, M., Jeffrey, P., Stephenson, T. and Jefferson, B. (2007). *A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse*, Ecological Engineering 32: 187-197.).
- 43) Süme, V. ve Güner, M. S. (1999). *Genel İstatistik*.(1.Baskı).İstanbul: Birsen Yayınevi.
- 44) Gültekin, N. (2003). *Bildung, Autonomie, Tradition und Migration*. (1.Baskı) Almanya: Spring Verlag Yayınevi.
- 45) Salgın, B. (2015). *Yapı Yaşam Süreçlerinde Yapısal Atıkların Önlenmesine/Azaltılmasına Yönelik Tasarım Yaklaşımları ve Bir Model Önerisi*. Doktora tezi, YTÜ. İstanbul.
- 46) WRAP. (2007). *Achieving Effective Waste Minimisation through Design* Guidance on Designing out Waste for Construction Clients, Design Teams and Contractors, Project Code: WAS 004-005.
- 47) RIBA. (2013). *Outline Plan Of Work 2013*, RIBA Publishing, London.
- 48) USGBC. (2009). *LEED 2009 for Existing Buildings: Operations and Maintenance Rating System*. USGBC Member Approved November 2008 (Updated July 2010).
- 49) Ekinci, S. ve Deniz, Ö. Ş. (2016). *Mevcut Yapıların Uyarlanabilirlik Kapasitesini Belirleme ve Değerlendirme Yöntemi*. *Tasarım Kuram Dergisi*, 21, 78-102.
- 50) Tam, D. (2004). *Çevre Duyarlı Planlamanın ve Deprem Duyarlı Planlamanın Bütünleştirilmesinin Sağlayacağı Faydalar*. *Planlama Dergisi*, TMMOB Şehir Plancıları Odası, (2004/3), 67-74.
- 51) Foster, N. (2007). *Mimarlık ve Sürdürülebilirlik, Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki*, *Yapı Dergisi*, 27.
- 52) Pearce, D. W. and Warford, J. J. (1993). *World without end: economics, environment, and sustainable development*. Oxford University Press.
- 53) Region 4 Dod Pollution Prevention Partnership in Conjunction ve Georgia Dod pollution Prevention Partnerhip Solid Waste & Recycling Work Team. (2002). *Best Management Practices Resource Guide C&D Waste Management and Sustainable Building Design*, (Chapter 4).

- 54) Symonds Group. (1999). *Report to DGXI, European Commission, Construction and Demolition Waste Management Practices, and Their Economic Impacts*, Final Report, 46967.
- 55) Yüksel, H. ve Çelikoğlu, C.C (2004). *Yeniden Üretim Faaliyetlerinin Planlanması ve Kontrolü İçin Bir Yöntem Önerisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6 (3)
- 56) Maxwell, D. and R. Van der Vorst (2003). *Developing Sustainable Products and Services*, *Journal of Cleaner Production*, 11, 883-895.
- 57) Topoyan, M. (2005). *Yeniden Üretim Sistemleri İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması*. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 260-261, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul
- 58) European Commission (2005). *Common European Principles for Teacher Competences Qualifications*. <http://europe.eu.int/comm/dgs/education/culture>
- 59) Başar, B. (2007). *Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, GYTE, Gebze.
- 60) Pearce, D. and W., Warford, J. J. (1993). *World Without End: Economics, Environment, And Sustainable Development*. Oxford: Oxford University Press.