

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE AÇISINDAN UYGUN
YAPI ÜRÜNLERİNİN SEÇİMİ**

Mimar Sibel TERZİ

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayşe BALANLI

İSTANBUL, 2009

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE AÇISINDAN UYGUN
YAPI ÜRÜNLERİNİN SEÇİMİ**

Mimar Sibel TERZİ

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayşe BALANLI
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. A. Nil TÜRKERİ
Yrd. Doç. Dr. Gökçe T. TAYGUN

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Sorunun Belirlenmesi.....	1
1.2 Amaç	2
1.3 Önem	2
1.4 Varsayım	2
1.5 Kapsam	2
1.6 Yöntem.....	3
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve ÇEVRE.....	4
2.1 Sürdürülebilirlik	4
2.2 Çevre İle İlgili Tanımlar	6
2.3 Sürdürülebilir Çevre Kavramının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....	8
2.4 Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri	11
3. YAPI ÜRÜNÜ ve YAŞAM DÖNGÜSÜ	14
3.1 Yapı Ürünlerinin Tanımı.....	14
3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	14
3.3 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi.....	16
4. YAPI ÜRÜNÜNÜN SÜRDÜRÜRLEBİLİR ÇEVRE ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	21
4.1 Ürünün Hammaddesinin Edinimi Evresinde Çevre İle Etkileşimi	22
4.1.1 Doğal Kaynak Kullanımı	23
4.1.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik.....	24
4.1.3 Enerji Kullanımı.....	25
4.2 Ürünün Üretimi Evresinde Çevre İle Etkileşimi.....	27
4.2.1 Doğal Kaynak Kullanımı	27
4.2.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik.....	29
4.2.3 Enerji Kullanımı.....	31

4.3	Ürünün Yapıya Uygulanması Evresinde Çevre İle Etkileşimi	32
4.3.1	Doğal Kaynak Kullanımı	33
4.3.2	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	33
4.3.3	Enerji Kullanımı	34
4.4	Ürünün Kullanımı Evresinde Çevre İle Etkileşimi	34
4.4.1	Doğal Kaynak Kullanımı	34
4.4.2	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	35
4.4.3	Enerji Kullanımı	37
4.5	Ürünün Geri Dönüşümü Evresinde Çevre İle Etkileşimi	40
4.5.1	Doğal Kaynak Kullanımı	41
4.5.2	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	42
4.5.3	Enerji Kullanımı	44
4.6	Ürünün Yok Edilmesi Evresinde Çevre İle Etkileşimi	46
4.6.1	Doğal Kaynak Kullanımı	46
4.6.2	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	46
4.6.3	Enerji Kullanımı	47
5.	YAPI ÜRÜNÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE ÖLÇÜTLERİ DOĞRULTUSUNDA SEÇİMİ	48
5.1	Yapıda Ürün Seçimi	48
5.1.1	Çevresel Etmenler	51
5.1.2	Gereksinmeler	51
5.1.3	Ürünün İşlev ve Nitelikleri	52
5.1.4	Zorunluluklar	53
5.1.5	Ölçütler, Değer Ölçütleri	53
5.2	Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri Açısından Ürün Seçimi	53
5.2.1	Seçeneklerin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi	54
5.2.2	Ürün Bilgi Tablolarının Düzenlenmesi	61
5.2.3	Karşılaştırma ve Seçim	64
6.	SONUÇ	65
	KAYNAKLAR	67
	ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGE LİSTESİ

Cal/g °C	Öz ısı birimi
CFC	Kloro floro karbon
EDC	Etilendiklorür
Gj	Gigajul - enerji birimi
HCL	Klor asidi
HCFC	Hidro kloro floro karbon
Mj/kg	Isıl değeri
PVC	Polivinilklorür
VC	Vinilklorür
VCM	Vinilklorür monomeri

KISALTMA LİSTESİ

ACE	Architects' Council of Europe (Avrupa Mimarlık Konseyi)
BM	Birleşmiş Milletler
CE	Conformité Européenne (Avrupa Uygunluk Etiketi)
ISO	International Organisation for Standardization (Uluslararası Standart Organizasyonu)
REPA	Resource and Environmental Profile Analysis
SETAC	Society for Environmental Toxicology and Chemistry (Çevresel Zehir ve Kimya Derneği)
WCED	World Commission on Environment and Development (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu)
WWF	World Wild Fund for Nature (Dünya Doğayı Koruma Vakfı)
YDD	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Yapının Çevresi	8
Şekil 2.2 Dünya gelişiminin değişen gündemi	9
Şekil 2.3 Çevresel etkilerin oransal dağılımı	12
Şekil 3.1 Yaşam döngüsü.....	15
Şekil 3.2 Bir ürünün yaşam döngüsü süreçleri, süreçlerin birbirleri ve çevre ile ilişkileri.....	17
Şekil 4.1 Ürünün yaşam döngüsü sürecinde çevre ile etkileşimi	22
Şekil 4.2 Ahşap ve alüminyum pencere doğramalarının binaların 60 yıl (A) ve 160 yıl (B) ortalama yaşam süresinde çevreye etkileri.....	36
Şekil 4.3 Yapının genel görünümü	37
Şekil 4.4 Çatıda kullanılan ürünler	38
Şekil 4.5 Bims blok.....	39
Şekil 4.6 Ahşap, çelik ve betonarme tasarımın çevresel etkilerinin karşılaştırılması.....	40
Şekil 4.7 Geri dönüştürülmüş kağıtlardan oluşturulmuş Expo 2000 Japon Pavyonu.....	42
Şekil 4.8 Katı atık geri dönüşüm ve kullanım potansiyel oranı.....	43
Şekil 4.9 Geri dönüştürülmüş çelikten oluşturulmuş Yer Küre Merkezi	43
Şekil 4.10 Bazı yapı ürünlerinin yeni üretim ve geri dönüşüm işlemlerinde enerji etkinliği ..	45
Şekil 5.1 Tasarım evreleri ile ürün seçim düzeyi ilişkisi	49
Şekil 5.2 Öge ya da bileşen düzeyinde ürün seçim yöntemi şeması.....	50
Şekil 5.3 Ürünün etiket değerinin oluşturulması	56
Şekil 5.4 Riskin belirlenip yönetilmesi.....	58
Şekil 5.5 Ürün seçim yöntemi şeması.....	59

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Çevreci politikaların tarihsel gelişimi.....	10
Çizelge 2.2 Sürdürülebilir çevre ölçütleri.....	13
Çizelge 4.1 Hammaddenin elde edilmesi aşamasında oluşan çevresel kirlilik.....	24
Çizelge 4.2 Fosil kaynaklı (yenilenemeyen) yakıtların açığa çıkardığı CO2 miktarı.....	25
Çizelge 4.3 Hammaddenin ve atıkların taşınması aşamasında açığa çıkan gazlar ve tüketilen enerji miktarı	26
Çizelge 4.4 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde doğal kaynak kullanımı etkinliği.....	28
Çizelge 4.5 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde salınan ve depolanan karbon emisyonları	30
Çizelge 4.6 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde gerekli enerji miktarı	31
Çizelge 4.7 Bazı yapı ürünlerinin üretim enerjilerinin değerlendirilmesi	32
Çizelge 4.8 Yapıların neden olduğu çevresel kirlilik oranları	33
Çizelge 4.9 Bazı yapı ürünlerinin öz ısı değerleri.....	39
Çizelge 5.1 Çevresel etmen - kullanım ve üretim gereksinimleri	52
Çizelge 5.2 Ürünün çevrenin sürdürülebilirliğine etkisinin değerlendirmesi	56
Çizelge 5.3 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 1	60
Çizelge 5.4 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 2	60
Çizelge 5.5 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 3	60
Çizelge 5.6 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 4	61
Çizelge 5.7 Ürün bilgi tablosu	63

ÖNSÖZ

Tezimi hazırlamamda bilgi ve yardımını esirgemeyerek çalışmalarımı yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Ayşe Balanlı' ya, her zaman fikirlerinden ve desteğinden yararlandığım Erdal Çakır' a, bugüne kadar her konuda yanımda olan aileme ve çalışmamda bana yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ocak, 2009

Mimar Sibel TERZİ

ÖZET

Teknoloji ve sanayideki gelişmeler, kent nüfusunun artması ile 21. yüzyılın başı ekolojik dengenin bozulduğu, doğal kaynakların tükenme tehlikesinin yaşandığı dönemdir. Sürdürülebilirlik bu bağlamda, ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinmelerin, gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanmasını hedefleyen bir dünya görüşü olarak ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilirlik, kentsel planlama, tasarım ve mimarlık açısından önemli bir kavramdır. Doğal çevrenin zarar görmeden gelecek kuşaklara aktarılması sürdürülebilir çevre ölçütleri ile sağlanabilir. Fosil yakıt tüketimini azaltmak, küresel ısınmaya neden olacak etkenleri ortadan kaldırmak, doğal kaynak ve enerjiyi etkin kullanmak, çevreye katı atık ve toksik madde yayılımını engellemek gibi adımlar sürdürülebilir çevre ölçütü olarak değerlendirilebilir.

Ürün yaşam döngüsü, ürünlerin hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve ürünün kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngüdür. Çalışmada, sürdürülebilir çevre ölçütleri oluşturulduktan sonra ürün yaşam döngüsü evreleri bu ölçütler doğrultusunda incelenmiştir. Ürünün her döngüde çevre ile etkileşimi, seçim aşamasında ürünün sürdürülebilir çevreye uygunluğunun denetimi adına önemlidir. Çevrenin sürdürülebilirliği açısından yaşam döngüsü evrelerinde risk taşıyan ürünlerin değerlendirilmesi sonucu olumsuz değer alması halinde, o ürün seçim işlemine dahil edilmemiştir.

Yapılan bu çalışma ile, ürün seçiminde izlenen adımlara çevresel değerler de katılmış, bilinçli ürün seçimi ile çevre sağlığını tehdit eden sorunların azalacağı ve gelecek kuşaklar için daha yaşanabilir çevrenin oluşturulacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, çevre, sürdürülebilir çevre, ürün yaşam döngüsü, ürün seçimi.

ABSTRACT

Together with improvements in technology and industry and increasing in urban population, the beginning of 21st century is a period in which ecological stability went bad and natural resources was faced with ruin. However, a world view covering the requirements of economical, environmental and social without hurt future life conditions arises that is sustainability.

Sustainability is an important topic in terms of urban planning, design and architecture. Natural environment continuity without suffering is provided by sustainable environmental criteria. As sustainable environmental criteria, decreasing fossil fuel consumption, eliminating factors resulting in global warming, using natural resources and energy efficiently, blocking solid waste and toxic material deployment can be evaluated.

Product life cycle includes six phases which are obtaining raw materials of products, production, application to structure, using the product, and recycling or destruction, respectively. In this research, after determining sustainable environmental criteria, product life cycle phases were analyzed in terms of those criteria. Product interaction with environment at each of product life cycle phases is important for the purpose of checking whether product is suitable for sustainable environment or not while choosing a product. In terms of environmental sustainability, a product that has risk in any of product life cycle phases is evaluated whether that risk is achieved or not. If the result is negative, that product has not been included in choosing process.

Consequently, together with this research, environmental criteria have been added to product choice steps. Conscious product choice results in decreasing problems which threaten environmental safety and healthy, and being formed more livable environment for future generation.

Key words: Sustainability, environment, sustainable environment, product life cycle, product choice.

1. GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Dünya nüfusunun hızla artışına paralel olarak insan gereksinimleri de artmaktadır. Bu gereksinimlerin karşılanmasında doğaya bir müdahale söz konusudur. Var olan fosil yakıtlar, madenler, toprak, temiz hava, su gibi birçok doğal kaynak zamanla tükenmekte ve gelecek kuşaklar için tehlike oluşmaktadır. Canlı ve cansız varlıkların oluşturduğu dünya, gün geçtikçe kirlenmekte ve dengesi bozulmaktadır.

Nüfus artışı beraberinde yapı gereksiniminin artmasına ve yapı sektörünün de hızlı bir şekilde büyümesine neden olmuştur. Yapı sektörü bir yandan insanlar tarafından yaratılan sabit sermayenin önemli bir bölümünün yaratıcısı konumundayken, diğer yandan malzeme üreticisi sektörlerle birlikte doğayı en çok kirlüten sektörlerin başında gelmektedir (Spence & Mulligan, 1995). Yapı, dolayısıyla yapı ürünleri; hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçlerden oluşan bir döngü boyunca çevre ile doğrudan ya da dolaylı bir etkileşim içerisinde. Yapı ürünleri yaşam döngüleri boyunca çevre üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir.

Çevre ve yapı ürünleri ile ilişkisi ele alındığında, tasarımlar gerçekleştirilirken kullanılan yapı ürünlerinin seçiminde bilinçli davranılmaması sorunuyla karşılaşmaktadır. Ürünler yaşam döngüleri boyunca çevreye zararlı atıklar yayması, hammadde, hava, toprak, su, enerji vb. doğal kaynakların giderek azalması gibi olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Ürün seçimi, bu sürdürülebilir çevre ölçütleri göz ardı edilerek yapılmaktadır. Seçim işleminde var olan sistematikte, üründen beklenen niteliklerin yanı sıra sürdürülebilir çevreye uygunluğu dahil edilmemiştir. Seçim işlemine çevre değerlerinin katılmaması, ürün seçiminin bu değerler de dikkat alınarak gerçekleştirilmemesi önemli bir sorundur. Gelecek kuşaklara daha yaşanabilir ortam bırakmak, çevrenin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından ürünlerin yaşam döngülerinde çevresel etkilerini incelemek gerekmektedir. Ürünlerin yaşam döngülerinin sürdürülebilir çevre ölçütleri doğrultusunda değerlendirilip bir ön eleme işleminden sonra bilinçli seçim gerçekleştirilebilir.

1.2 Amaç

Çalışmanın amacı, doğal çevrenin insan yaşamı için önemini vurgulayarak, doğal çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında karşılaşılan sorunlardan biri olan bilinçsiz ürün seçimi işlemine yeni bir yöntem ile çözüm önerisi getirmektir.

1.3 Önem

Endüstri Devrimi sonucu toplumsal ve ekonomik yapının değişmesi, yapı ürünlerinin niteliklerini ve kullanıcı gereksinmelerini etkilemiştir. Bu durum, ürün kararı verecek olan tasarımcının sorumluluklarını artırmıştır. Yapı ürünü seçiminde yanlış karar verilmesi ile öncelikle doğal ve yapma çevre; dolayısıyla insan sağlığı, ayrıca ülke ekonomisi de zarar görecektir.

Çalışma, yapı ürünlerinin seçiminde çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Ürünlerin yaşam döngüsünde çevreye etkileri incelenerek bilinçli seçimi ile çevrenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunacaktır.

Yapılan bu çalışma ile azalan doğal kaynakların bilinçli kullanımının sağlanması, çevre sorunlarının azalması ve tasarımcıların yapılarında kullanacakları ürünleri yaşam döngülerini değerlendirerek seçmesi hedeflenmektedir.

1.4 Varsayım

Ürün seçim işlemine sürdürülebilir çevre değerlerinin katılmasıyla çevrenin olumsuz etkilenmesinin azalacağı ve böyle bir yöntemin varlığının sorunu çözmeye katkıda bulunacağı varsayılmaktadır.

1.5 Kapsam

Çalışma, çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması, yapı ürünü yaşam döngülerinin sürdürülebilir çevre ölçütleri doğrultusunda incelenmesi, ürün seçiminde bu ölçütlerin değerlendirilmesi kapsamında ele alınmıştır. Sürdürülebilir çevre ölçütleri insan sağlığı, doğal kaynak kullanımı, çevresel kirlilik ve atıklar, enerji kullanımı alt başlıklarından oluşmaktadır. İnsan sağlığı çalışmanın kapsamına dahil edilmemiştir. Yapı ürünleri yaşam döngüsü evrelerinin diğer üç sürdürülebilir çevre ölçütü açısından incelenmesi sonrasında seçim gerçekleştirilmiştir.

1.6 Yöntem

Ürün seçiminde günümüzde birçok yöntem uygulanmaktadır. Bu çalışmada ürün seçiminde çevrenin sürdürülebilirliği ölçüt alınmıştır. Mimar ve tasarımcıların ürünlerin yaşam döngüleri boyunca çevreye etkilerini inceleyerek, çevrenin sürdürülebilirliği açısından çevreye en az düzeyde zarar veren yapı ürünlerini yapılarında kullanmaları konusu vurgulanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, literatür taraması ve analizi sonucu sürdürülebilirlik ve çevre tanımları yapılarak sürdürülebilir çevre ölçütleri oluşturulmuştur.

Üçüncü bölümde, yaşam döngüsünün genel tanımı üzerinde durulmuş ve yapı ürünleri yaşam döngü şeması literatür taraması ve analizi sonrasında açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, oluşturulan sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından yapı ürünlerinin yaşam döngüsünün her aşamasının çevreyle ilişkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Beşinci bölümde ürün seçimi gerçekleştirilmiştir. A. Balanlı'nın daha önce yapılmış çalışmalardan uyarlayarak geliştirdiği ürün seçim yönteminde izlenen adımlara sürdürülebilir çevre ölçütleri de eklenmiştir. Sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından yaşam döngüsü incelenen ürünler, olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Çevrenin sürdürülebilirliğine olumsuz etkisi olan ürünler elenmiş, ürün bilgi tabloları düzenlenerek seçim tamamlanmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve ÇEVRE

2.1 Sürdürülebilirlik

Sanayi Devrimi'nden sonra kırdan kente göçler ve aşırı nüfus artışı paralelinde ortaya çıkan çarpık kentleşme olgusu, doğal değerlerin bozulmasına, yaşam kalitesinin düşmesine neden olmuştur. Teknoloji ve sanayideki gelişmeler, bilinçsiz yapılaşma ve doğal kaynakların tüketimi gelecek açısından 21. yüzyılın başında tehlike haline gelmeye başlamıştır. Sürdürülebilirlik, bu bağlamda toplumsal, ekonomik ve çevresel gereksinimlerin gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanmasını hedefleyen bir dünya görüşü olarak ortaya çıkmıştır (Oktay, 2007).

Türk Dil Derneği'nin Türkçe Sözlüğü'nde "sürdürmek", "bir durumun, bir şeyin sürmesini, olmasını sağlamak" olarak, "sürdürülmek" ise "sürdürmek eyleminin yapılması" şeklinde tanımlanmaktadır [4]. 1970'lerden günümüze sürdürülebilirlik kavramı ile ilgili bazı tanımlar aşağıda verilmiştir.

- "Sürdürülebilirlik, bugünün gereksinimlerinin, gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini giderme yetisini tehlikeye atmadan karşılama becerisidir". (WCED, 1987)
- "Sürdürülebilirlik, güncel ihtiyaçları gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarına zarar vermeden karşılamaktır." (McDonough, 1992)
- "Sürdürülebilirlik: Çevrenin korunması konusunda, tüm toplumların, zenginler ve fakirlerin uyum içinde olacağı, sosyal ve ekonomik eylemler için yeni bir yaklaşım ve yeni bir yaşam biçimidir." (Kato, 1994)
- "Sürdürülebilirlik; bir toplumun, ekosistemin ya da sürekliliği olan herhangi bir sistemin işlevini kesintisiz, bozulmadan, çürümesine meydan vermeden, aşırı kullanımla tüketmeden ya da hayati bağı olan ana kaynaklara aşırı yüklenmeden varlığını devam ettirmesini sağlamaktır." (Karaman, 1995)
- Brutland Raporunu hazırlayan Birleşmiş Milletlerin (BM) oluşturduğu komisyonda sürdürülebilirlik kavramı, "Şimdiki nesillerin ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan karşılanmasına olanak veren büyüme politikaları" şeklinde tanımlanmıştır (Field, 1997).
- Brutland Komisyonu'nun bu çalışmada sürdürülebilirlik üzerine yaptığı başka bir tanım ise, "Ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin, gelecek kuşakların

yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanması” (Cook, 2000) şeklindedir.

- “Sürdürülebilirlik, çevre hareketi içinde ortaya çıkan oldukça yaygın olarak kabul gören ve içeriği siyasal süreç içinde, sürekli olarak yeniden belirlenmeye çalışılan bir ahlak ilkesidir.” (Tekeli, 2001)
- “Sürdürülebilirlik, hedefine ulaşmada en önemli etmen, geleneksel kent ve mimaride bir tasarım felsefesi olan doğa ile ilişkinin, biçimsel benzetmelerin kolaylığına kaçmadan, yeniden kazanılmasıdır.” (Oktay, 2002)
- “Sürdürülebilirlik, tüm sektörlerde gerçekleşmesi gereken ve yaşamın gereği olarak birçok yönlendirici ilke ve hedefler bütünü olarak ifade edilmektedir.” (Beyhan, 2004)
- İncedayı’ ya göre sürdürülebilirlik; toplum ile mesleğin bütünleşme aracı olarak; kültürel değerlerin ve geleneğin devam ettirilerek, tasarımda kullanıcının etkin kılınması amacıyla ve farklı disiplin ve bilim alanlarının iletişimini geliştirmek şeklinde yorumlanabilir (İncedayı, 2004).

Tanımlardan anlaşıldığı gibi, sürdürülebilirlik açıklanırken öncelikle “neyin sürdürülebilirliği?” sorusuna yanıt getirmek gerekmektedir. Çalışmada çevrenin sürdürülebilirliği değerlendirileceği için, sürdürülebilirlik yaklaşımının temel amacı, bir toplumun, ekosistemin sürekliliğini sağlamak ve canlılar için daha iyi yaşam koşulları oluşturmaktır. Çevrenin bozulma sürecini engellemek için gerekli önlemlerin neler olduğunun ortaya konması ve her alandaki insan eylemlerinin bu amaç doğrultusunda yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Buna göre sürdürülebilirlik kavramının iki hedefi üzerinde durulmaktadır.

- Bugünün gereksinimlerini sağlamak,
- Geleceğin gereksinimlerini sağlamayı garanti edecek şekilde çevreden yararlanmak (Beyhan, 2004).

Sürdürülebilirlik, gelişmiş ülkelerde, artık kentsel planlama / tasarım ve mimarlık dünyasının gündeminde vazgeçilmez bir öğedir. Her gün bir yenisine tanık olunan çeşitli ölçeklerde proje yarışmaları, çeşitli tasarım davetleri, araştırma projeleri ve bilimsel toplantılar gün geçtikçe sürdürülebilirliği ve ekolojik ya da çevre duyarlı yaklaşımı vurgulayan içerikleri daha yoğun sergilemektedir (Oktay, 2002).

Avrupa Mimarlık Konseyi (ACE) Genel Kurulu’nda Nisan 2002’de kabul edilen ve sürdürülebilir mimarlık çalışma kolu üyeleri Livia Tirone ve Owen Lewis tarafından

hazırlanan raporda, mimarların rolü üzerinde durulmuş, mimarlığı daha sürdürülebilir ve daha çevreye dönük hale getirmek amaçlanmıştır (Ciravoğlu, 2008).

2.2 Çevre İle İlgili Tanımlar

Genel olarak çevre; canlı toplumları (biyotik faktörler; insan, hayvan, bitki) ile cansız varlıklar (abiyotik faktörler; iklim, yeryüzü şekli, anakara / toprak, su) ve diğer faktörlerin (yapay çevre öğeleri) oluşturduğu ortamdır (Tozar, 2006).

Ekolojik açıdan çevreyi canlı ve cansız varlıklar ile bunların kendi aralarındaki karşılıklı ilişkileri meydana getirmektedir. Bu açıdan çevre, peyzajı oluşturan varlıklar ve öğeler ile belirlenir. Çevrenin sınırları, yapısı ve niteliği kendini oluşturan etkenlerle şekillenir (Tozar, 2006).

Farklı kaynaklarda ‘çevre’ tanımları;

“... bir varlığı saran, onunla karşılıklı ilişki ve etkileşimde bulunan, bazı durumlarda değişken, karmaşık ve çok yönlü olabilen ortam ...” (Balanlı ve Öztürk, 2006),

“... insanın diğer insanlarla olan karşılıklı ilişkilerini, insanların bu ilişkiler sürecinde birbirlerini etkilemesini, insanın kendi dışında kalan tüm canlı varlıklarla, yani bitki ve hayvan türleriyle olan karşılıklı ilişkilerini ve etkileşimini, insanın canlılar dünyası dışında kalan, ama canlıların yaşamlarını sürdürdükleri ortamdaki tüm cansızlarla, yani hava, su, toprak, yeraltı zenginlikleri ve iklimle olan karşılıklı ilişkilerini ve bu ilişkiler çerçevesindeki etkileşimi ...” (Keleş ve Hamamcı, 2005),

“... insan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da uzunca bir süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamı ...” (Keleş ve Hamamcı, 2005),

“... canlının hareket kabiliyetinin olduğu yerler olarak ifade edilirken geniş anlamda ise, canlının dolaylı veya dolaysız olarak etkilendiği veya etkilediği alan ...” (Özey, 2001),

“... canlıların yaşayıp gelişmesini sağlayan ve onları sürekli olarak etkileri altında bulunduran fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin bütünlüğü ...” (Çepel, 1992),

“... canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam ...” (T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2003).

Canlı Çevre:

Yaşayan tüm organizmaların yaşamları içindeki ilişkilerini kapsayan ortam olarak tanımlanan ‘canlı çevre’; insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmalar olarak dört grup altında toplanabilir (Balanlı ve Öztürk, 2006).

Cansız Çevre:

Katı, sıvı, gaz durumunda olabilen cansız varlıkların oluşturduğu ve içinde canlıların yaşamlarının geçtiği ortama ‘cansız çevre’ denir. Cansız çevre, doğal ve yapma çevre olarak iki başlık altında ele alınır (Balanlı ve Öztürk, 2006).

Doğal Çevre:

“Kendiliğinden var olan ve sürekli değişim gösteren, tüm evreni oluşturan canlı ve cansız varlıklar bütünüdür” (Balanlı ve Öztürk, 2006). Doğal çevre, yeryüzünün fiziki özelliklerini oluşturur. Bunlar yeryüzü şekilleri (dağlar, ovalar, vadiler), iklim (sıcaklık, nem, yağış, iklim tipleri ve iklim bölgeleri), hidrografya (yeraltı su kaynakları, akarsular, göller, denizler ve okyanuslar), toprak ve bitki örtüsüdür (Özey, 2001).

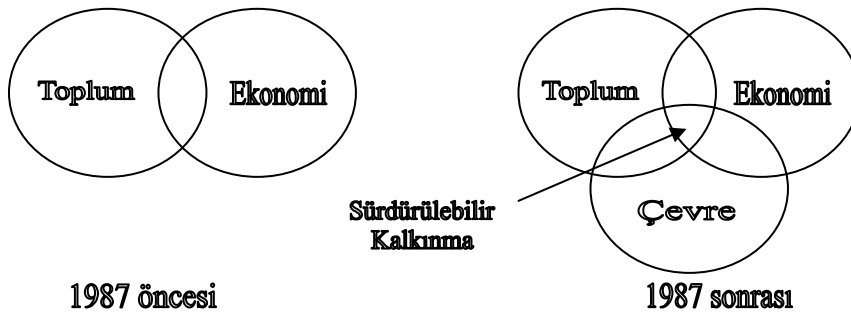
Yapma Çevre:

Yapma çevre, insanın bilgi ve kültür birikimine dayalı olarak, doğal çevresinde bulunduğu, yeraltı ve yerüstü zenginliklerini kullanarak yaratmış olduğu çevredir. Yapma çevrenin temel özelliği tümüyle insan elinden çıkmış olmasıdır (Keleş ve Hamamcı, 2005). Tarım alanları, barajlar, ağaçlandırma alanları, yerleşmeler örnek olarak gösterilebilir. Yapma çevreler oluşturulurken de sürdürülebilirliğin dikkate alınması gerekir.

Canlılar doğaları gereği yaşadıkları çevre ile sürekli etkileşim halinde bulunur. Bu etkileşim sonucunda insan ve doğa bir denge içerisinde olur. Yapı bir yapma çevredir ve yapının çevrelerle ilişkisi Şekil 2.1’de gösterilmektedir. Yapı, dolayısıyla yapı ürünleri iç ve dış çevre ile etkileşim halindedir.

Çevresel sorunların gün geçtikçe artışı karşısında, insanlığın çözüm yolu olarak çevresel gelişme ile ekonomik kalkınma arasındaki yaşamsal bağın kurulması ve gelişmenin “sürdürülebilir” olması üzerinde durulmaktadır (Koçhan, 2002).

Dünya gelişiminin temel ilkesi Şekil 2.2’de iki dönem adı altında gösterilmektedir. 1987 ve öncesi dönemde “toplum-ekonomi” ilişkisinden oluşan dünya gelişiminin temel ilkesi, günümüzde değişime uğramıştır. 1987 sonrasında ilkeye “çevre” etkeni üçüncü bir girdi olmuştur. Toplum, ekonomi ve çevre ortak paydasında sürdürülebilir kalkınmanın yer aldığı yeni bir temel ilke gelişmiştir. Artık günümüzde çevre ve sürdürülebilirlik ilişkisi önemli bir boyut kazanmıştır.



Şekil 2.2 Dünya gelişiminin değişen gündemi (Edwards, 2001)

Toplumun ve medyanın ekolojiye olan ilgisinin artması 1960’lı yıllara rastlamaktadır. Bu dönemlerde toplumun ekosisteme ve çevrenin sürdürülebilirliğine karşı duyarlılık gösterilmesiyle çeşitli toplumsal hareketlere girişilmiştir. Doğanın haklarını savunmak, canlıların yaşam kalitelerini yükseltmek ve ‘çevre’ yi korumak için çalışmalar başlatılmıştır. Çevresel yönetim konusunda dünyada uygulanmaya başlayan yöntemler arasında çevreye duyarlı ürün tasarımı, sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Çünkü ürünün tasarımı aşamasında verilen kararlar, kaynak kullanımı ve atık yönetimi gibi çevresel etkenleri yakından ilgilendirmektedir (Süel, 2003).

15. yy’dan günümüze kadar geçen zaman diliminde doğal çevrenin sürdürülebilirliği konusunda uluslararası çalışmaların önemli bir boyut kazandığı ve yeni çevre politikalarının üretildiği gözlemlenmektedir. 1970’lerde Enerji Harekatı, 1980’lerde Yeşil Tasarım, 1990’larda Eko Tasarım, bugün ise gündemde Sürdürülebilir Tasarım yer almaktadır (Ciravoğlu, 2006). Bu çevreci yaklaşımların çeşitli çalışmalarla tüm dünya için önemini vurgulamak amacıyla gerçekleştirilen önemli çevreci politikaların tarihsel gelişimi ve içerikleri Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Çevreci politikaların tarihsel gelişimi (Ciravoğlu, 2006)

Politikalar	Tarih	İçerik
Öğrenci Hareketi	1968	Sosyal devlet anlayışının gelişmesi, toplumsal, kültürel ve ekonomik olanakların çoğalmasına neden olmuştur.
Yeşiller Partisi	1974	Fransa'da kurulmuştur.
Brundtland Raporu	1987	BM Genel Kurulu'na Sürdürülebilir Kalkınma Raporu sunulmuştur.
Rio Dünya Çevre Kalkınma Zirvesi	1992	Gündem 21 oluşturulmuştur.
Sosyal Ekoloji Partisi	2000	Fransa'da kurulmuştur.
Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi	2002	Kaybedilen 10 yılın bilançosu yapılmıştır.

1972 yılında Stockholm'de yapılan 1. Dünya Çevre Konferansı Raporu'nda yer verilen "eko-gelişme" kavramı çerçevesindeki tartışmalara bağlı olarak sürdürülebilirlik kavramı da gelişmekle birlikte, insan-yaşam ortamı sorgulamasının çok daha önceki dönemlere gittiği bilinmektedir. Bazı ekologlar, "çevre-merkezci"(eco-centric) yaklaşımların, ilk insan topluluklarının doğa ile ilişkileri sonucu başladığını söylemektedir (İncedayı, 2004).

Çevre ve kalkınma konusunda çalışmalarını sürdüren ve uluslararası bir kuruluş olan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) 1987 yılında Brundtland Raporu (Ortak Geleceğimiz olarak da bilinen) sonucunda sürdürülebilir kalkınma konusunu "gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamaya engel olmadan bugün de yaşamımızı sürdürebilmemiz" (WCED, 1987) olarak tanımlamaktadır.

Brutland Raporundan sonra gerçekleşen en önemli gelişme, 1992 yılında Rio de Jenerio'da yapılan "Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı" dır. Çevre ve Kalkınma (Environment and Development) konulu Rio Konferansı sonunda ortaya çıkan beş dokümandan en önemlisi olan Gündem 21, BM'nin dünya çapında sürdürülebilir gelişmeyi sağlamak için uygulanmasını öngördüğü kararlar bütünüdür (Keating, 1992). Zirvede, çevresel değerleri koruma politikasının temel ilkeleri belirlenmiş, ülkelere çevre politikalarının oluşturulmasında rehberlik edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bir ülke sınırları içindeki etkinliklerin diğer ülkelerin çevresel değerlerine zarar vermeyeceği garantisi verilirken, diğer taraftan doğanın korunmasının bir parçası olacağı ve geri kalmış ülkelerin öncelik kazanacağı belirtilmiştir (Tozar, 2006).

Birleşmiş Milletler Dünya Zirvesi, üç E-enerji, çevre (environment) ve ekolojinin getirmiş

olduğu zorunlulukların ortaklaşa ele alınması gereksinimini resmileştirmiştir. 1992 Dünya Zirvesi'ndeki (Rio) başlıca çevresel anlaşmalar;

Enerji: Küresel ısınma. Gelecekteki enerji kaynakları.

Ekoloji: Biyoçeşitlilik. Yağmur ormanları.

Çevre: Su kaynakları. Arazi, çiftçilik ve madencilik. Hava kalitesi (Edwards, 2007).

Uluslararası çalışmaların sürdürülebilirlik ve çevre üzerinde yoğunlaştığı temel konular, insanlığı doğrudan etkileyen somut nitelikli çevre sorunlarıdır. Çevre korumacılığın yönelimini belirleyen temel dayanaklar; doğal kaynakların hızla tüketilmesi, hızlı bir nüfus artışı olması ve bunun yiyecek kıtlığı sorununu doğurması, türlerin neslinin tükenmesi, ormanların ve orman canlılarının yok edilişi, havanın ve suyun sürekli daha fazla kirletilmesi gibi sorunlardır (Lamborg, 2001). Dolayısıyla, bu tür sorunlara yönelik çözümler, insan sağlığında meydana gelen zararların en aza indirilmesini amaçlayan yenilikler oluşturmaktır. Bu konuda çevre bilinci kazandırıcı teknik bilginin ve teknolojinin geliştirilmesi ile mühendislik yaklaşımlarına önem verilmesi, çevre korumaya yönelik yönetim politikalarının benimsenmesi (çevre yönetimi, çevre standartları, nüfus planlaması) yapılacak çalışmalardan bazılarıdır (Mutlu, 2005).

2.4 Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri

Yeryüzünde yaşayan tüm canlılar çevre ile ilişki halinde bulunurlar. Canlıların çevreleriyle ilişkileri ekolojik döngünün sonucudur. Bu döngülerdeki aksaklıklar ise çevre sorunlarının kaynağını oluşturmaktadır.

Hava, su, toprak üzerinde olumsuz etkiler oluşması ile ortaya çıkan ve canlıların yaşamsal eylemlerini olumsuz yönde etkileyen sorunlara “çevre kirliliği” denir (Ayaz, 2002). Küresel ısınma, bilinçsiz kaynak tüketimi, neden olunan asit yağmurları gibi çevre sorunlarının artması sonucu ekolojik denge bozulmakta ve sürdürülebilirlik açısından çevre olumsuz etkilemektedir. Bu çevresel etkilerin oransal dağılımı Şekil 2.3’de gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Çevresel etkilerin oransal dağılımı (Zhang ve diğerleri, 2006)

Ekolojik sorunların bir kısmı yapı sektöründen kaynaklanmaktadır. Dünya genelinde, tüketilen enerjinin %50'si, suyun %42'si yapının üretim ve kullanım süreçlerinde tüketilir. Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü yapılarla ilgili çeşitli etkinlikler sonucu oluşmaktadır (Eryıldız, 2003). Bu nedenle yapılaşmada sürdürülebilirliğe doğru yönelme, çevre sorunlarına verilen çağdaş yanıtlardan biri olarak algılanabilir.

Sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından yapılar genel olarak,

- Hammadde, enerji, su gibi doğal kaynakları etkin kullanan, gereksiz tüketmeyen,
- İnsan ve çevreye zararlı emisyon ve katı atıkları az üreten yapılardır (Esin, 2006).

Mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramı düşünüldüğünde, yapıların yaşam döngüleri boyunca çevresel değerlere en az zarar vermesi, ekosistem ve doğal döngüleri bozmaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla çevreyi kirletmeyecek, doğaya uyumlu, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan yapı tasarımlarıyla çevresel sorunlar ve çevre kirliliği azaltılabilir. Yapıların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltacak çözümler üretilmesiyle sürdürülebilirliğe doğru yaklaşılmaktadır.

Bu açıklamalar doğrultusunda, çalışmada sürdürülebilir çevre ölçütleri,

- Doğal kaynakların kullanımı
- Çevresel atıklar ve kirlilik
- Enerji kullanımı

şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu üç ana başlık altında yer alan sürdürülebilir çevre ölçütleri ayrıntılı olarak Çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2 Sürdürülebilir çevre ölçütleri

Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri		
Doğal Kaynak Kullanımı	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	Enerji Kullanımı
Yenilenemeyen kaynak kullanımını azaltmak	Ozon tabakasına zarar veren gaz oluşumunu azaltmak	Yenilenemeyen kaynak kullanımını azaltmak
Doğal kaynakların sürekliliğini sağlamak	Havaya, suya, toprağa toksik madde yayılımını engellemek	Enerji etkin yapılar tasarlamak
Yapıların küresel ısınmaya olumsuz etkilerini azaltmak	Asitlenme ve asit yayılımını azaltmak	Yapıların küresel ısınmaya olumsuz etkilerini azaltmak
Ürünlerin geri dönüşümlü olmasını sağlamak	Ürünlerin geri dönüşümlü olmasını sağlamak	Güneş, su ve rüzgar enerjisinden yararlanmak
Birbirinin işine yarayacak üretimler yapmak	Birbirinin işine yarayacak üretimler yapmak	Birbirinin işine yarayacak üretimler yapmak
Doğal kaynak olan suyu etkin ve kirlilemeden kullanmak		

Kentsel yaşam kalitesinin artırılması, kent ekolojisinin, kimliğinin ve mirasının sürdürülebilirliği ile sağlanabilmektedir (Oktay, 2007). Çevre kalitesinin gelecek kuşaklara taşınabilmesi ve sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulabilmesi için sürdürülebilirlik kavramında yapı ve yapı ürünleri önem kazanmaktadır.

Sürdürülebilir yapı, çevreye dost yapı ürünleri kullanılarak oluşturulur. 1993 yılındaki Dünya Mimarlar Birliği genel kurulunda alınan “Sürdürülebilir bir gelecek için bağımlılık kararları” bildirisinde yer aldığı üzere, “Sürdürülebilir yapı tasarımı ve üretiminde kaynak ve enerjinin daha etkin kullanımının gözetilmesi, sağlıklı, işlevsel ve dayanıklı yapılar ve yapı malzemelerinin üretimi, ekolojik ve toplumsal kriterlere uygun arazi kullanımı ve esin veren estetik duyarlılık” amaçlanmaktadır (Eryıldız, 2003).

Sürdürülebilir mimaride, yapının işleyişini doğru çözmek, çevreye verebileceği olumsuzlukları giderecek çözümler sunmak, uzun ömürlü olmasını sağlamak, doğal malzemelerin kullanıldığı, çevreye uyumlu, zararsız teknolojileri seçmek önemli ilkedir. Sürdürülebilirliğin hedefi, yapma ve doğal çevrenin korunumunu, aynı zamanda kaynakların sürekliliğini sağlamaktır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yapı ürünleri ve yaşam döngüsünün genel tanımı yapılacak, dördüncü bölümde ise yapı ürünleri, elde edilen sürdürülebilirlik çevre ölçütleri açısından yaşam döngüsünün her evresinde ayrıntılı incelenecektir.

3. YAPI ÜRÜNÜ ve YAŞAM DÖNGÜSÜ

3.1 Yapı Ürünlerinin Tanımı

“Yapı ürünleri, yapının fiziksel / maddesel boyutunu oluşturur. Doğada her amaca uygun gereç bulunmaz ve çoğu kez gereç doğadaki biçimi ile yapıya girmez. Yapay süreçlerle çeşitli işlemlerden geçirilen doğal kaynaklar, amaca uygun ve birbirine göre daha çok bitirilmiş yapı ürünlerine dönüştürülür.” (Balanlı, 1997)

Yapı ürünleri:

- a. Yapı gereci; doğal taşlar, metaller, lifler, boyalar, harçlar, cam, plastik vb.
- b. Yapı parçası; kiremit, boru, levha, kablo, profil vb.
- c. Yapı bileşeni; sömel, duvar gövdesi, pencere, kolon, kiriş, anahtar, asansör vb.
- d. Yapı ögesi; duvar, döşeme, çatı, merdiven vb.
- e. Yapı birimi; banyo, mutfak, odalar, sınıflar vb.

olarak beş bölüme ayrılarak incelenmektedir (Balanlı, 1997).

Yapı ürünleri 19. yüzyıl öncesinde fiziksel ve kimyasal özellikleri fazla incelenmeden deneyimler doğrultusunda üretilirken, 19. yüzyıl sonlarında üretime teknik bilgilerin eklenmesiyle daha verimli ve nitelikli olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. CE kapsamında yapı ürünleri, ana koşullara uygun olarak gerçekleştirilen, yapım işlerinde kullanılan ürünler olarak belirtilmektedir. CE işareti ‘Avrupa Normlarına Uygunluk’ anlamına gelen Fransızca ‘Conformité Européenne’ sözcüklerinin baş harflerinden oluşmaktadır. CE işaretine sahip ürün kaliteli olduğunu değil amacına uygun kullanıldığında çevreye zarar vermeyen, canlıların sağlığını ve güvenliğini bozmayan ürün olduğunu göstermektedir (Dilaver, 2005).

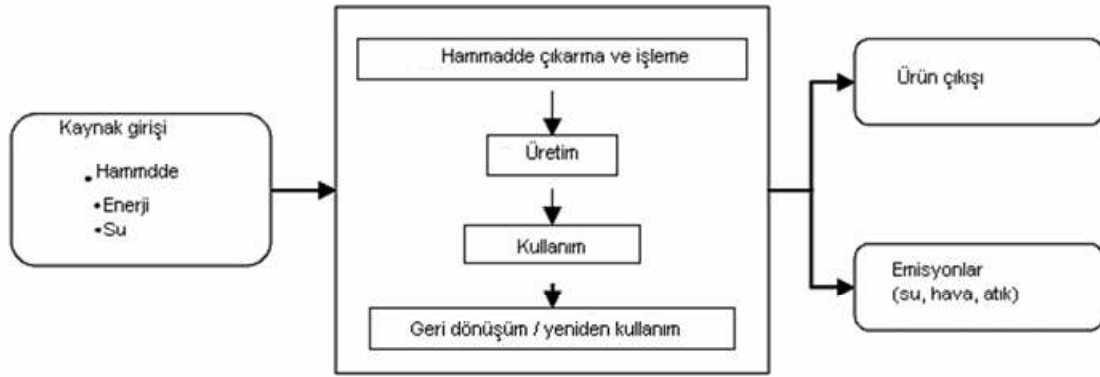
3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD); “ürünlerin, üretimlerin, servislerin doğal çevreye etkilerini anlamak ve aza indirmek için malzeme ve enerji akışlarını, hammadde ediniminden, atık olana ya da geri dönüşüme kazandırılmasına kadarki süreçte nitelendirmekte kullanılan bir araçtır.” (Özçuhadar, 2007)

Yaşam döngüsü, çevresel etki ile yakından ilişkilidir. YDD, ürünün yaşam döngüsünde neden

olduğu potansiyel çevresel etkilerin girdi ve çıktılarının değerlendirilmesi ve birleştirilmesidir. Bu durum, ürünün çevresel etkilerinin öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Mora, 2007).

Şekil 3.1’de kaynak girişinden ürün çıkışına kadar süreyi kapsayan yaşam döngüsü şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Yaşam döngüsü (Sievers ve diğerleri, 2006)

Sievers ve arkadaşlarının oluşturduğu bu yaşam döngüsü şemasında bazı süreçler yer almamaktadır. Çalışmada, ürün yaşam döngüsü akışında, ürünün üretimi ile kullanımı evreleri arasında ürünün yapıya uygulanması aşaması oluşturulacaktır. Kullanım sonucu geri dönüşüm ve yeniden kullanım evresinin yanı sıra yok edilme evresine de yer verilecektir.

“YDD ile;

- Doğal kaynakların korunması,
- Çevresel kirliliğin önlenmesi,
- Çevresel eşitliğin sağlanması,
- Çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin gelişmesi,
- Çevre yönetim sistemlerinde çevresel performans değerlendirmesinin gelişmesi,
- Çevreye duyarlı ürünlerin üretiminin sağlanması,
- Ürün gelişimi ve kullanımı sonucu oluşan çevresel etkilerin azaltılması

amaçlanmaktadır” (Taygun, 2005).

YDD'nin Ortaya Çıkışı

Bilim adamları 1960'lerde fosil yakıtların büyük bir hızla tüketilmesinden duydukları kaygı sonucunda enerji tüketiminin etkilerini anlamak için YDD'nin ilk çıkışı sayılabilecek bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Artan dünya nüfusunun hammadde ve enerji kullanımındaki etkilerini, fosil yakıtlarının hızla tükenmesiyle neden olacağı iklim değişikliklerini modellemelerle önceden bilmeye başlamışlardır. Yapılan enerji analizleri genişletilerek 1970'lerde Kaynak ve Çevresel Profil Analizi (Resource and Environmental Profile Analysis –REPA) adlı bir yaklaşıma dönüştürülmüştür (Özçuhadar, 2007).

Modern YDD metodolojisi standartları 1990'lerde geliştirilmiştir. Uluslararası bir standart için ilk girişim, The Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC 1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. YDD' yi yalnızca enerji ve malzeme akışını nitelendirmekten daha öteye taşıyan SETAC, onun geniş kapsamlı bir karar verme aracı olarak önünü açmıştır (Özçuhadar, 2007).

3.3 Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Ürün Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi; “ürünlerin hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve ürünün kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngü boyunca oluşmuş ve olası çevre etkilerinin değerlendirilmesidir.” YDD' nin ilkesi; ürünlerin çevreye olan zararlı etkilerini azaltmak ve çevreye en az düzeyde zarar veren ürünlerin seçilmesini sağlamaktır (Taygun, 2005).

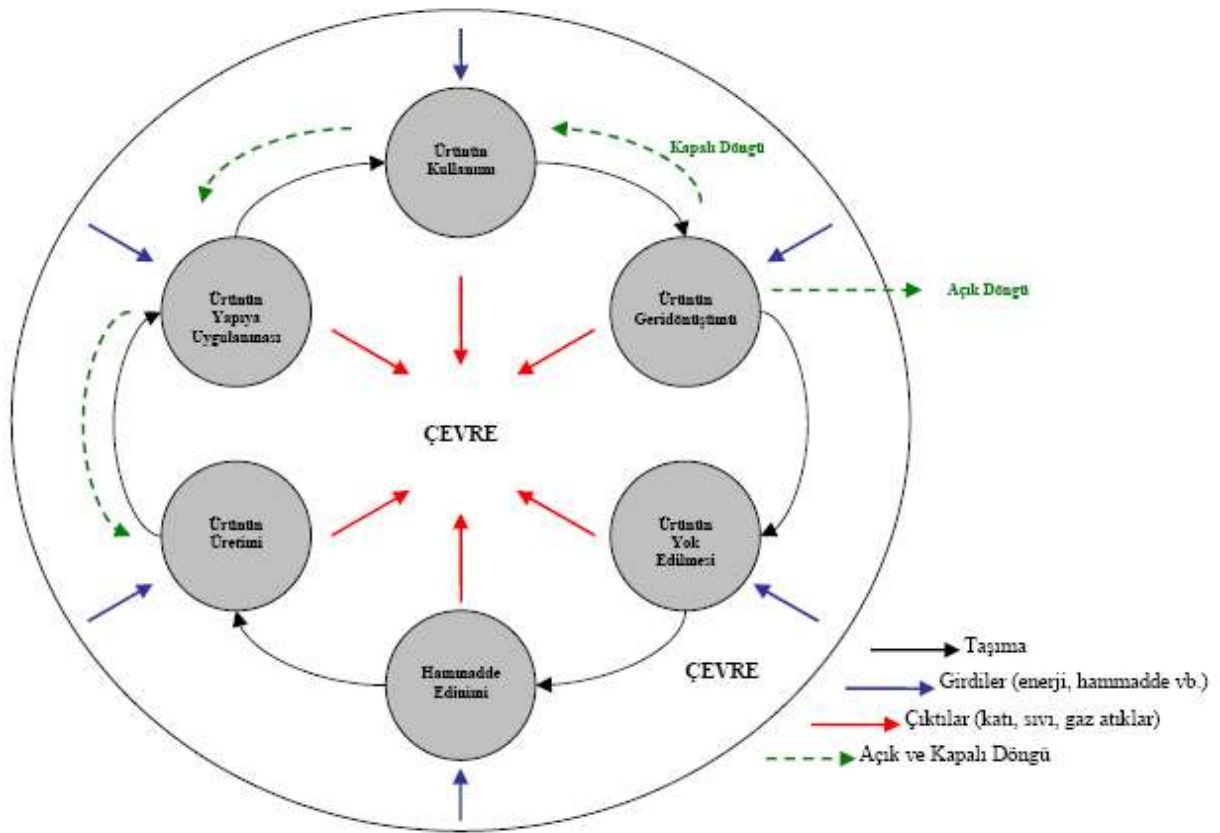
Bir ürünün yaşam döngüsü süreçleri,

- Hammaddenin elde edilmesi, taşınması,
- Ürünün üretimi, paketlenmesi ve dağıtımı,
- Ürünün yapıya uygulanması,
- Ürünün kullanımı, bakımı ve onarımı, kullanımının yinelenmesi,
- Ürünün yeniden kullanım ve geri dönüşümü,
- Ürünün yok edilmesi

dir. Ayrıca her süreç arasında gerçekleşen taşıma da döngü kapsamında yer almaktadır (Taygun, 2005; Onat,2004).

Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü, birbirini izleyen ve birbiri ile ilişkili olan süreçler bütünüdür. Döngünün her evresi Şekil 3.2'de de gösterildiği gibi çevreyle etkileşim halindedir ve döngüde kapalı- açık kavramları bulunmaktadır.

Kapalı döngü; kullanımı sona eren ürünün, aynı ürünün üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesidir. Açık döngü ise; ürünün, farklı bir ürün üretiminde kullanılmak üzere geri dönüştürülmesidir (Taygun, 2005).



Şekil 3.2 Bir ürünün yaşam döngüsü süreçleri, süreçlerin birbirleri ve çevre ile ilişkileri
(Taygun, 2005)

Tasarım ve inşaat sürecinde doğal çevre dikkate alınarak yapı ürünlerinin bilinçli seçimi ve kullanımı ile çevreye daha az zararlı yapıların üretilmesi mümkündür. Bu, aşağıdaki üç aşama dikkate alınarak gerçekleştirilebilir (Şentürk ve Çelebi, 2006).

- Bir ürünün yaşam döngüsünde yer alan, hammadde çıkarımı, taşıma, üretim, kullanım ve yok etme aşamalarının her birinden çevrenin ne derece etkilendiği,
- Belirli bir ürünü seçmenin ekosisteme etkileri (sonuçlar),
- Yapı tasarımında bir yapı ürününün diğerine tercih edilmesinde çevrenin kazançları ve kayıplarının neler olabileceği.

Günümüzde YDD, bu çalışmaların saptanması için uygun yöntem olarak bilinmektedir (Şentürk ve Çelebi, 2006).

YDD ile, bir yapının ömrü boyunca meydana gelen ekolojik etkiler konusunda daha ayrıntılı bilgi edinilir. Ürünün her süreçte çevreyle ilişkisinin incelenmesi, karar almada önemli etkindir. YDD, bunu tasarım aşamasında kolay anlaşılabilir bir çerçevede belirtir (Edwards, 2007).

Hammadde Edinimi

Topraktan hammaddenin ve enerji kaynaklarının çıkarılması ve hammaddenin çıkarıldığı noktadan işleme noktasına ulaşımı işlemlerini kapsar. Hammadde edinimi sürecinde; enerji, işgücü, anamal tüketilmektedir. Süreç sonunda hava emisyonları, sıvı ve katı atıklar oluşabilmektedir (Taygun ve Balanlı, 2005).

Hammaddenin elde edilişi sırasında çevre üzerinde az ya da çok olumsuz bir etki oluşmakta ve doğa bundan zarar görebilmektedir. Çıkarma işleminde; topografyanın bozulması, yüzey toprağının zarar görmesi, coğrafik açıdan büyük çukurların oluşumu ile çevre etkilenmektedir. (Dilaver, 2005).

Çıkartılan hammaddenin işleneceği yere taşınması sırasında, (hammaddenin hazırlanması, yüklenmesi, çekilmesi ve boşaltılması) ulaşım şekli, tüketilen enerji miktarı ve türüne göre de bir çevresel etki oluşmaktadır.

Hammaddeye olan gereksinimin azaltılması ile doğal kaynaklar ve çevrenin zarar görmesi önlenabilir. Yenilenemeyen kaynaklar gelecek kuşaklara aktarılır, çevreye yayılan zararlı gazlar azalır.

Ürünün Üretimi

Doğadan elde edilen hammadde, üretim yerine taşındıktan sonra işlenmekte, paketlenmekte ve kullanım aşamasındaki yapı ürünü şeklini almaktadır.

Yapı ürünlerinin üretim sürecinde yine enerji, işgücü, anamal tüketilmekte ve araç, gereç ve hammaddeler kullanılmaktadır. Süreç sonunda ise, yapı ürünleri, hava emisyonları, katı ve sıvı atıklar oluşabilmektedir (Taygun ve Balanlı, 2005).

Çevrenin sürdürülebilirliği açısından yapı ürünlerinin üretimi için uygun alan seçilmeli, üretim alanında doğru ekipman bulundurulmalı, hammadde ve ürünler için boşaltma ve yükleme kolaylığı sağlanmalıdır. Ayrıca taşıma kolaylığı açısından üretim alanının, hammaddenin elde edildiği yere ve uygulama yerine olan uzaklığı göz önünde bulundurulmalıdır. Çevre, uzak bölgelerde üretilen bazı doğal ürünlerin kaynaktan uygulama yerine kadar taşınması ve paketlenmesi aşamalarında da kirlenebilmektedir.

Ürünün Yapıya Uygulanması

Yapı ürünleri çeşitli işlemlerden geçtikten ve üretim yerine taşındıktan sonra bir araya getirilerek yapı birimleri ve yapı oluşturulmaktadır. Ürünün yapıya uygulanmasında; işçilik, uygulama sırasında oluşan atık ve atıklar, uygulama aşamasının tamamlanması için geçen süre gibi etkenlere çevre sağlığı bakımından dikkat edilmelidir (Dilaver, 2005).

Her ürünün yapıya uygulanma aşaması birbirinden farklıdır. Uygulanma şekli yönetmelikler, standartlar gibi zorunluluklar doğrultusunda değişiklik gösterir. Yapı ürünleri zorunluluklarda belirtilen kurallara uygun olarak uygulanmalıdır. Çevrenin sürdürülebilirliği açısından tasarıma uygun ürün seçilmeli ya da ürün belirli tasarım için kullanılmalıdır.

Uygulama sırasında ekipmanların neden olduğu gürültü ve hava kirliliği önlenmeli, ürün kayıpları azaltılmalıdır. Oluşan her türlü atık için önlemler alınmalı ve iş ile işçi güvenliği sağlanmalıdır.

Ürünün Kullanımı, Bakımı ve Onarımı

Yapı ürünleri kullanımı, bakım ve onarımı sırasında, enerji tüketimi, iç ve dış ortama zararlı atık yayılımı gibi birçok çevresel etkiye neden olur. Ürünün enerji etkinliğinin düşük ya da yüksek olmasına bağlı olarak yapılarda kullanılan enerjinin miktarına, dolayısıyla çevre kirliliğine olumlu ya da olumsuz etkide bulunacaktır (Onat, 2004).

Yapı ürünlerinin kullanım süreci, ürün yaşam döngüsünde uzun zaman dilimine sahiptir. Ürünün kullanımı, bakım ve onarımı, zamanla yenilenmesi sırasında iç ve dış ortam havasına etkisi bulunmaktadır. Özellikle tasarım evresi yapının biçimlendiği evredir. Biçimin oluşması, uygun tasarım ve onu gerçekleştirecek ürünle doğrudan ilişkilidir (Balanlı, 1997). Bu bağlamda, seçenekler belirlenerek, değerlendirme ve karşılaştırma yapılarak ürün seçilmelidir.

Sanayi Devrimi'nden sonra teknolojinin ilerlemesi ve yapılaşmanın artması ile ürünlerin kullanımının çeşitlendiği tasarımlar ortaya çıkmıştır. Yapı ürünlerinin yönetmeliklerde yer alan maddelere uygun şekilde kullanımı gerekmektedir. Ürünlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve verimli kullanılabilmesi için bakım onarım işlemleri düzenli yapılmalıdır.

Çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında kullanılan ürünler konusunda Karabey'in, "sürdürülebilir bir çevreyi oluşturmak, yalnızca moda tavırları tekrarlayarak, cam – çelik kullanımı ile gerçekleştirilemiyor. İşin ve içinde bulunulan bağlamın sorgulanması ile özgün eko-çözümler bulunabileceğini görüyoruz" yönündeki açıklamasına göre sürdürülebilirliği

kapsamlı olarak ele almak gerekir. Seçilen ürünün yaşam döngüsünde çevreyle etkileşimi her yönden değerlendirilmelidir. Karabey'e göre cam – çelik kullanılarak oluşturulan bina, kendini havalandırır, ışığı denetler. Ancak bu cam cephenin yansıtma ile yaydığı ısı ve ışık çevrenin giderek ısınmasına neden olmaktadır (Karabey, 2002).

Ürünün Geri Dönüşümü

Yeniden kullanım, ek bir üretim işlemi gerektirmeden yeniden hayat bulan ürünler için kullanılır (örneğin yeniden kullanılan çelik profil). Geri dönüşüm, bir ürünün yeniden işlenerek aynı tür malzemelerden başka bir ürüne dönüştürülme sürecidir. Örneğin alüminyum ve bakıra sıklıkla geri dönüşüm süreci uygulanmaktadır. Yeni bakırın üçte ikisi, geri dönüştürülen eski bakırdan oluşmaktadır (Edwards, 2007).

Yapı ürünlerinin geri dönüşümü için farklı seçenekler bulunduğundan çevre için en uygun olanını seçmek gerekir. Ürününün öncelikle farklı ya da aynı işlevde yeniden kullanım olanağını araştırmak gerekir. Yeniden kullanım olanağı yoksa, tekrar işlenerek aynı ya da farklı bir ürüne dönüştürülerek kullanımı söz konusudur (Onat, 2004). Ancak bazı durumlarda geri dönüşüm işlemleri zor, karmaşık, maliyeti yüksek olmakta ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Ürünün geri dönüşebilir özelliğini araştırmak gerekmektedir.

Geri dönüşüm sayesinde doğal kaynaklarımız korunur, enerji tasarrufu sağlanır, atık miktarı azalır, ekonomiye yatırım sağlanır, gelecek kuşaklar düşünülerek sürdürülebilirliğe katkıda bulunulur. Örneğin işlenmemiş minerallerin kullanımı yerine geri dönüştürülmüş çelik kullanımı ile doğal kaynakların korunumu büyük oranda sağlanır.

Ürünün Yok Edilmesi

Yok edilme aşaması, yapı ürününün kullanılabilir ömrünün ve yaşam döngüsünün sona erdiği aşamadır. Kullanım ömrünü tamamlayan yapı ürünü atık haline gelmekte; yeniden kullanım ve geri dönüşüm için toplanmakta ya da çevreye zarar vermeden atılabilecekleri yere taşınmaktadır (Dilaver, 2005).

Yıkım aşaması sırasında kullanılan ekipman, tüketilen enerji, oluşan görsel ve gürültü kirliliği ve atıklar bu sürecin ekolojik değerlendirme aşaması için önemli birer etkidir.

Ürününün yok edilmesi sonucunda oluşan yeniden kullanılamayan ve geri dönüşümsüz atıklar çevreye büyük zararlar vermektedir. Çevreye zararlı atıkların ayrı olarak toplanması ve Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine göre yok edilmesi gerekmektedir (Dilaver, 2005).

4. YAPI ÜRÜNÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE ÖLÇÜTLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Yapı ürünleri, yaşam döngüsü sürecinde çevreyle etkileşim halindedir. Enerji tüketimi, havaya ve suya zarar veren kirleticilerin, sera etkisi oluşturan gazların yayılması, kaynak kullanım miktarları gibi aşamalar insan ve çevre sağlığını etkilemektedir.

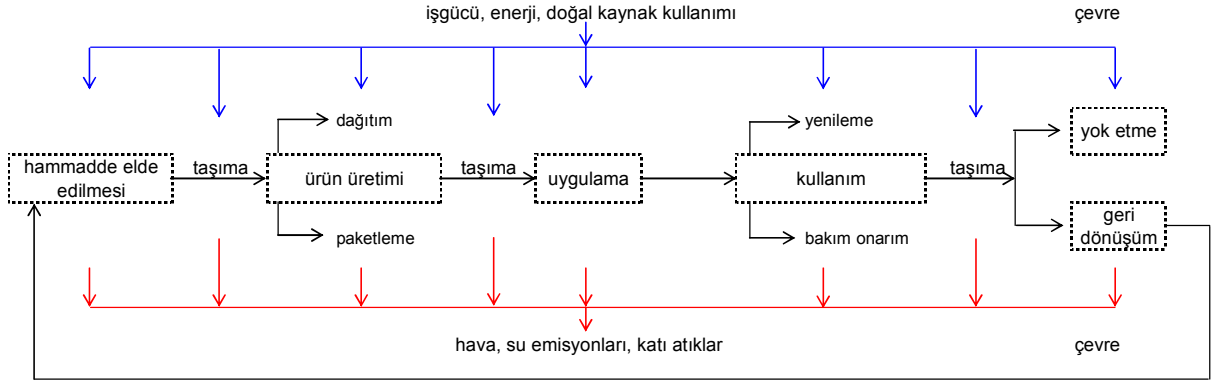
Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçlerinde çevre ile olan olumsuz etkileşimi;

- Yapı ürünü üreticilerinin, tasarımcıların, uygulayıcıların ve kullanıcıların bilinçsizliği,
- Çevre ile ilgili zorunlulukların, denetimin ve yaptırımların yetersizliği,
- Yapı ürünü seçimindeki kararın doğru verilememesi,
- Yapı ürününün çevre ile ilgili bilgilerine ulaşımının güç olması,
- Yapı ürünlerinin yaşam döngüsündeki tüm süreçlerinde tüm çevrelere olan etkilerini değerlendiren bir model bulunmaması

gibi nedenlerle oluşabilmektedir (Taygun, 2005).

Çalışmada, yapı ürünü seçiminde sürdürülebilir çevre özelliklerine dikkat edilmemesi sorunu üzerinde durulacaktır. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü boyunca çevre üzerindeki etkileri, kullanıldıkları yapıların da toplam çevresel etkilerini büyük ölçüde belirlemektedir. Çevre dostu ürünler yapılarda kullanılarak çevrenin sürdürülebilirliğine yarar sağlanabilir. Bu bölümde yapı ürünleri, hammadde ediniminden yok edilme sürecine kadar sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından incelenerek uygun seçim yöntemi oluşturulacaktır.

Yapılar ve yapı ürünleri yaşam döngüleri boyunca hammadde, enerji, su gibi doğal kaynakları kullanır, bu sırada insan ve çevreye zararlı emisyon ve katı atıklar yayar. Yapı ürünlerinin yaşam döngülerinde çevre ile ilişkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Döngünün her evresinde ve aradaki tüm süreçlerde; işgücü, enerji ve doğal kaynak kullanımı girdileri, katı atıklar, hava, su emisyonlarının ise çıktıları oluşturmaktadır.



Şekil 4.1 Ürünün yaşam döngüsü sürecinde çevre ile etkileşimi

Çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması için, ürünlerin yaşam döngüleri boyunca çevresel değerlere en az düzeyde zarar vermesi, ekosistem ve doğal döngüleri bozmaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir çevreler için planlama gelecek kuşakları düşünerek daha az ve bilinçli kaynak tüketimini, tasarımların geri dönüşümlü olmasını, atıklar ve kirlenmeyi önleyici önlemler alınmasını hedeflemektedir. Dolayısıyla çevreyi kirlilemeyecek, doğaya uyumlu, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan yapı tasarımları ile çevresel sorunlar ve çevre kirliliği ortadan kaldırılabilir. Yapıların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltacak çözümler üretilerek sürdürülebilirliğe doğru yaklaşılabilir.

Bu bölümde, ürünlerin yaşam döngüleri sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından,

- Doğal kaynakların kullanımı
- Çevresel atıklar ve kirlilik
- Enerji kullanımı

başlıkları altında incelenecektir.

4.1 Ürünün Hammaddesinin Edinimi Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Yapı ürününün hammaddesi, doğal kaynaklardan çeşitli yöntemler sonucunda elde edilmektedir. İşlem sırasında, doğal kaynak olan su ve enerji kullanılmakta, çevresel atıklar oluşmaktadır.

4.1.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve çevrenin gelecek kuşaklara zarar görmeden bırakılması için, bilinçli kullanılması gerekmektedir. Yapı ürünlerinin üretimi için kullanılan hammadde ihtiyacının üretim sonucunda oluşan üründen daha fazla olduğunu unutmamak gerekir. Doğal kaynaklara gereksinimin azaltılması ile çevrenin sürdürülebilirliği de sağlanabilir.

Su, önemli bir doğal kaynaktır ve hammaddenin elde edilmesinde fazla miktarda su kullanılmaktadır. Edwards'a göre, potansiyel açıdan enerji su kadar önemli olmakla birlikte, küresel olarak su kıtlığı enerji kaynaklarının kıtlığından daha acil bir sorundur (Edwards, 2007). Hammaddenin elde edilmesinde genellikle maden cevherlerinin temizlenmesi ve saflaştırılması aşamalarında su tüketimi olmaktadır. Bu tür tesislerde suyun toplama ve geri dönüşümüne yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Hammaddenin elde edilmesi aşamasında, sürdürülebilirlik açısından toprak kaynaklarının da verimli kullanılması gerekmektedir. Örneğin kum, kil ve agreganın elde edilmesi sırasında toprağın zarar görmesi kaynakların azalmasına neden olup çölleşmeye yol açabilir.

Hammaddenin basit yollarla çıkarılması ve çıkarıldıktan sonra fazla işleme tabi tutulmaması gerekmektedir. Böylece hammaddenin çıkarılması ve işlenmesi sırasında daha az enerji ve su kullanımı ile toprak tahribatı olacaktır.

Bazı yapı ürünlerinin doğal kaynak kullanımı açısından hammaddelerinin değerlendirilmesi,

- Doğal taş, hammaddesinin bulunması açısından olumlu özellik göstermektedir. Tüketilen doğal taşların (mermer, kireç taşı, traverten vb) büyük bir kısmı Türkiye'de üretildiğinden, hammaddesi kolay elde edilebilir (Onat, 2004). Ancak doğal taş kaynağından elde edilirken topografik yapıda bozulmalar, hava kirliliği gibi çevrede olumsuz etkiler oluşmaktadır.
- Demir, çelik gibi metal yapı ürünlerinin hammaddesi olan madenlerin ocaktan çıkarılmasında arazi topografyası bozulmakta ve toprak kaybı yaşanmaktadır.
- Cam üretiminde ana hammadde olarak kullanılan kum ve silis, doğada sınırlı miktarda bulunduğundan, hammaddenin bilinçli kullanımı gerekmektedir. Ancak camın geri dönüşümü olduğu için hammadde olarak atık cam kullanılması, bu doğal kaynakların devamlılığını sağlayacaktır (Onat, 2004).

- Ahşap, hammaddesi yenilenebilir kaynak olan ağaçtan elde edilmektedir. Ahşap bilinçli tüketildiğinde, ormanlar sürdürülebilir kaynak haline gelir.
- Plastiklerin hammaddeleri ham petrol, doğalgaz, kömür ve çeşitli katkı maddeleridir. Bu ürünlerin yenilenemeyen kaynaklardan elde edilişi sırasında çevre olumsuz etkilenmektedir.

4.1.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Hammaddenin elde edilmesi aşamasında arazinin şekli ve niteliği değişmekte, arazide yapılan değişiklikler toprağa zarar vermektedir. Toprağın zarar görmesi, ağaçların yok edilmesine bağlı olarak erozyona, peyzajın bozulmasına neden olmakta ve hava, su ve toprak kirliliği oluşturmaktadır (Dilaver, 2005).

Hammadde elde edilirken uygulanan çeşitli işlemler nedeniyle çevresel kirlilik oluşmaktadır. Örneğin; demir, agrega gibi malzemelerin hammaddelerinin çıkartılmasında toprağın kazılmasıyla asit içeren atıklar toprak kirliliğini oluşturmaktadır. Bazı çevresel kirliliklerin oluşum nedenleri Çizelge 4.1'deki gibi özetlenmektedir.

Çizelge 4.1 Hammaddenin elde edilmesi aşamasında oluşan çevresel kirlilik

Su kirliliği	Madenlerden çıkarılan katı atık ve gazlar yüzey suyunun dengesini bozmaktadır.
Hava kirliliği	Bazı kaynakların çıkarılmasında fosil yakıt kullanılması ile sera etkisine neden olmaktadır.
Toprak kirliliği	Arazide yapılan değişikliklerin, arazinin şekli ve niteliğini bozması sonucu oluşmaktadır.
Erozyon, toprak kirliliği	Madenlerin çıkartılmasında doğal topografyanın bozulması sonucu oluşmaktadır.

Hammaddenin elde edilmesinde atmosferin doğal bileşimini bozacak ölçüde çevreye bırakılan gazların (özellikle CFC-kloro flor karbon) etkisiyle, hava kirliliği oluşmaktadır. Hava kirliliği sonucu ozon tabakasının incelmeye, ekolojik dengenin bozulmasına, aşırı ısınma ve soğumaya neden olmaktadır. Ayrıca havadaki kükürtlü, azotlu, ve radyoaktif maddelerin suya karışmasıyla su kirliliği meydana gelir. Bu durum, yaşanılabilir çevrenin sürdürülebilirliği açısından olumsuzdur.

Yenilenemeyen kaynak kullanımının çevreye olumsuz etkileri fazla olduğu için, sürdürülebilir çevre açısından bu tür kaynakların bilinçli kullanılması gerekmektedir. Çizelge 4.2'de bazı

yenilenemeyen kaynakların çevreye yaydığı CO₂ gaz miktarları gösterilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir kaynakları bilinçli şekilde hammadde olarak kullanan yapı ürünleri ve bunların uygulandığı yapılar, çevresel açıdan olumlu olarak karşılanmaktadır.

Çizelge 4.2 Fosil kaynaklı (yenilenemeyen) yakıtların açığa çıkardığı CO₂ miktarı (Ayaz, 2002)

Fosil Kaynaklı Yakıtlar	CO ₂ Emisyonları (kg/Gj)
Doğal gaz	55.0
Petrol ürünleri	77.0
Siyah kömür	91.7
Kahverengi kömür	95.3
Elektrik (kömür ateşli santral)	286.0

Elde edilen hammaddenin taşınması aşamasında taşıtlardan atmosfere salınan ağır metaller (Pb, Cd, Zn, Cu vb.) ormanların ve ağaçların olmadığı ortamlarda rüzgarın etkisi ile uzun mesafelere taşınarak hava, su ve toprak kirliliğine yol açmaktadır. Hammaddenin taşınması için gerekli enerjinin elde edilmesinde kullanılan fosil kaynaklı yakıtlar, azot oksit ve karbonlu gazların çevreye yayılmasına neden olmakta ve bu gazlar iklim değişikliği yaratmaktadır. Ayrıca, bu gazların atmosferdeki yoğunluğunun artması sera etkisi ve asit yağmurları oluşturmaktadır (Dilaver, 2005). Çizelge 4.3’de hammadde ve atıklarının farklı yollarla taşınması sırasında açığa çıkan gazlar ve tüketilen enerji miktarı gösterilmektedir. Elde edilen hammaddenin taşınması sırasında, uygun koşullar gözetilerek çevreye en az zarar verecek yöntem seçilmelidir.

Sürdürülebilir çevre için, hammaddenin kayıp vermeden taşınması, harcanan enerji miktarının ve neden olduğu kirliliğin azaltılması, kirletici atıkların oluşumunun engellenmesi için yerel ürünlerin kullanımı tercih edilerek, taşıma mesafesinin kısaltılması gerekmektedir (Dilaver, 2005).

4.1.3 Enerji Kullanımı

Ürünün hammadde çıkarılması aşamasından başlayıp yok edilmesi aşamasına kadar geçen sürede enerji tüketimi söz konusudur. Yapı, yaşam döngüsü boyunca değişik amaçlarla enerji kullanır. Döngüyü oluşturan her aşamada kullanılan enerji miktarı, yapının toplam enerji kullanımını etkilemektedir. Çevrenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunacak enerji etkinliği için, döngünün her aşamasında enerjinin bilinçli kullanılması gerekmektedir (Esin, 2006).

Hammaddenin elde ediliş aşamasında enerji etkinliği, enerjinin az ve verimli kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Doğal ve yerel kaynak kullanımı, bilinçli enerji tüketimini de beraberinde getirmektedir. Ayrıca kullanılan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından olması çevrenin sürdürülebilir olma özelliğini artıracaktır. Küresel ısınma, CO₂'nin çevreye etkisi ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı ile artmaktadır. Küresel ısınma ile kuraklık, üretken alanlarda verimsizlik, çevrenin ekolojik dengesinin bozulması ve geleceği tehdit eden sorunlar oluşmaktadır. Bu nedenle hammaddenin çıkarılması aşamasında yüksek enerji gerektirmeyen işlemler uygulanmalı, yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı azaltılmalı, çıkarma işleminde fazla enerji harcamayan teknolojiler tercih edilmelidir.

Örneğin doğal enerji ile büyüyen ağacın kesilmesi ve işlenmesine harcanan enerji, seçeneği olan birçok ürünün elde edilmesi için harcanandan çok daha azdır. Tomrukların üretilmesi ve ormandan çıkarılması için kömür, petrol, demir cevheri ve kireç taşından çok daha az enerji gerekir ve çok daha az CO₂ açığa çıkar (Erdin, 1995).

Hammaddenin çıkarılması ve taşınması işlemlerinde çok fazla enerji harcanmaktadır. Çizelge 4.3'de farklı taşıma yollarında kullanılan enerji miktarları gösterilmektedir. Türkiye'de yapı ürünü taşımacılığında en fazla kullanılmakta olan karayolu taşımacılığının çevreye yaydığı gaz ve harcadığı enerji miktarı yüksektir.

Çizelge 4.3 Hammaddenin ve atıkların taşınması aşamasında açığa çıkan gazlar ve tüketilen enerji miktarı (Ayaz, 2002)

Salınan Gazlar g/t/km	Havayolu	Karayolu	Demiryolu	Su yolu
CO ₂	1206	207	41	30
NO _x	5,5	3,6	0,2	0,4
CO	4,4	2,4	0,05	0,12
VOC _s	3	1,1	0,08	0,1
CH ₄	2	0,3	0,06	0,04
Enerji KJ/t/km	15839	2890	677	423

Enerjinin etkin kullanımının bir yolu da atıkların yeniden kullanılmasıdır. Hammaddenin çıkarılması işleminde oluşan atıkların yeniden değerlendirilmesiyle, hammadde olarak doğal kaynak kullanımının azalmasının yanı sıra enerji tasarrufu da sağlanmaktadır. Örneğin kurulan yerel kombine ısı ve enerji santralleri atıktan enerji çıkarılması kurgusu üzerine çalışmaktadır (Edwards, 2007).

4.2 Ürünün Üretimi Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Kaynağından çıkarılıp üretim yerine getirilen hammaddenin üretim aşaması, ürünün yaşam döngüsünde çevresel etkisinin yüksek olduğu evredir. Hammaddenin taşınması, işlenmesi, ürüne dönüştürülmesi ve son şeklini alması aşamalarında, ürün çevre ile etkileşim halindedir. Bu aşamalarda kullanılan enerji ve ortaya çıkan katı, sıvı ya da gaz atıkların çevreye doğrudan ya da dolaylı şekilde olumsuz etkileri vardır.

4.2.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Ürünün üretimi evresinde hava, su, toprak, bitki örtüsü, madenler gibi doğal kaynaklar kullanılmaktadır. Kullanılan kaynakların yenilenebilir olmasına ve kullanım miktarına sürdürülebilir çevre açısından dikkat etmek gerekir. Ürünün aynı ya da başka amaçlarla tekrar kullanılabileceğinin düşünülerek üretilmesi, doğal kaynakların korunması açısından önemli bir adımdır.

Yapı ürünlerinin üretiminde önemli bir doğal kaynak olan suyun etkin ve kirletilmeden kullanılması gerekmektedir. Örneğin halı üretiminde su tüketimi oldukça fazla olmakta ve boyama işlemleri ile zararlı canlılara karşı koruyucu kimyasallar kullanılması nedeniyle önemli su kirlilikleri meydana gelmektedir (Esin, 2006). Bazı yapı ürünlerinin üretiminde doğal kaynak kullanımı etkinliği Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Dünya Doğayı Koruma Vakfı’nın (WWF) raporu yapı ürünlerinin üretimi sırasında kullanılan su miktarını ortaya koyuyor. WWF-Türkiye Su Kaynakları Program Müdürü Buket Bahar Dıvrak, “Küresel iklim değişikliğinin sonucu olarak hızla eriyen buzullar, artan kuraklık ve susuzlukla birlikte, kentlerde içme ve tarımda sulama suyu konusunda yaşanan sıkıntılar, hem üretici şirketlerin hem de tüketicilerin su konusunda başka davranış biçimleri geliştirmesini zorunlu kılıyor” diyor. Daha az su gerektiren üretim teknolojilerinin benimsenmesiyle ve üretiminde daha az su harcanan ürünlerin kullanılmasıyla önemli bir doğal kaynak olan suyun sürdürülebilirliği sağlanabilir (Ayman, 2008).

Çizelge 4.4 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde doğal kaynak kullanımı etkinliği

Doğal taş	Doğal taş hammaddesinin kaynağı ülkemizde bol miktarda bulunup, bir kısmı yerli kaynaklardan sağlanmaktadır. Ancak su kullanımı ise, cilalama işleminde fazladır.
Ahşap	Ahşap yenilenebilir bir kaynaktır. Doğru işleme tabi tutulduğunda doğadan elde edilmesi ve işlenmesi kolaydır.
Beton	Üretiminde kullanılan hammaddelerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi, çevre açısından olumlu bir özelliktir. Üretim alanında arıtma tesisi bulundurularak suyun etkin kullanımı sağlanabilir.
Demir	Üretiminde hammadde olarak demir cevheri yerine demir atığının kullanılması, tükenebilir bir doğal kaynağın azalmasını önlediğinden olumlu olarak değerlendirilebilir.
Alüminyum	Üretiminde, geri dönüştürülmüş alüminyumların hammadde olarak kullanılması, doğal kaynak kullanımı açısından olumludur. Ancak fazla su kullanılmaktadır.
Cam	Üretiminde tükenmekte olan kaynakların kullanımı söz konusudur. Ancak kırık (atık) camların değerlendirilmesi doğal kaynak kullanımı açısından olumlu olabilir.
Plastik	Plastikler yenilenemeyen petrol esaslı kaynaklardan üretildiği için sürdürülebilirlik ölçütleri açısından olumsuzdur.

Günümüzde bazı yapı ürünlerinin işlenmiş madenler yerine tarımsal ürünler ve yan ürünlerden üretilmesi ile doğal kaynaklar korunacak ve çevrenin sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Berkin, çalışmasında düz cam üretiminde kullanılan kum ve silis yerine, ilk kez, tarımsal bir atık olan pirinç çeltiği kabuk külü kullanılmıştır. Pirinç çeltiği kabuk külü %95 oranında silisyum ve %5 oranında demir, alüminyum, magnezyum ve diğer elementleri içermektedir. Pirinç yetiştirilen ülkelerde genellikle elde edilen pirinç çeltiği kabuğu fırınlarda yakılarak elektrik elde edilmektedir. Ortaya çıkan küller toprağa gömüldüğü için çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu atığın yapı ürünü olarak kullanılması, hem doğal kaynakların değerlendirilmesi hem de doğanın kirletilmemesi açısından ekolojik bir ilerleme olacaktır (Berkin, 2006).

Yapı ürünlerinin üretiminde doğal kaynaklar verimli şekilde kullanılmalı, gelecek kuşakların da bu kaynaklardan yararlanacağı göz ardı edilmemelidir. Örneğin odun hammaddesinin elde edildiği ormanlar, yenilenebilir, alanları genişletilebilir ve birim alandaki verimi artırılabilir kaynaklardır. Önemli olan, ormanlardan yapılan ürün üretim-tüketim döngüsünde dengeyi iyi

kurmak, bilinçli kullanım sağlamaktır. Başka bir önlem olarak, geri dönüşüm işlemi yaygın hale getirilebilir. Atık ürünler hammadde olarak değerlendirilerek, yeni doğal kaynak gereksinimi ortadan kalkar.

4.2.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Yapı ürünlerinin üretim sürecinde fosil kaynakların kullanılması, atmosferde CO₂ ve diğer gazların miktarını artırarak sera etkisi ve iklim değişikliği gibi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca üretim aşamasında makinelerden çıkan yağlar ve yakıt atıkları hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır.

Üretim yerinde üretim akışına uygun düzenleme yapılması ve tasarımlara uygun ürün üretilmesiyle kayıplarının azaltılması mümkündür. Ürün kayıplarının azaltılması, taşıma ve uygulama aşamalarında atık ve kirlitici oluşumunu engelleyerek olumsuz çevresel etkileri önleyecektir (Dilaver, 2005). Yapı ürününün şantiye alanında kurgu işlemlerinin kolay ve az hata ile yapılması, kurgu sırasında oluşacak atık miktarını da azaltacaktır.

Ürünlerin farklı üretim yöntemleri sonucunda çevreye yayılan gazlar çevre kirliliğine neden olmaktadır. Örneğin, alçının üretim aşamasında fosil kaynaklı yakıtlar kullanılmakta ve fırınlama işleminde CO₂ salınmaktadır. Alüminyum hammaddesinin eritilmesi sırasında CO₂ gazı gibi sera etkisi olan flor bileşikleri çevreye yayılmaktadır. Seramik, tuğla, cam, demir-çelik üretimi sırasında kullanılan hammaddeler nedeniyle gaz ve parçacık halindeki flor bileşikleri havaya yayılmakta ve kirlilik oluşturmaktadır. Bazı yapı ürünlerinin fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılan pek çok kimyasal, çevre sağlığına zarar vermektedir (Dilaver, 2005).

Yapıda kullanılan bazı ürünlerin üretiminde açığa çıkan CO₂ miktarları Çizelge 4.5’de gösterilmektedir. Ahşap kullanım döngüsünde CO₂ emdiği için çevresel kirlilik açısından olumlu bir yapı ürünüdür. Alüminyum gibi metallerin ise çevreye yaydığı kirlilik fazladır.

Çizelge 4.5 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde salınan ve depolanan karbon emisyonları (Weir and Muneer, 1998)

	Karbon salınımı (kg/m ³)	Karbon depolanması (kg/m ³)	Açığa çıkan net karbon miktarı(kg/m ³)
İşlenmiş ahşap	22	250	-228
Laminant ahşap	82	250	-168
Taşıyıcı çelik	8132	15	8117
Betonarme	182	0	182
Alüminyum	6325	0	6325

Plastik esaslı ürünler üretimleri sırasında çevreye zararlı atıklar ve gazlar yaymaktadır. Yaygın kullanımı olan polivinil klorür (PVC) ile, yapılarda doğrama malzemesi olarak sıkça karşılaşılmaktadır. Etilendiklorür (EDC) elde edilmesinde kullanılan klor gazı, tuz ve suyun cıva ile elektrolizinden oluşmaktadır. Bu işlemde çevreye yayılan cıva atıkları toprağı ve besin zincirini etkilemektedir. EDC, vinilklorüre (VC), VC de vinilklorür monomerine (VCM) dönüştürüldükten sonra polimerizasyonla PVC reçinesi üretilmektedir. Bu işlemlerin çoğunda başta, en güçlü zehir olarak tanımlanan dioksin olmak üzere çevre için zararlı pek çok kimyasal madde açığa çıkmaktadır (Taygun, 2005). Poliüretan ve polistren gibi yalıtım ürünlerinin üretiminde de açığa çıkan CFC gazları, dünyayı güneşin zararlı radyoaktif ışınlarından koruyan ozon tabakasına zarar vermektedir (Tuğlu, 2005).

Yapıda kullanılacak ürünlerin seçenekleri araştırılmalıdır. Ürünün üretim aşamasında çevresel etkileri incelenip değerlendirilmelidir. Örneğin portland çimentosundan yapılmış beton, çok fazla karbon emisyonuna yol açmaktadır. Bu durum, yerine ‘fly-ash’ beton denilen ve içine agrega konulmadan atık bir malzeme olan yanmış kömür küllerinin kullanılması önerisini getirmiştir. Böylece betonun üretim aşamasında oluşturduğu çevresel kirlilik miktarı azalacaktır (Çakmaklı, 2005).

Yapı ürününün üretim sonrası yerine taşınmasında; hammaddenin çıkarıldığı, üretimin yapıldığı ve yapının tamamlandığı yerler arasındaki uzaklığın fazla olması da çevre kirliliğinde önemli bir etkidir. Hammaddenin taşınması aşamasında Çizelge 4.3’de gösterildiği gibi, yapı ürününün taşınmasında da en sık kullanılan kara yolu taşımacılığının çevreye verdiği emisyon ve tükettiği enerji yüksektir.

4.2.3 Enerji Kullanımı

Ürünün üretiminde birim üretim için harcanan toplam enerji miktarı ekolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. Çünkü üretimde kullanılan enerjinin fazlalığı daha çok yakıt kullanımını, çevre kirliliğini ve tahribatını beraberinde getirmektedir (Tuğlu, 2005).

Bir ürünün hammaddesinin çıkarılması, işlenmesi ve son haline getirilmesi ne kadar az ve basit adımlar içeriyorsa o ürünün oluşum enerjisi o kadar düşük olur (Erdoğan, 2005). Tasarımlarda enerji kullanımı düşük ürün tercih etmek gerekir. Çizelge 4.6'da bazı yapı ürünlerinin üretimi sırasında gerekli enerji miktarları gösterilmektedir. Çelik üretiminde oldukça yüksek enerji kullanımı söz konusuysa, ahşap düşük enerji kullanımı ile ekolojik açıdan uygun bir yapı ürünüdür. Alüminyum sık kullanılan verimli bir ürün olarak değerlendirilmesine karşın, çizelgeye bakıldığında alüminyum üretimi için harcanan enerjinin diğer yapı ürünlerinin 5-6 katı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6 Bazı yapı ürünlerinin üretiminde gerekli enerji miktarı (Erdoğan, 2005)

Düşük Enerjili Ürünler (kwh/kg)		Orta Enerjili Ürünler (kwh/kg)		Yüksek Enerjili Ürünler (kwh/kg)	
Kum, çakıl	0,01	Alçı, panel	1	Plastik	10
Ahşap	0,1	Tuğla	1,2	Çelik	10
Beton	0,2	Çimento	2,2	Kurşun	14
Kireç	0,4	Elyaf yalıtım ürünü	3,9	Bakır	16
Hafif beton	0,5	Cam	6	Alüminyum	56

Yapı ürünlerinin üretiminde kullanılan enerji miktarı kadar çeşidi de önemlidir. Tükenmekte olan ve çevreye atık gaz çıkaran yenilenemeyen fosil yakıtlar yerine, doğal enerji kaynaklarından yararlanılması yoluna gidilmelidir. Yeryüzünde kullanılmakta olan tüm yenilenebilir enerjilerin kaynağı güneştir. Bunun beraberinde su, rüzgar enerjisi, biyoenerji ve jeotermal enerji de doğal enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtların yanmaları küresel ısınmaya neden olduğundan, ürünlerin bu tür kaynaklardan elde edilip edilmediği incelenerek seçim konusunda dikkat etmek gerekir. Bazı yapı ürünlerinin sürdürülebilirlik açısından üretim enerjilerinin değerlendirilmesi Çizelge 4.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7 Bazı yapı ürünlerinin üretim enerjilerinin değerlendirilmesi (Tuğlu, 2005)

Doğal taş	Taşların yerel ocaklardan elde edilerek küçük tesislerce yontulması ve şekillendirilmesi nedeniyle üretimi ve taşınmasında yüksek enerjiye gereksinim duyulmamaktadır.
Tuğla	Tuğla üretimi için gerekli hammadde (kil, silika, kireç vb) kolay elde edilebilir. Ancak tuğla yapımında pişirme işlemi sırasında kullanılan enerji miktarı yüksektir.
Ahşap	Ahşap yenilenebilir bir kaynaktır. Doğru işleme tabi tutulduğunda doğadan elde edilmesi ve işlenmesi çok az enerji gerektirir.
Beton	Betonun hammaddelerinin ocaklardan elde edilmesi, yapı ögesi haline getirilmesi, taşınması ve yapı alanında dökülmesi gibi işlemleri sırasında yüksek enerjiye gereksinim duyulmaktadır.
Çelik	Metal cevherleri yenilenemeyen kaynaklardır ve cevherin işlenmesi, galvanizlenmesi gibi işlemlerde yüksek ısıya ve yüksek enerjiye gereksinim duyulmaktadır.
Alüminyum	Alüminyum, genellikle nadir bulunan bir mineral olan boksitten elde edilir. Üretiminde kullanılan su ve enerji miktarı yüksektir.
Cam	Camın şekillendirilmesi sırasında kullanılan ısı nedeniyle üretimi için gerekli enerji miktarı yüksektir.
Plastik	Plastikler yenilenemeyen petrol esaslı kaynaklardan elde edildiği için, üretim işlemi büyük tesisler, yüksek ısı ve enerji gerektirmektedir.

Enerjinin etkin kullanımı için, hurda atıkları yeniden kullanılabilir. Atıklar yeniden kullanılarak, aynı ürünün üretilmesi için gerekli enerji korunumu sağlanmış olur. Bu durumda, o ürünün yeniden kullanım ve yeni üretim için gerekli enerji miktarlarını karşılaştırmak gerekir.

4.3 Ürünün Yapıya Uygulanması Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Yapı ürününün çeşitli işlemlerden geçtikten ve üretim yerine taşındıktan sonra yapıya uygulanma aşaması farklılık gösterir. Ürünün yapıya uygulanmasında da doğal kaynak ve enerji kullanımı, çevresel atık ve kirlilik oluşumu söz konusudur.

4.3.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Doğal kaynakların bilinçli kullanımı ve gelecek kuşaklara aktarımı açısından, ürünün fazla yitik verilmeden yapıya uygulanması önem taşımaktadır. Tasarıma uygun yapı ürününün üretilip yapıya uygulanmasıyla, kullanım dışı ürün oluşumu engellenir ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği sağlanmış olur.

Su, önemli bir doğal kaynaktır ve ürünün yapıya uygulanmasında su tüketimi fazla olmaktadır. Ürünün yapıya uygulanma evresinde suyun kullanımı denetlenmelidir.

Çevrenin sürdürülebilirliği, sınırlı kaynakların bilinçli kullanımı ile sağlanabilir. Yenilenebilir kaynakların tüketilmeden en akılcı şekilde kullanımı, yenilenemeyen kaynakların ise yeniden kazanımını gerektirmektedir.

4.3.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Yapı ürünlerinin yapıya uygulanmasında işçilik, ekipman, uygulama sırasında oluşan atık ve artıklar ve uygulama aşamasının tamamlanması için geçen süre gibi etkenlere çevrenin sürdürülebilirliği açısından dikkat etmek gerekir.

Bazı kaynaklar, doğada nereden geldikleri ve ortaya çıkaracağı atıkların nereye bırakılacağı ya da nasıl dönüştürüleceği düşünülmeden kullanılmaktadır. Örneğin boya ve cila işlerinde, döşeme ve duvar kaplamalarının yapıya uygulanmasında kullanılan kimyasallar çevreye yaydığı gazlar sonucunda çevresel kirlilik oluşturmaktadır. Çizelge 4.8’de yapıların çevre kirliliğine etkileri oransal olarak gösterilmektedir. Bu değerlerin belli bir kısmının ürünün yapıya uygulama aşamasında oluşan kirlilikten kaynaklandığını unutmamak gerekir.

Çizelge 4.8 Yapıların neden olduğu çevresel kirlilik oranları (Edwards, 2001)

Kirlilik	Yapı ile ilişkisi
Şehirlerdeki hava kalitesi	24%
Küresel ısınmaya yol açan gazlar	50%
İçme suyu kirliliği	40%
Yüzeyse katı atıklar	20%
CFC'lar / HCFC'lar	50%

Yapı ürününün fazla yitik verilmeden işlevine uygun olarak yapıya uygulanması gerekmektedir. Ürünün yapıya uygulanmasında kırma, kaynak, lehim gibi ek işlemler gerektirmemesi oluşacak kirlilik açısından önemli bir özelliktir. Şantiye alanında oluşan ürün atıklarının da dolgu malzemesi olarak kullanılmasıyla olumsuz çevre etkisi azaltılabilir.

4.3.3 Enerji Kullanımı

Yapıların toplam enerji tüketimlerinde, üretilen ürünlerin uygulama yerine taşınmasında ve yapıya uygulama aşamasında harcanan enerji miktarı önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle yapılarda kullanılan ürünlerin yerel olması, üretim sürecinin basit adımlar içermesi ve uygulama alanına yakın yerlerde üretilmesi enerji kullanımı açısından önemlidir. Örneğin kaba biçilmiş kerestenin yapıya uygulanırken başka ürünlere dönüştürülmesi, fırında kurutulması ve işlenmesi için 5.3 MJ/kg enerji harcanmaktadır. Oysa aynı amaçla kullanılacak çelik için 35 MJ/kg, alüminyum için ise 145 MJ/kg enerji harcanmaktadır (Erdin, 1995).

Bazı yapı ürünlerinin yapıya uygulanmasında yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı ile çevreye CO₂ yayılımı söz konusudur. Ayrıca ürünün yapıya uygun üretilmemesi sonucu kırma, lehim gibi ek işlem gerektiren uygulamalarda daha fazla enerji kullanılmaktadır. Ürünün uzun ömürlü olması da, yaşam döngüsünde uygulama aşamasının daha az tekrarına neden olacak ve enerji kullanımı ile çevre kirliliği de önemli oranda azalacaktır.

Uygulama işleminin pratik olması, kurgusunun az zaman gerektirmesi ve yüksek enerji kullanımını gerektirmeyen yerel uygulama ile gerçekleştirilmesi çevrenin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Böylece yapıların doğal döngüyü bozmaktan çok tamamlaması ve geleneksel yerleşimlerde olduğu gibi insanın da bu döngünün bir parçası haline gelmesi sağlanacaktır. Yüksek enerji gerektiren uygulama teknolojileri kullanılmayarak, doğal kaynaklar korunmuş ve bu teknolojilerin sebep olabileceği çevresel kirlilik önlenmiş olur.

4.4 Ürünün Kullanımı Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Yapı ürünlerinin kullanım süreci, ürün yaşam döngüsünde uzun zaman dilimine sahiptir. Ürün; kullanım, bakım ve onarım, zamanla yenilenme evrelerinde çevre ile etkileşim halindedir.

4.4.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Ürünlerin yapıda hangi amaçla kullanılacağı, hangi gereksinimleri karşılayacağı doğal kaynak kullanımı açısından önemlidir. Yapı kabuğunda kullanılacak bir yapı ürünü ile hem

ayrı bir kaplama gerektirmeden yalıtım sağlanmış hem de içte ve dışta sıva ve boya gerektirmeyen yüzeyler elde edilmiş olacaktır. Bu sayede kullanılmayan ürünlerin sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

Yapı ürünlerinin kullanım aşamasında fazla suya ve kimyasallara gereksinim duymadan kolayca temizlenebilir olması ile önemli bir doğal kaynak olan suyun tüketimi azaltacaktır.

Dayanıklı ve uzun ömürlü yapı ürünlerinin toplam çevresel etkileri geniş zaman dilimine yayılacağı için, diğer ürünlerin çevresel etkilerine oranla daha azdır. Yapılarda dayanıklı ürün kullanılması, ürünün bozulma ya da eskimeden dolayı yenilenme gereksinimini geciktireceği ya da ortadan kaldıracağı için o yapıya kaynak etkinliği sağlamaktadır (Esin, 2006).

4.4.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

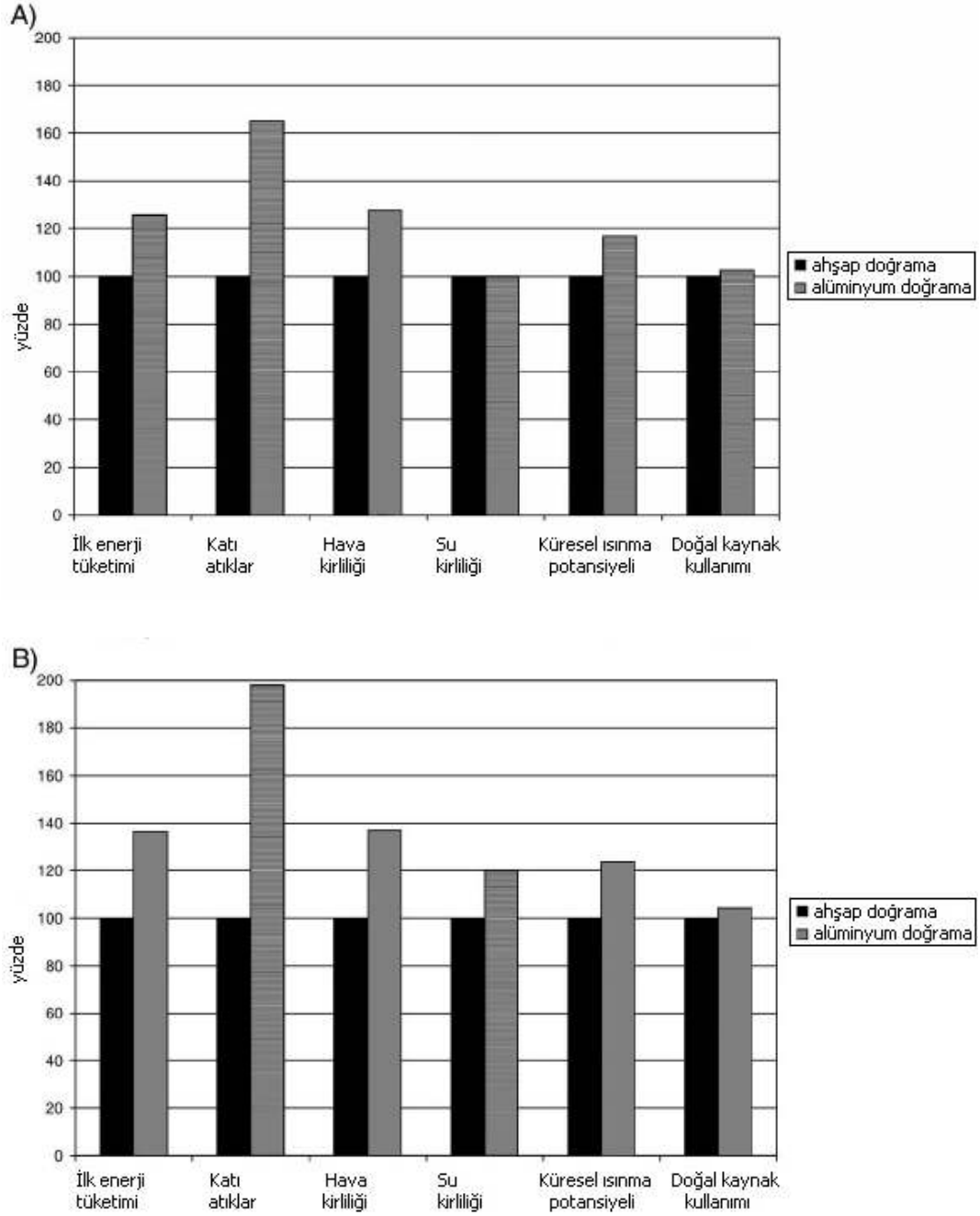
Yapı ürününün kullanım aşamasındaki en büyük etkisi bulunduğu ortam havasına olmaktadır. Dayanıklı ve uzun ömürlü ürünleri yapılarda kullanmak, ürünün çevreye olumsuz etkilerini azaltacaktır. Ürünün uzun süre kullanılacağı ve atık haline gelişi uzun zaman alacağı için, daha az kirlilik oluşacaktır.

Bakım ve onarım, yapı ürününün kullanımı sırasında sürdürülebilirliği etkileyen en önemli süreçtir. Yapı ürünlerinin niteliklerine bağlı olarak işlevini yerine getirebilmesi ya da ömrünün uzatılabilmesi için yapılan işler (boya, cila, onarım vb.) bakım ve onarım olarak tanımlanabilir (Ayaz, 2002). Ürünlerin onarımı esnasında kullanılmayan malzemelerin birikmesi sonucu da yapısal atıklar ve çevresel kirlilik oluşmaktadır. Bu katı atık türü ve miktarı, ürünün tipine ve yaşına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genellikle görülen yapısal atık çeşitleri ahşap, agrega, plastik, asfalt, seramikler, metal ve kağıt ürünleri olmaktadır (Başar, 2007).

Yapı ürünlerinin üretimi sırasında kullanılan bazı kimyasallar nedeniyle yıllar sonra bile açığa gaz çıkabilmektedir. Örneğin lifli ürünlerden cam lifinin bünyesinde bulunan solunabilir lifler, polyester ve çözücüler nedeniyle ürün, kullanım aşamasında çevre sağlığına zarar vermektedir. Yine benzer şekilde bünyesindeki buharlaşan maddeleri yayan sentetik reçine esaslı boyalar, kullanım evresinde çevreye zararlı gazlar yaymaktadır (Tuğlu, 2005).

Yapıda kullanılan ürünlerin yaşam döngüleri değerlendirildikten sonra bilinçli seçimi gerçekleştirilmelidir. Ürünün yapıda kullanımı süresince yıllar boyunca çevresel etkileri göz ardı edilmemelidir. Şekil 4.2’de iki farklı pencere doğraması için çevresel değerlendirmeler hesaplanmıştır. Aynı yapıda ahşap doğrama kullanımı ile alüminyum doğrama kullanımı

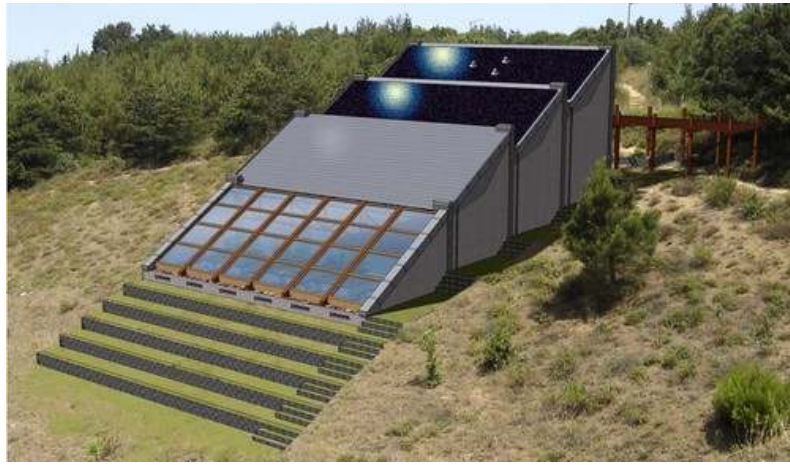
arasındaki ortalama yaşam süresi boyunca çevresel etkilerindeki değişim gösterilmektedir (A). Ahşap doğramanın belli bir süreden sonra zaman geçtikçe çevresel etkileri değişmemekle beraber, alüminyum doğramanın çevreye olumsuz etkileri zamanla artmaktadır (B) (Haapio and Viitaniemi, 2008).



Şekil 4.2 Ahşap ve alüminyum pencere doğramalarının binaların 60 yıl (A) ve 160 yıl (B) ortalama yaşam süresinde çevreye etkileri (Haapio and Viitaniemi, 2008)

EKOyapı, İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak Kampüsü'nde Doğa-Çevre Bilim-Toplum Parkı projesi kapsamında yer alacak bir araştırma ve eğitim merkezidir. Projenin, yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilir tasarım konusunda yeşil tasarıma örnek olması hedeflenmektedir (Yapça, 2008).

Yapıda, üretimi sırasında büyük miktarda CO₂ salınımına yol açtığı için çimento kullanımını azaltmak amaçlanmıştır. Bu sebeple binanın toprak altında kalan kısımlarında betonarme perdeler kullanılmamıştır. Toprak, geotekstil filelerle bohçalanarak kendi ağırlığıyla tutulması düşünülmektedir (Yapça, 2008). Yapının genel görünümü Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3 Yapının genel görünümü (Yapça, 2008)

4.4.3 Enerji Kullanımı

Yapıda kullanılan ürünlerin çevre ile etkileşimi sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Çünkü,

- Küresel olarak tüm kaynakların %50'si,
- Üretilen enerjinin %46'sı,
- Küresel olarak kullanılan suyun %50'si,
- Birincil tarım arazisinin %60'ı,
- Küresel kereste üretiminin %70'i

yapı üretiminde kullanılmaktadır (Edwards, 2007).

Yapı ürünlerinin kullanım süresince gerekli olan konfor koşullarının sağlanması için de enerji kullanılmaktadır. Bu sürecin ürün yaşam döngüsünde en uzun aşama olması, gereksinim

duyulan enerji miktarını artırmakta, bu da yapının enerji kullanım miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Türkiye’de yalnızca konutlarda ısıtma için harcanan enerjinin toplam enerji tüketimindeki payı, 1999–2000 yılları arasında ortalama %2.7 iken, 2001 yılında %34.5 oranına ulaşmıştır (Tübitak, 2003). Uygun yapı ürünü seçimi sonucunda, daha az enerji gereksinimiyle bu olumsuzluk ortadan kaldırılabilir.

Yapıların tasarlanırken güneş enerjisinden yüksek oranda yararlanması, yapıda kullanılacak enerji miktarını etkileyecektir. Çatıda cam malzemenin ve fotoseller ile aynalardan oluşan sistemin kullanılmasıyla enerji etkin yapılar tasarlanabilir. Bir yapı örneğinin yapısında kullanılan ürünler Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

Cam ürün, fotoseller ve aynalardan oluşan sistem sayesinde, çatı pencerelerinin sıradan bir çatı penceresine oranla 10 kat daha fazla doğal ışık sağlamasına olanak verilmektedir. Böylelikle günde ortalama 10 saatlik yapay ışık ihtiyacı ortadan kalkmakta ve yapının enerji yükü hafiflemektedir (Tuğlu, 2005).



Şekil 4.4 Çatıda kullanılan ürünler [7]

Ürünün ısı depolama özelliğinin yüksek olması çevrenin sürdürülebilirliğinde enerji kullanımı açısından önemlidir. Ahşap iyi bir ısı yalıtıcısıdır ve ısı depolama yeteneği beton, çelik ve alüminyumdan daha fazladır. Bazı ürünlerin ısı depolama değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmektedir. Buna göre 1kg ahşabın ısıtılması için yaklaşık demirden 3 kat, betondan 1.6 kat, alüminyumdan 1.5 kat fazla ısı enerjisine gereksinim vardır (Erdin, 1995).

Çizelge 4.9 Bazı yapı ürünlerinin öz ısı değerleri (Erdin, 1995)

Ürün	Isı değeri (Cal/g °C)
Ahşap	0,324
Demir	0,113
Beton	0,199
Alüminyum	0,217

Yapı ürününün kendisi ekolojik süreçlerden oluşmasa bile, sahip olduğu ısısal performans, yapıların kullanım aşamasında tükettikleri enerji miktarını azaltabilir. Örneğin çevre üzerindeki olumsuz etkileri bilinen plastik köpükler, kullanım aşamasında iyi yalıtım özellikleriyle yapının ısı kayıplarını önleyerek enerji etkinliğini olumlu hale getirmektedir. Ancak burada beklenen hem yapı ürününün kendisinin enerji etkin süreçlere sahip olması, hem de yüksek yalıtım özelliğiyle yapının enerji yükünün azaltılmasına katkıda bulunmasıdır (Esin, 2006).

Benzer şekilde ürünün yapıda kullanımı, yapının bulunduğu bölgenin coğrafi koşullarıyla da ilişkilidir. Davraz Dağı kayak evinde, Isparta'nın soğuk ve karasal iklime sahip olması nedeniyle ürün seçiminde ısı yalıtımı ön planda tutulmuştur. Bir çalışma, Isparta'nın Davraz Dağı mimarisinde Isparta toprak yapısında bulunan pomza içerikli bims blok (Şekil 4.5) kullanımının uygun olduğunu açıklamıştır. Pomza, ekonomik ve sürdürülebilir hammadde kaynağıdır. Bims bloklar ısı ve ses yalıtım özellikleri yüksektir (Beyhan, 2004).

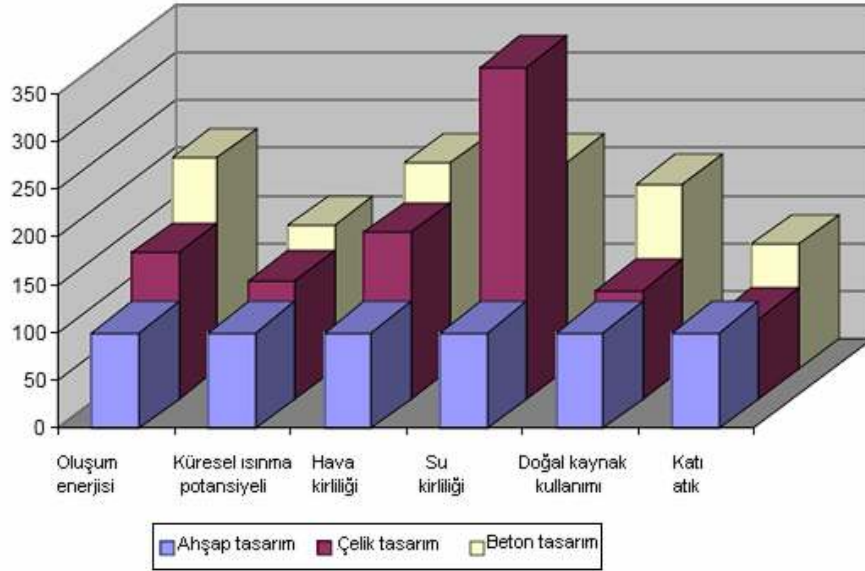


Şekil 4.5 Bims blok [3]

Ürünün kayak merkezinde yapılacak tesislerde kullanılması, hem benzer ürünlere oranla daha ekonomik olması hem de sürdürülebilir nitelikte hammaddesinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilirliği ve enerji etkinliği gibi ekolojik nitelikler taşımasından kaynaklanmaktadır. Kullanılan bims blok yapı ürününün dönüştürülmüş içerikli olması, yeni bir hammaddenin

doğadan elde edilişi için harcanan enerjiyi de ortadan kaldırır (Beyhan, 2004).

Sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından yapılarda kullanılan ürünlerin genel değerlendirilmesi yapıldığında; ahşap, çelik ve beton tasarımın çevresel etkileri sonucu Şekil 4.6'daki gibi grafik oluşmaktadır.



Şekil 4.6 Ahşap, çelik ve betonarme tasarımın çevresel etkilerinin karşılaştırılması [5]

4.5 Ürünün Geri Dönüşümü Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Geri dönüşüm, doğal kaynakların verimli kullanılmasını, enerji tasarrufunu, atık miktarının ve atıkların taşınma, depolanma işlemlerinin azaltılmasını sağladığı için önem kazanmaktadır. Bir yapının geri dönüşebilir ürünlerden oluşması yapıya, kaynak etkinliği, enerji etkinliği ve kirlilik azaltılması gibi birçok çevresel özellik katmaktadır (Esin 2006).

Geri dönüşüm sürecinde; enerji, işgücü ve anamal tüketilmektedir. Süreç sonunda; ürünün geri dönüşümü ile elde edilen hammaddeler ya da ürünler, kirletici gazlar, katı ve sıvı atıklar oluşabilmektedir (Taygun ve Balanlı, 2005).

Geri dönüşümlü ürünler, satış sonrası elde kalan, kullanım ömrünü tamamlayan, üretim sırasında ortaya çıkan artık parçaların endüstriyel bir işlemde geçtikten sonra dönüştürülmesiyle oluşan ürünlerdir (Çakmaklı, 2005). Her ürünün geri dönüşüm özelliği ve bu evrede çevreye etkisi aynı olmamaktadır. Bazı yapı ürünlerinin geri dönüşebilirlik özellikleri,

- Plastikler yenilenemeyen kaynaklar olan petrol ve doğalgaz ürünlerden üretildikleri için enerji tüketim oranları yüksek, çeşit olarak da ayrışmaları zor olduğu için genellikle dönüşümlülük kapasiteleri düşüktür.
- Ayrılmış cam ürün çok kolay geri dönüştürülebilir. Eski kullanılmış camlar, genellikle pencere camı, fayans ve tuğla yapımında hammadde olarak kullanılabilir (Onat, 2004).
- Tuğlanın üretim ve kullanım atıkları, yeni üretilecek ürünün hammaddesine katılabilir. Ayrıca yapı yıkımı sonrasında kurtarılarak yeniden kullanılabilir (Tuğlu, 2005).
- Çelik ve alüminyum geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir ürünlerdir. Çelik endüstrisinde geri dönüşüm oranı %66 civarındadır (Tuğlu, 2005).
- Beton, cam ve çelik gibi geri dönüşüm aşamasından sonra yeniden şekil verilebilen bir ürün değildir. Bu nedenle beton, yol yapım çalışmalarında ve zemin dolgusunda agrega yerine yeniden kullanılabilir.
- Alçı ürünlerin dönüşümlülük kapasiteleri, eğer boya ya da yapıştırıcı ürünlerle bozulmamışsa yüksektir (Çakmaklı, 2005).

şeklinde açıklanabilir.

4.5.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Doğal kaynakların bilinçli kullanılmadığı takdirde bir gün tükeneceği gerçeğini gören endüstrileşmiş ülkeler, kaynak israfını önlemek ve hayat standartlarını yükseltmek amacıyla kullanımı sona eren yapı ürünlerinin geri kazanılması ve yeniden kullanılması için yöntemler aramış ve geliştirmişlerdir (Ayaz, 2002).

Geri dönüşebilir yapı ürünleri, kullanımı sona erdikten sonra tekrar değerlendirilerek yeni bir ürünün üretiminde hammadde olarak kullanılabilir. Bu durum, yeni hammadde gereksinmelerinin azalmasına katkıda bulunacağı için, önemli bir sürdürülebilir çevre ölçütü olan doğal kaynak kullanımını da azaltacaktır. Ancak geri dönüşüm işlemi zor ve karmaşık olan yapı ürünlerinin geri dönüştürülmesi sonucunda, küresel ısınma gibi çevreye olumsuz etkiler de oluşabilmektedir. Örneğin çimento üretimi sırasında, yüksek fırın cürufu ve uçucu küllerin hammadde kaynağı gibi kullanılması ürünün sürdürülebilirlik özelliğini de artıracaktır (Onat, 2004). Benzer şekilde, bir ton demir cevherinin çıkarılması yerine hurda atıkların geri dönüştürülmesi yarım tondan fazla toprağın zarar görmesini engellemektedir (Dilaver, 2005). Plastiklerin ise geri dönüşüm işlemi zordur ve sonucunda çevresel kirlilik

oluşmaktadır.

Hannover 2000 Expo'su'nda “İnsan-Doğa-Teknoloji:Yeni Bir Dünya Oluşuyor” temasıyla bağlantılı olarak doğanın korunması, geri dönüşebilirlik ve sürdürülebilirlik kavramları ele alınmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak Japon pavyonunun çatısı gösterilmiştir (Şekil 4.7). Çatı, kağıtların geri dönüşümüyle elde edilen borularla inşa edilmiş, böylece doğal kaynakların verimli kullanılması sağlanmıştır.

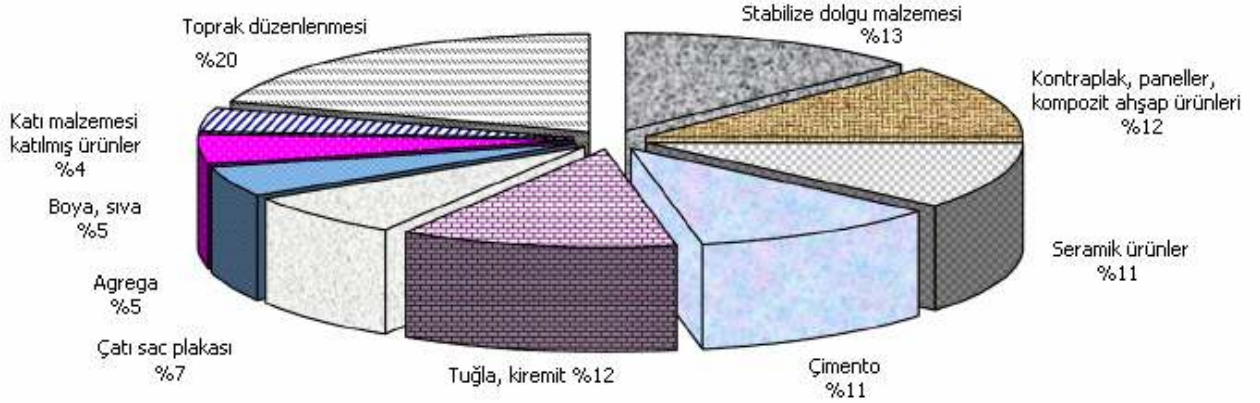


Şekil 4.7 Geri dönüştürülmüş kağıtlardan oluşturulmuş Expo 2000 Japon Pavyonu [1]

4.5.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Geri dönüşebilir ürünlerin kullanıldığı yapılar aynı zamanda atıkları da önemli oranda azaltmaktadır. Atık haline gelen bir malzemenin hammadde olarak yeniden değerlendirilmesiyle yapısal kirlilikler yok olmaktadır. Bu, sürdürülebilir çevre açısından çok önemlidir. Çünkü yapıların çeşitli nedenlerle yıkılıp yok edilmeleri gerektiğinde önemli atık sorunları yaşanmaktadır. Örneğin, ABD’de yapı sektöründen kaynaklanan katı atık miktarı yılda yaklaşık 200 ton/km²’dir. Ülkemizde de 1999 Kocaeli depreminden sonra yapısal atıkların yok edilmesi sırasında sorunlar yaşanmıştır. (Esin, 2006).

Yapı ürünlerinin üretimi sonucu oluşan atıkların geri dönüştürülerek hammadde olarak kullanılması çevreye olumsuz etkilerini azaltmaktadır. Demir-çelik, bakır, plastik, kurşun, cam vb. ürünlerin yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi, atık miktarının azalmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunacaktır. Ancak katı atıkların yaklaşık %20’si karakteristik özelliklerinden dolayı geri dönüştürülemezler (Pappu ve diğerleri, 2007). Şekil 4.8’de farklı yapı ürünlerinden oluşan organik ve inorganik katı atıkların geri dönüşüm oranları gösterilmektedir.



Şekil 4.8 Katı atık geri dönüşüm ve kullanım potansiyel oranı (Pappu ve diğerleri, 2007)

Geri dönüştürülemeyen atıkların yeniden kullanılması yöntemiyle, depolanacak atık miktarı azalır. Beton gibi bazı yapı ürünleri ömrünü tamamlaması durumunda yeniden değerlendirilebilir. Betonun yeterince parçalanmış kısımları yapılarda kırmataş olarak kullanılır. Bu şekilde yapı ürünlerinin yeniden kullanılması atık oluşumunu azaltacak ve çevresel kirlilik önlenecektir.

İngiltere Yorkshire’da 2000 yılında açılan Yerküre Merkezi (Earth Center), eğitim amaçlı yapılmış bir parktır. İçinde elektrik üreten hücreler bulunan bir cam çatıyı taşıyan uzay kafes 2000’ den fazla yuvarlak odun kullanılarak inşa edilmiştir (Şekil 4.9). Metal bağlantılar ise geri dönüştürülmüş çelikten oluşturulmuştur [2]. Yapıda, işlenmemiş minerallerin kullanımı yerine geri dönüştürülmüş çelik kullanımı ile çevre kirliliği büyük oranda azalmaktadır.



Şekil 4.9 Geri dönüştürülmüş çelikten oluşturulmuş Yerküre Merkezi [2]

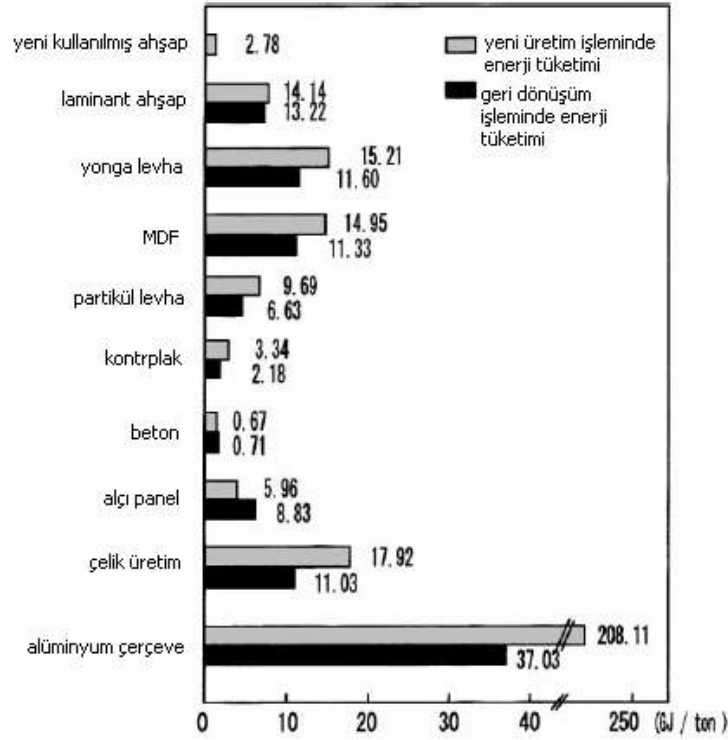
4.5.3 Enerji Kullanımı

Yapı ürünlerinin geri dönüşebilir özelliklerinin olması, yapıların enerji kullanım özelliğini de olumlu yönde etkilemektedir. Geri dönüştürülerek üretilen bir ürünün, yeniden üretilen bir ürüne göre daha az enerji kullanacak olması olumsuz çevre etkilerini azaltacaktır.

Bir yapı ürününün geri dönüşebilme özelliğinin olması, o ürünün üretim aşamasına kadar (hammaddesinin doğadan elde edilmesi, üretim alanına taşınması) gereksinim duyduğu enerjiyi de ortadan kaldırmaktadır. Geri dönüştürülme işlemi için harcanan enerji, genellikle ilk üretimdekinden daha azdır. Ancak bu durum farklı yapı ürünlerine göre değişiklik göstermektedir. Geri dönüşüm işlemi gerçekleştirilmeden önce, ürünün geri dönüştürülebilir özelliği dikkate alınmalıdır (Esin, 2006).

Araştırmalara göre metallerin geri dönüştürülmesi için harcanan enerji, metallerin madenlerden çıkartılması için harcanan enerji miktarından çok daha azdır. Geri kazanılmış metalden bir ton alüminyum yapmak için gereken enerji, cevherden alüminyum yapmak için gerekli enerji miktarının % 4'üdür. Benzer şekilde bakır bileşimleri, demir, çelik geri dönüşümü için gerekli enerji miktarı, bu metallerin madenlerden çıkartılması için gereken enerji miktarının sadece % 13 ve % 19'u kadardır (Ayaz, 2002).

Bazı yapı ürünlerinin yeni üretim ve geri dönüşüm işlemlerinde kullandığı enerji miktarları Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi yapı ürünlerinin birçoğunda yeni üretim için gerekli olan enerji miktarı, geri dönüşüm işleminde gereksinim duyulan miktardan daha fazladır. Bir ürünün kullanım ömrü sona erdikten sonra geri dönüşüm ya da yeniden üretim işleminin gerçekleştirilmesinde bilinçli karar vermek gerekir.



Şekil 4.10 Bazı yapı ürünlerinin yeni üretim ve geri dönüşüm işlemlerinde enerji etkinliği
(Gao ve diğerleri, 2001)

Yapı ürününün yıkım aşamasından sonra geri dönüşüm tesisine taşınması sırasında minimum enerji kullanılması için, geri dönüşüm tesisinin atık ürünün olduğu bölgeye yakın olması gerekmektedir.

Yeniden Kullanım

Yapı ürünlerinin yeniden kullanılması da geri dönüşüm gibi, ürünün kendisine ve kullanıldığı yapıya önemli çevresel özellikler katmaktadır. Bu tür ürünler yeni ürün kullanım gereksinimini ortadan kaldırdığı için, yeni üründen dolayı tüketilecek hammadde ve enerjiyi, hammaddelerin elde edilişleri sırasında çevreye verebileceği olumsuz etkileri yok etmektedir. Bir ürünün az ya da hiçbir işlem görmeden yeniden kullanılabilir özelliğe sahip olması, dönüştürerek yeniden kullanılmaya oranla daha enerji etkin bir uygulamadır. Çünkü dönüşüm işlemi için de enerji harcanmaktadır (Esin, 2006).

Yapı tamamen yeniden kullanılamasa bile, uygulanan yapı ürünlerinin yeniden kullanıma elverişli olması gerekmektedir. Örneğin çelik profillerin kaynaklanmak yerine cıvatalanması, tuğlanın yapıya ince harç ile uygulanması ürünlerin yeniden kullanım özelliğini artırmaktadır (Edward, 2007). Hafriyattan çıkarılan taşların çevre düzenlemesinde zemin kaplaması olarak kullanılması doğal kaynak korunumunu sağlayacaktır. O ürünün yeniden üretildi takdirde

gerekli enerji miktarı ve oluşturduğu çevresel kirlilik ortadan kalkacaktır.

4.6 Ürünün Yok Edilmesi Evresinde Çevre İle Etkileşimi

Yıkım aşaması, yapı ürününün kullanılabilir ömrünün ve yaşam döngüsünün sona erdiği aşamadır. Yıkım sırasında farklı hammadde ve malzemeye sahip yapı ürününün kolaylıkla bileşenlerine ayrılması, ana hammaddenin geri dönüşümünü hızlandıracaktır (Onat, 2004).

4.6.1 Doğal Kaynak Kullanımı

Bir ürünün yaşam döngüsünün her evresinde doğal kaynak kullanımı söz konusu olduğu için, doğal kaynakların gelecek kuşaklara aktarılması açısından yıkım işlemi başvurulacak son çözüm yolu olmalıdır.

Yapı ürünü kullanım evresini tamamladıktan sonra yıkımı, sökülmesi ya da değiştirilmesi gerektiği durumlarda, ürünün kolaylıkla ve zarar görmeden ayrıştırılması gerekmektedir. Çünkü kullanımı sona eren ürün, başka bir ürünün hammaddesi olarak kullanılabilir ve doğal kaynak korunumu sağlanır.

4.6.2 Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Yapı ürün ve bileşenleri yeniden kullanım ya da geri dönüşüm şeklinde değerlendirildikten sonra arta kalan katı atıklar değişik yöntemlerle yok edilebilir. Örneğin gereksinim duyulan yerlerde arazi ve deniz için dolgu malzemesi olarak kullanılabilir ya da yakılabilir. Ancak bu yöntemler uygulanırken çevre sağlığı gözetilmelidir. Dolgu sırasında doğal arazi sınırlarının bozulmamasına dikkat edilmeli, çevre kirliliğine neden olan atıklar ve yandığında zehirli gaz çıkaran atıklar farklı yöntemlerle yok edilmelidir (Onat, 2004).

Yıkım sonucu dolgu malzemesi şeklinde kullanılmasına örnek olarak PVC (polivinilklorür) verilebilir. PVC, suya ve kimyasallara karşı dayanıklıdır ve dolgu malzemesi olarak çok yavaş çöker. Yapılan çalışmalar, zaman geçtikçe PVC'nin zincir yapısını koruyarak yavaşça azaldığını göstermiştir. Ancak diğer bir yok etme yöntemi olan yakma işleminde ise, PVC asit gaz salgılamaktadır. Hava kirliliği, dioksin sızırmaları ve ağır metaller için de potansiyel tehlikeleri bulunmaktadır [6]. Örneğin 1 ton PVC bileşimindeki sentetik maddenin yakılmasıyla yaklaşık 600 kg klor asidi (HCL)'nin serbest hale geçtiği ve atmosfere katıldığı bildirilmiştir (Erdin, 1995).

Benzer şekilde bakteri ve mantar gibi ayrıştırıcı organizmalar tarafından yok edilemeyen

sentetik maddeler, doğada çürümeden olduğu gibi kalmakta ve atıkları büyük alan kaplamaktadır. Yakıldıklarında ise klor asidi buharları oluşmaktadır. Yapı ürünlerinin yok etme yöntemleri çevrenin sürdürülebilirliği açısından değerlendirilerek, uygun yöntemi seçilmek gerekir.

4.6.3 Enerji Kullanımı

Yıkım ve yeniden üretim arasındaki sürekli döngü, doğal kaynaklar ve enerji kullanımı üzerine büyük bir yük getirmektedir. Yıkım işleminde ve ürünün yeniden üretiminde enerji kullanımı fazla olduğu için sürdürülebilirlik açısından yıkım, başvurulması gereken son çare olmalıdır.

Dördüncü bölümde, yapı ürününün sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından yaşam döngüsü değerlendirilmiştir. Döngünün her aşamasında ürünün çevreye olumlu ve olumsuz etkileri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, yapılan bu değerlendirme doğrultusunda yapı ürününün seçimi gerçekleştirilecektir. Ürün seçiminde izlenen adımlar açıklanacak, bu adımlar arasına sürdürülebilir çevre de ölçütü yerleştirilecektir. Oluşturulan yeni yöntemle çevrenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunacak ürün seçimi gerçekleştirilecektir.

5. YAPI ÜRÜNÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE ÖLÇÜTLERİ DOĞRULTUSUNDA SEÇİMİ

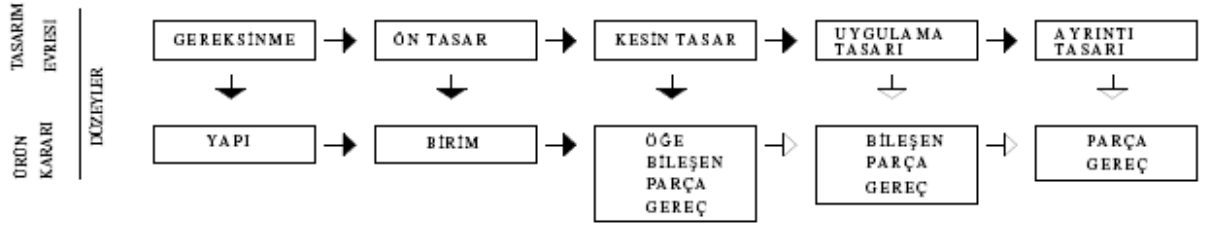
5.1 Yapıda Ürün Seçimi

Endüstri Devrimi'ne kadar yapıda kullanılan ürünlerin sınırlı sayıda olması ve kullanıcı gereksinimlerinin farklılık göstermemesi nedeniyle ürün seçme işlemi tasarımcı tarafından kolaylıkla yapılabilirdi. Endüstri Devrimi ile birlikte yapı sektöründe teknolojik gelişmelerin artması, yeni ürünlerin bulunmasını, ürünlerin niteliklerinin ve çeşitliliğinin artmasını sağlamıştır. Bunun yanında kullanıcı gereksinimleri de günden güne değişmektedir. Zamanla tasarımcının kullanıcı adına doğru ürün kararı vererek seçimi yapması zor bir görev haline gelmiştir (Arıoğlu, 1993).

Yapıda ürün seçiminin temel amacı, kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması, doğru ürün seçimi ile ülke ekonomisine katkıda bulunulması, gereksinilen nitelikte ürünlerin tasarlanması ve üretilmesinin teşvik edilmesidir. Arıoğlu'na göre amaç, tasarım aşamasında kullanıcının eylemlerini konfor içinde sürdürebilmesi için gereksindiği yapıyı oluşturacak ürünlerin akılcı yöntemle seçiminde göz önüne alınması gereken parametrelerin saptanarak düzenlenmesi ve en uygun seçeneğin seçilmesinde sistematik bir yolun belirlenebilmesidir (Arıoğlu, 1993).

Yapı ürünlerinin seçimi, pek çok değişkeni içeren bir karar verme işlemidir. Oluşturulacak bir yapının, kullanıcı isteklerine yanıt verebilir özelliklere sahip olabilmesi, yapıda kullanılan ürünler ile doğrudan ilgilidir. Yapının ömrü boyunca işlevini yerine getirmesini sağlayacak olan ürün seçilirken, kullanıcı istekleri, toplumsal, çevresel, ekonomik... vb pek çok etken göz önünde bulundurulmalıdır. Yapı ürünlerinin seçimi, değerlendirilmesi gereken tüm etmenlerin belirlenerek düzenlenmesi ve en uygun seçeneğin belirlenmesini amaçlar. Geliştirilen ürün seçim yöntemleri, bu işlemleri bir düzen içerisinde ele alarak doğru sonuca ulaşılmasını sağlar (Çayak, 2005).

Yapının biçimlenmesi tasarım evresinde gerçekleşmektedir. Biçimin oluşması, gereksinme, gereksinmeye uygun tasarım ve tasarımı gerçekleştirecek ürün ile doğrudan ilişkilidir. Yapının biçimlenmesi ön tasar ile başladığı için, ürün araştırması bu ilk adımda başlar ve kesin tasar aşamasında karar verilmiş olur. Şekil 5.1'de de gösterildiği gibi, ürün seçimi büyük ölçüde kesin tasar aşamasında gerçekleşmektedir. Ürün araştırması yapının kullanım evresinde de gerekli olabilir (Balanlı, 1997).



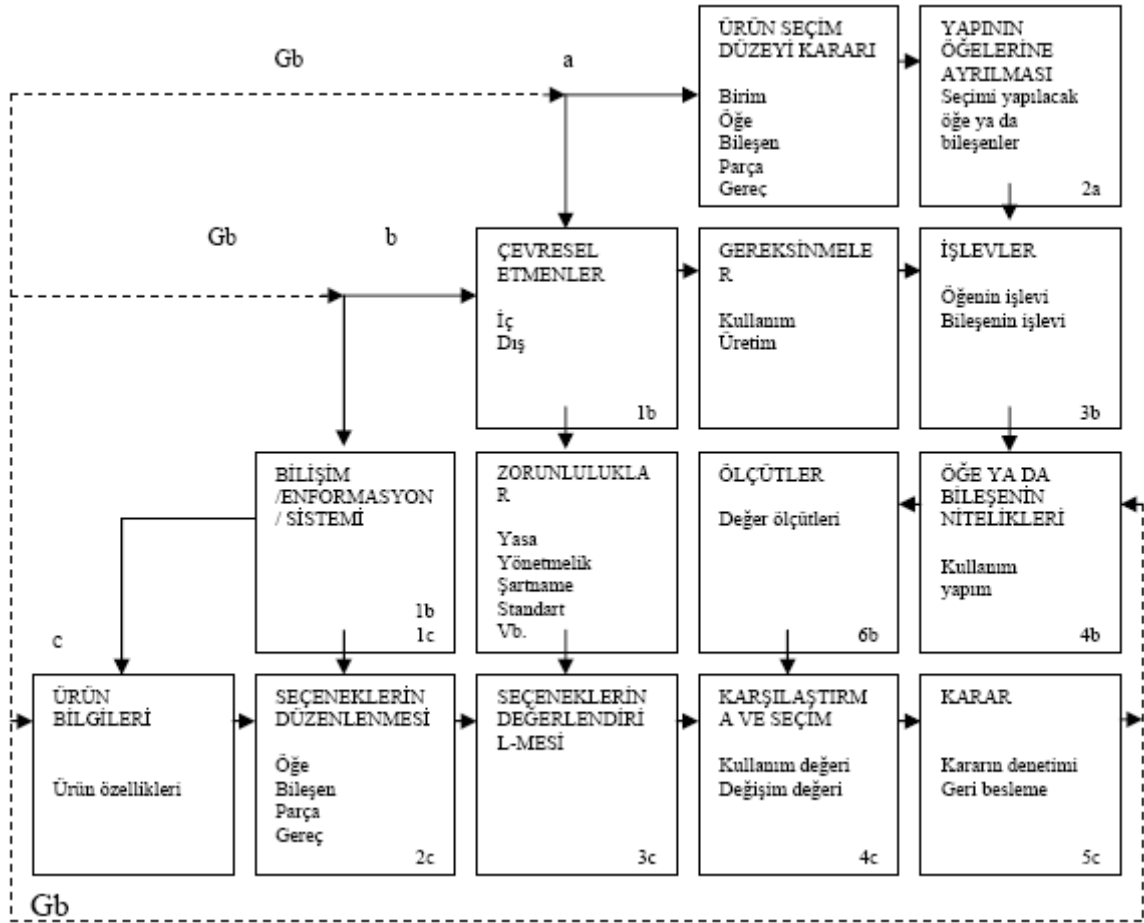
Şekil 5.1 Tasarım evreleri ile ürün seçim düzeyi ilişkisi (Balanlı, 1997)

Yapı ürünleri seçilirken doğru ürün kararının verilebilmesi ve kararın denetiminin yapılabilmesi için belli bir yöntemden yararlanmak gerekmektedir. Mevcut bir yöntemin ya da yeni bir yöntemin geliştirilerek kullanılması tasarımcıya yardımcı olacak, ürün seçme süresini kısaltacak, seçimin doğru olmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada A. Balanlı'nın mevcut yöntemlerden uyarlayarak geliştirdiği yöntemden yararlanılacaktır. Bu yöntemde izlenen adımlara sürdürülebilirlik ölçütü de eklenerek, seçenek oluşumuna sürdürülebilir çevre açısından yeni bir koşul getirilecektir.

Balanlı'nın yönteminde yapı ürünlerinin seçiminde izlenen adımlar;

- Ürün seçiminin hangi düzeyde olacağına karar verilmesi,
- Yapının iç ve dış çevresindeki etmenlerinin belirlenmesi,
- Çevresel etmenlere bağlı olarak kullanım ve üretim gereksinmelerinin bulunması,
- Öge ya da bileşenlerin belirlenmiş gereksinmeleri karşılayabilecekleri işlev ve niteliklerinin bulunması,
- Zorunlulukların belirlenmesi,
- Ölçütlerin belirlenmesi,
- Ürün bilgi tablolarının hazırlanması
- Belirlenen özellikleri sağlayabilecek seçeneklerin düzenlenmesi,
- Belirlenmiş seçenekler değerlendirilerek kararın verilmesi şeklinde sıralanabilir.

Balanlı'nın geliştirdiği ürün seçim yönteminde Şekil 5.2'de gösterildiği gibi a, b, c olmak üzere üç ayrı başlangıç adımı bulunmaktadır. Başlangıç adımları yöntemin girdileri, karar ise tümünün ortak çıktısıdır.



Şekil 5.2 Öge ya da bileşen düzeyinde ürün seçim yöntemi şeması (Balanlı,1997)

A. Balanlı'nın mevcut yöntemlerden uyarlayarak geliştirdiği yöntemde izlenen adımlar, ürün seçiminin hangi düzeyde olacağına karar verilmesi ile başlar. Ardından iç ve dış çevresel etmenler belirlenir ve bu etmenlere bağlı olarak kullanım ve üretim gereksinimleri bulunur. Gereksinimleri karşılayacak işlev ve nitelikler bulunur. Zorunluluk ve ölçütler belirlenerek ürün bilgi tabloları hazırlanır. Seçeneklerin düzenlenip değerlendirilerek kararın verilmesi ile seçim işlemi tamamlanır.

Bu çalışmada ise ürün seçimi, çevresel etmenlerin belirlenmesi adımı ile başlayacak, işlev, nitelikler ve ölçütler belirlenip seçenekler düzenlenecektir. Seçeneklerin düzenlenmesinden önce, ürün özelliklerine sürdürülebilir çevre ölçütleri de katılarak ürün bilgi tabloları oluşturulacaktır. Bu sürdürülebilir çevre özelliklerini taşımayan ürünler (seçenekler) değerlendirmeye katılmayacaktır.

5.1.1 Çevresel Etmenler

Her canlı ve cansız varlık bulunduğu çevre ile ilişki halindedir. Canlı ve cansız varlıkların ilişkili oldukları tüm ortamlar çevre koşullarını oluşturmaktadır. Arıoğlu'na göre, yapı ürünleri seçim sisteminin çevresinde yer alan sistemler çevresel etmenlerin kaynağını oluşturmaktadır. Yapıda ürün kararının doğru verilebilmesi için çevresel etmenlerin bilinmesi ve değerlendirilmesi gerekir.

Canlıların eylemlerini gerçekleştirmesinde olumlu çevre koşulları değerlendirilmeli, olumsuz çevre koşulları da denetlenmelidir.

Çalışmada, Balanlı'nın "Yapıda Ürün Seçimi" çalışmasındaki sınıflandırma kullanılmaktadır. Buna göre çevresel etmenler;

- Kullanıcıya bağlı etmenler
- Doğal ve yapma çevreye bağlı etmenler
- Üretim kaynaklarına bağlı etmenler
- Siyasa, yasa ve kurumlara bağlı etmenler

olmak üzere dört ana başlıkta toplanmaktadır.

5.1.2 Gereksinmeler

"Gereksinme, ulaşılmak istenilen amacı ya da beklenen niteliği ve birtakım kesin kuralları içeren bir kavramdır" (Arıoğlu, 1993).

Yapı için çevre koşullarının kullanıcı gereksinmelerine etkileri bilinmelidir. Yapıdaki tüm gereksinmeler çevresel etmenler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu etmenlerin bir bölümü yapının kullanım evresinde söz konusu olurken, bütünü ise üretimi etkilemektedir. Gereksinmeler, kullanım ve üretim için iki ayrı başlık altında ele alınmıştır (Balanlı, 1997). Çizelge 5.1'de çevresel etmenlerle aynı yapıda olan kullanım ve üretim gereksinmeleri ve alt açılımları gösterilmektedir. Çizelgenin düzenlenmesinde Balanlı'nın çalışmasından yararlanılmıştır.

Kullanıcı gereksinimleri, kullanıcıların eylemlerini konfor içinde gerçekleştirmesi ve sürdürebilmesi için sağlanması gereken koşullardır ve bu gereksinimler, çevresel etmenlere bağlı olarak belirlenmektedir (Ergenç, 2007).

Üreticiler yapının üretim sürecine katılan tüm kişilerdir. Bunlardan bazıları tasarım, uygulama, bazıları da tüm üretim sürecine katkıda bulunurlar. Üretimin çevresindeki etmenler, tasarımı ve uygulamayı etkileyerek kullanıcı ve üreticileri kapsayan üretim gereksinmelerini yaratır (Balanlı, 1997).

Çizelge 5.1 Çevresel etmen - kullanım ve üretim gereksinmeleri

ÇEVRESEL ETMENLER	GEREKSİNMELER	
	KULLANIM	ÜRETİM
A. Kullanıcıya Bağlı Etmenler	A. Kullanıcıya Bağlı Gereksinmeler	A. Kullanıcıya Bağlı Gereksinmeler
B. Doğal ve Yapma Çevreye Bağlı Etmenler	B. Doğal ve Yapma Çevreye Bağlı Gereksinmeler	B. Doğal ve Yapma Çevreye Bağlı Gereksinmeler
C. Üretim Kaynaklarına Bağlı Etmenler		C. Üretim Kaynaklarına Bağlı Gereksinmeler
D. Siyasa, Yasa ve Kurumlara Bağlı Etmenler		D. Siyasa, Yasa ve Kurumlara Bağlı Gereksinmeler

5.1.3 Ürünün İşlev ve Nitelikleri

Yapının ya da ürünün işlevi, gereksinmelerin sonucunda ortaya çıkar. Bu nedenle ürün seçiminde gereksinmelerin işleve dönüştürülmesi gerekmektedir. Seçim her düzeyde yapılabilir. Hangi düzeyde seçim yapılacaksa, o düzeyin yerine getirmesi gereken işlevler saptanır (Balanlı, 1997).

Ürünün işlev ve niteliklerini belirlemede yine aynı yöntem izlenir. Çünkü nitelikler işlevlerin, işlevler gereksinmelerin, gereksinmeler de çevresel etmenlerin sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Aynı çalışmada yapı öge ve bileşenlerinin nitelikleri de aşağıdaki gibi incelenmiştir;

- Kullanıcıya Bağlı Nitelikler
- Doğal ve Yapma Çevreye Bağlı Nitelikler
- Üretim Kaynakları ile İlgili Nitelikler
- Siyasal, Yasa ve Kurumlar ile İlgili Nitelikler

5.1.4 Zorunluluklar

Zorunluluklar, yapının üretildiği ve bulunduğu çevre içindeki kurumlarca belirlenen, uyulması gerekli kuralların tümüdür. Zorunluluklar; yasa, yönetmelik, tüzük, şartname vs şeklinde sıralanabilir.

Ölçütlerin belirlenmesinde ilgili zorunluluklar göz önüne alınmalıdır. Ardından belirlenen ölçütler doğrultusunda seçenekler oluşturulmalıdır.

5.1.5 Ölçütler, Değer Ölçütleri

"Ölçüt, ürün seçiminde çevrenin koyduğu sınırlara göre, düzenlenen amaçları karşılayabilecek ürünlerin, birbirlerine olan üstünlüklerinin belirlenebilmesi için seçimde yer alacak ayırıcı özellikler ya da başka bir anlatımla belirlenen amaç ve zorluklara göre ürünlerden beklenen özellik değerleridir" (Arioğlu, 1993).

Ölçütler, nitelik ve zorunlulukların bir sonucudur. Değerlendirme işlemi ölçütler ile gerçekleşebilir. Değer ölçütleri, seçeneklerin değerini ölçmeye, birinin diğerine göre üstünlüğünü ortaya koyarak seçmeye yarar. Ayrıca bir seçeneğin değerleri üzerine yargıya varmayı da sağlar (Balanlı, 1997).

5.2 Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri Açısından Ürün Seçimi

Geçmişte tüketicilerin yapı ürünü seçimini belirleyen ölçütler ağırlıklı olarak ürünün uygunluğu, fiyatı, sağlanabilme kolaylığı ve görünüşü olmaktadır. Ancak günümüzde tüketici ve tasarımcıların, ürün seçiminde ürünlerin çevre üzerindeki etkilerini de sorgulamaları gerekmektedir. Bir ürünü seçerken küresel ısınma, enerji tüketimi, atık sorunu gibi konularla ürünün ilişkisini kurmak ve çevre dostu ürün kullanmaya dikkat etmek uygundur.

Bu bölümde, yapıda ürün seçimi başlığı altında, ürün seçiminde yararlanılan yöntemden kısaca söz edilmiştir. Ölçütlerin oluşturulması için gerekli olan çevresel etmenler, gereksinimler, işlevler ve zorunluluklar açıklanmıştır. Sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından ürün seçimi başlığı altında ise, oluşturulan ölçütlere sürdürülebilir çevre ölçütleri de katılacaktır. Sürdürülebilir çevre ölçütleri olarak sınıflandırılan doğal kaynak kullanımı, çevresel atıklar ve kirlilik, enerji kullanımı şeklindeki üç ana ölçüt, seçime giren bazı ürünlerin elenmesinde etkili olacaktır. Ürünler, sürdürülebilir çevre ölçütlerine göre değerlendirilecek, geçerli koşulu sağlayanlar seçenek olarak seçime girecektir.

Dördüncü bölümde kapsamlı olarak açıklanan sürdürülebilir çevre ölçütleri, seçim kararında seçeneklerin bu açıdan değerlendirilmesi adına kısaca özetlenecektir.

Doğal Kaynak Kullanımı

Yapı ürünleri yaşam döngüsünde doğal kaynakların bilinçli kullanılması gerekmektedir. Üretilen ürünün miktarı ile bağlantılı olarak çevreye zararın arttığı da unutulmamalıdır. Doğada kolay bulunabilen hammadde kullanımına gidilmeli, ürünün ne kadar geri dönüşümlü olduğu araştırılmalıdır. Birbirinin işine yarayacak üretimler yaparak, hammaddenin etkin kullanılması ile gelecek kuşaklar için daha sürdürülebilir çevre oluşturulabilir.

Çevresel Atıklar ve Kirlilik

Yapı ürünleri yaşamlarının herhangi bir bölümünde (üretim, kullanım, yok ediliş vb.) bulundukları ortama yaydıkları zararlı gazlar ve katı atıklar nedeniyle çevresel kirlilik oluşturmaktadır. Bu, çevrenin sürdürülebilirliği açısından istenmeyen bir durumdur. Çünkü yayılan gazlar ozon tabakasının incelmesine, asit yağmurlarının oluşumuna, hava, su, toprak kirliliğine neden olmaktadır. Ürün seçiminde, ürünün yaşam döngüsünde çevreye bıraktığı katı ve gaz atık miktarına dikkat etmek gerekir.

Enerji Kullanımı

Yapıların enerji etkin tasarlanması, yapı ürünlerinin enerji özellikleriyle bağlantılıdır. Ürünün üretim aşamasında az enerjiye gereksinim duyması, enerjinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Az enerji kullanan ürünlerin, çeşitli ısısal özellikleriyle de ısı depolaması sürdürülebilir çevre açısından olumlu bir durumdur. Dolayısıyla yapılarda, yaşam döngüsü boyunca enerji kullanımı açısından uygun yapı ürünleri tercih edilerek enerjinin gelecek kuşaklara aktarımı sağlanabilir.

Aynı zamanda kullanılan enerjinin türü de önemlidir. Temiz ve yenilenebilir enerji tüketen yapı ürünleri çevreye yayılabilecek zararlı emisyonları önlediği için o yapıyı daha sürdürülebilir hale getirecektir.

5.2.1 Seçeneklerin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi

Ürün seçeneklerinin oluşturulması, ortaya konulan ölçütler çerçevesinde gerekli nitelikleri karşılayabilecek ürünlerin belirlenmesine yöneliktir. Değerlendirme, belirlenmiş ölçütler ile düzenlenmiş seçeneklerin arasından en uygununu seçmektir (Balanlı, 1997).

Ürün seçenekleri, ürün özelliklerine ilişkin bilgilere ve istenen niteliklere bağlıdır. Seçenekler,

beklenen nitelikleri gösterme olasılığına göre belirlenir. Bu çalışmada, seçeneklerin değerlendirilmesinde üründen beklenen genel niteliklerin yanı sıra, sürdürülebilir çevre ölçütleri de önemli bir kıstas olacaktır. Çünkü çevrenin sürdürülebilirliği, yapılar ve yapı ürünleri ile de yakından ilişkilidir. Yapıyı oluşturan yapı ürünleri, uzun yıllar boyunca doğal ve yapma çevrede yer almaktadır. Dolayısıyla ürünlerin yaşam döngüsünün her evresinde çevreye müdahalesi söz konusudur. Gelecek kuşaklara sağlıklı, temiz bir çevre bırakabilmek adına yapı ürünlerinin çevreye olumsuz etkilerini azaltmak gerekmektedir. Bu nedenle ürünler, sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından değerlendirilerek risk saptanacaktır. Risk değerlendirilerek yönetilip yönetilemediğine bakılacak, olumsuz sonuç alınırsa diğer özelliklerine bakılmadan elenecektir.

Ürün bilgi tablosu, ürünlerin ısı, ses, yangın, ekonomik gibi birçok özelliğinin yer aldığı, seçim yapacak kişiye ürün ile ilgili yol gösterici tablolardır.

Ürün bilgi tablolarından yararlanılarak geliştirilen seçeneklerle değerlendirmenin yapılabilmesi için özellikler, düzenleniş biçimi ve ürün bilgilerinin eksiksiz ve yeterli düzeyde belirlenmesi gerekmektedir (Balanlı, 1997).

Seçenekler arasında yer alacak ürünlerin yaşam döngüleri üç ana sürdürülebilirlik ölçütü açısından incelenecektir. Örneğin kullanılacak yapı ürünü olarak çatı kaplaması ele alınabilir. Kullanıcının önünde çatı kaplaması ürünü olarak dört farklı seçenek varsa (kiremit, sandviç panel, sac vb.) ve bunların arasından birini seçmesi gerekiyorsa, öncelikli olarak bu ürünlerin yaşam döngülerinde çevreye etkileri değerlendirilecektir. Ölçütler açısından ürünlerin yaşam döngüsü evrelerinin değerlendirmesi,

- Doğal kaynak kullanımı: Su kullanım miktarı, yenilenebilir kaynak kullanımı, hammaddenin geri dönüşüm oranı vb...
- Çevresel atıklar ve kirlilik: Suya, toprağa bıraktığı katı atık miktarı, asit yayılımı, küresel ısınmaya ve ozon tabakasına etkisi vb..
- Enerji kullanımı: Kullandığı enerjinin türü, miktarı ve geri dönüşüm oranı, güneş, su, rüzgar enerjisinden yararlanması vb..

açılardan incelenerek gerçekleştirilebilir.

Her seçeneğin yaşam döngüsü, sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından değerlendirildikten sonra, çevrenin sürdürülebilirliğine gösterdiği olumlu ya da olumsuz etkisinin derecesine göre Çizelge 5.2'deki gibi sınıflandırılabilir. Bu değerlerin ifadesinde "X" sembolü kullanılabilir.

Ürünün çevresel etkisi kötü, orta, iyi ve çok iyi şeklinde nitelikler aldığı anda “X” sembolünün ifadesi değişir ve bu sembol bir değere dönüştürülebilir. Ürünün çevrenin sürdürülebilirliğine etkisine göre aldığı sembol ve bu sembolün değeri Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.2 Ürünün çevrenin sürdürülebilirliğine etkisinin değerlendirilmesi

Çevrenin Sürdürülebilirliğine Etki	Sembol	Değer
kötü	-	0
orta	X	1
iyi	XX	2
çok iyi	XXX	3

Etiket değeri, seçeneğin bilgi tablosuna aktarılmak üzere oluşturulan yardımcı koddur. Curwell’in çalışmasından yararlanılarak oluşturulan sembollerin değere dönüştürüldüğü çevresel etki çizelgesinden ürünün (seçeneğin) etiket değeri oluşturulmuştur (Curwell ve March 1986). Şekil 5.3’de örneklendiği gibi, her sembolün değer olarak okunup yan yana yazılmasıyla o seçeneğin etiket değeri elde edilmiştir. Ürünün yaşam döngüsü altı evrede incelendiği için etiket değeri de altı hanelidir.

Yaşam Döngüsü	Hammadde edinimi	Üretim	Yapıya Uygulama	Kullanım	Geri dönüşüm	Yok etme
Değerlendirme	X	XXX	-	XX	X	XXX
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Etiket Değeri	1	3	0	2	1	3

Şekil 5.3 Ürünün etiket değerinin oluşturulması

Sürdürülebilir çevre ölçütlerine göre yaşam döngüleri değerlendirilen seçenekler, döngünün herhangi bir evresinde kötü (-) ya da orta (X) değer aldığı anda risk ortaya çıkar.

Risk;

“...tehlike, kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç oluşma olasılığı...”(Andrews ve Moss, 2002).

“...belirlenmiş tehlikeli bir olayın oluşma olasılığı ve sonuçlarının birleşimi...”(Karaca,

2004).

“...nesne ya da olguların bir etkileşim sonrasında can kaybı, sağlık sorunları, ürün ve çevrede hasarlar gibi olumsuz sonuçlar oluşturma olasılığı ve bu etkileşimin belirli bir zaman dilimindeki büyüklüğü...” (Vural ve Balanlı, 2005)

şeklinde tanımlanmaktadır.

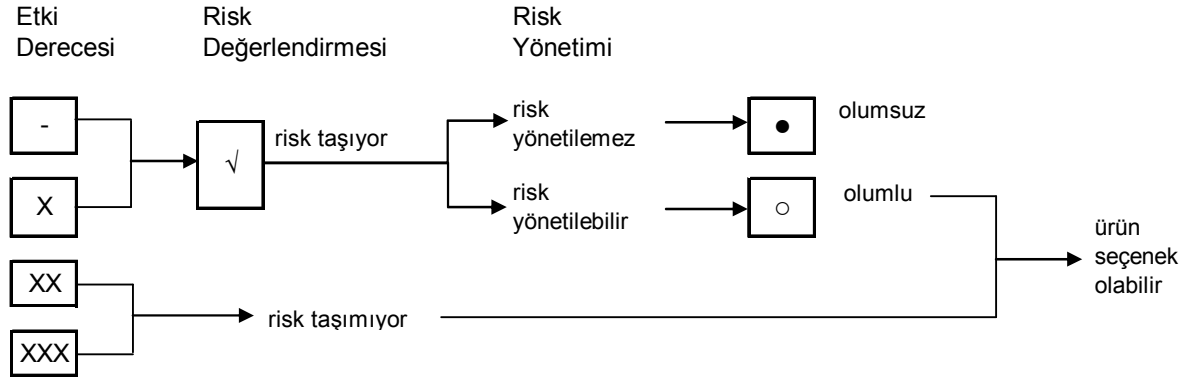
Yaşamda hiçbir zaman sıfır risk söz konusu değildir. Her olay, her karar, atılan her adım istenmeyen bir yönü, yani bir riski içermektedir.

Risk çalışmasında izlenecek adımların başında risk değerlendirmesi gelmektedir. Risk değerlendirmesi, risklerin tanımlanması, ölçülmesi ve nitelendirilmesini içerir. Riskin doğru değerlendirilmesi için, tehlikenin tanımı, etkilenme değerlendirmesi ve riskin nitelendirmesi gibi belirli bir süreçten geçmesi gerekmektedir. Risk değerlendirmesi bilimsel verilerin sonucunda, uzmanların kararı ve belirlenen varsayımdan oluşmaktadır (Şaylan, 2007).

Risk yönetimi ise, risk değerlendirmelerine dayanarak alınan yasal, siyasal, sosyal, fiziksel ve ekonomik önlemlerdir. Bu süreçte var olan risklere karşı nelerin kabul edilebilir, bu risklere karşı neler yapılabilir ve riskleri kabul edilebilir bir düzeye indirebilmek için nasıl önlemler alınabilir gibi sorulara cevap aranır (Vural ve Balanlı, 2005). Risk yönetiminde en önemli nokta alınan riskin ne olduğunun bilinmesi ve gerekli önlemin alınmasıdır (Glikman ve Gough, 1995).

Çalışmada, yaşam döngüleri sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından incelenen ürünün hangi evrede risk taşıdığı belirlenecek ve bu risk değerlendirilecektir. Yaşam döngüsünde çevreye etkisi kötü (-) ya da orta (X) olan seçenekler, risk taşıyor olarak değerlendirilip “√ ” sembolü ile ifade edilebilir (Şekil 5.4). Seçenekte “√ ” sembolü görüldüğünde ürünün hangi evrede, hangi sürdürülebilir çevre ölçütü açısından risk taşıdığı belirlenebilir. Ardından bu riskin yönetilip yönetilemeyeceği incelenebilir.

Ürünün yaşam döngüsü evrelerinin değerlendirilmesi sonucu saptanan risk; denetlenebilir, çözüm önerileri ile azaltılabilir-yok edilebilir ve gerekli önlemler alınabilir ise o ürün olumlu olarak nitelendirilecektir. Eğer saptanan riskin yönetiminde risk yok edilemiyor ve alınacak önlemler risk faktörünü ortadan kaldıramıyor ise bu ürün olumsuz olarak nitelendirilecek ve seçenekler arasına eklenmeyecektir. Riskin yönetimi sonucu ürün olumlu olarak nitelendiriliyor ise çizelgeye “o” sembolü, olumsuz ise “●” sembolü ile taşınabilir. Ürünün risk değerlendirmesi ve yönetimi durumu Şekil 5.4’de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.4 Riskin belirlenip yönetilmesi

Yapıda ürün seçimi, bu çalışmada izlenen anlatım sırasına (Bakınız 5.1) uygun işlemler dizini ile yapılabilir. Ürün seçim yöntemine eklenen adımlar ile,

1. ADIM

- Ürün seçiminin hangi düzeyde yapılacağının kararının verilmesi (öge, bileşen, parça....)
- Yapının iç ve dış çevresindeki etmenlerin belirlenmesi
- Çevresel etmenlerden kaynaklanan gereksinimlerin belirlenmesi
- İşlevlerin bulunması
- Niteliklerin bulunması
- Çevresel etmenlerden kaynaklanan ilgili zorunlulukların belirlenmesi
- Ölçütlerin belirlenmesi

2. ADIM

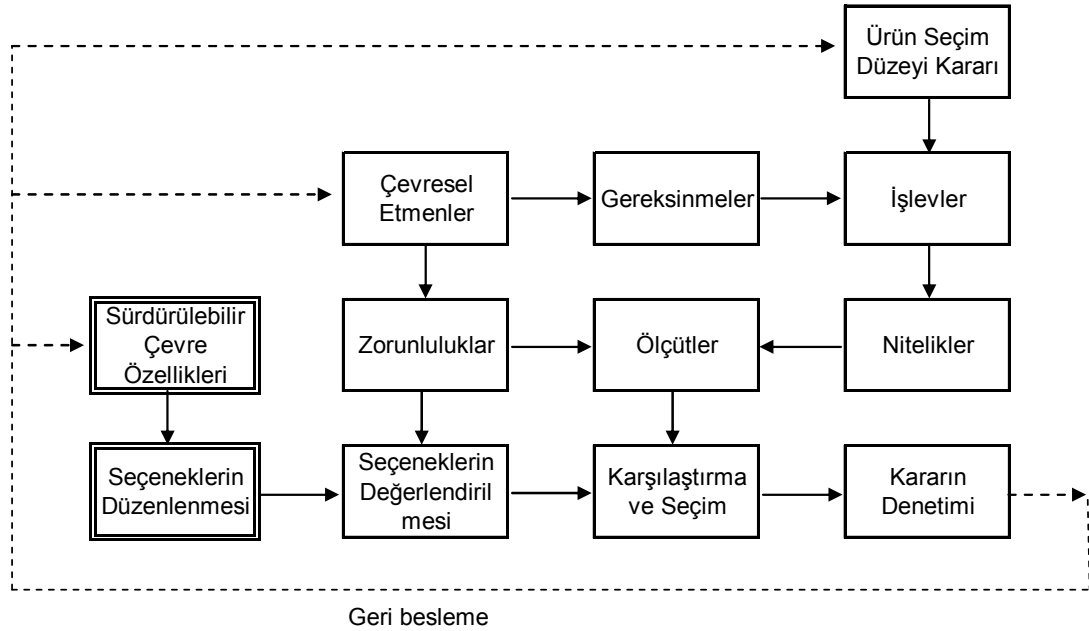
- Sürdürülebilir çevre özelliklerinin belirlenmesi
- Sürdürülebilir çevre özellikleri doğrultusunda seçeneklerin düzenlenmesi
- Ürünün yaşam döngüsünün sürdürülebilir çevre özellikleri açısından incelenmesi
- Seçeneklerin değerlendirilmesi
- Riskin belirlenmesi

- Risk yönetimi
- Ön eleme yapılması

3. ADIM

- Seçeneklerin bilgi tablolarının oluşturulması
- Seçeneklerin karşılaştırılması ve seçim
- Kararın denetimi – geri besleme

şeklinde açıklanabilir. İzlenen adımlar şekil 5.5’de şematik olarak gösterilmiştir. Şeklin düzenlenmesinde A. Balanlı’nın çalışmasından yararlanılmıştır.



Şekil 5.5 Ürün seçim yöntemi şeması

Çalışmada, örnek olarak yapı ürünü seçiminde dört seçenek ele alınmıştır. Her ürünün yaşam döngüsünde sürdürülebilir çevre açısından değerlendirilmesi ve riskin saptanması, saptanan riskin yönetilip yönetilemeyeceği Çizelge 5.3, 5.4, 5.5, 5.6’da gösterilmektedir. Yaşam döngüsünde kötü (-) ya da orta (X) değer alan seçeneklerin risk taşıdığı sonucuna varılmıştır. Bu risk denetlenemiyor, yok edilemiyor ya da önlem alınamıyorsa olumsuz olarak nitelendirilerek elenmiştir. Örneğin ikinci seçenek yapıya uygulanması evresinde, çevresel kirlilik ve enerji kullanımı ölçütü açısından risk taşımaktadır. Değerlendirme sonucu saptanan risk yönetildiğinde olumsuz sonuç aldığından bu seçenek elenmiştir.

Çizelge 5.3 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 1

S1	Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri			Risk Taşınması	Risk Değerlendirilmesi
	Doğal Kaynak Kullanımı	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	Enerji Kullanımı		
Hammadde edinimi	XX	XX	XXX		
Üretim	X	-	x	√	○
Yapıya Uygulama	XX	XX	X	√	○
Kullanım	XXX	XX	XX		
Geri dönüşüm	XX	-	X	√	○
Yok edilme	XX	XX	XX		
Etiket Değeri	212322	202202	311212		olumlu

Çizelge 5.4 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 2

S2	Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri			Risk Taşınması	Risk Değerlendirilmesi
	Doğal Kaynak Kullanımı	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	Enerji Kullanımı		
Hammadde edinimi	XXX	XX	XXX		
Üretim	X	XX	-	√	○
Yapıya Uygulama	XX	-	X	√	●
Kullanım	XX	X	XX	√	○
Geri dönüşüm	XXX	XX	X	√	○
Yok edilme	XX	XXX	XX		
Etiket Değeri	312232	220123	301212		olumsuz

Çizelge 5.5 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 3

S3	Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri			Risk Taşınması	Risk Değerlendirilmesi
	Doğal Kaynak Kullanımı	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	Enerji Kullanımı		
Hammadde edinimi	XXX	XX	X	√	○
Üretim	X	X	X	√	○
Yapıya Uygulama	XX	XX	XX		
Kullanım	XXX	XX	XXX		
Geri dönüşüm	XXX	-	X	√	○
Yok edilme	XX	XX	XX		
Etiket Değeri	312332	212202	112312		olumlu

Çizelge 5.6 Seçeneğin değerlendirilmesi- örnek 4

S4	Sürdürülebilir Çevre Ölçütleri			Risk Taşınması	Risk Değerlendirmesi
	Doğal Kaynak Kullanımı	Çevresel Atıklar ve Kirlilik	Enerji Kullanımı		
Hammadde edinimi	XX	XX	XX		
Üretim	X	-	X	√	○
Yapıya Uygulama	XX	XX	X	√	○
Kullanım	XX	XX	XXX		
Geri dönüşüm	XXX	XX	X	√	○
Yok edilme	X	-	XX	√	○
Etiket Değeri	212231	202220	211312		olumlu

5.2.2 Ürün Bilgi Tablolarının Düzenlenmesi

Ürün seçimi, pek çok seçeneğin yer aldığı bir karar verme işlemidir. Değerlendirme yapılabilmesi için, seçeneklerin beklenen özellikleri ne oranda içerdiklerinin belirlenmesi gerekir. Bu aşamada ürün bilgi tablolarından yararlanılır.

Seçeneklerin doğru değerlendirilebilmesi için, ürün bilgi tablolarında ürün bilgilerinin eksiksiz ve yeterli düzeyde yer alması gerekmektedir. Oluşturulan Çizelge 5.7’de öncelikle ürünlerin sürdürülebilir çevre özellikleri, devamında diğer ürün özellikleri gösterilmektedir. Bu ürün bilgi tablolarından yararlanılarak, seçeneklerin beklenen özellikleri ne oranda içerdiği belirlenir.

Çalışmada, sürdürülebilir çevreye uygun ürün seçimine önem verildiği için, ilk ölçüt olan sürdürülebilir çevre özelliklerine bakılmaktadır. Seçeneklerin düzenlenmesi başlığı altında yapılan değerlendirme sonucu, ele alınan dört seçenekten ikinci seçeneğin sürdürülebilir çevre ölçütlerine uygun olmadığı belirlenmiştir. Bu seçenek elenerek, ürün bilgi tablosuna aktarılmamıştır.

Ürün bilgi tablolarında, ürünlerin sürdürülebilir çevre özellikleri etiket değerleri ile ifade edilebilir. Üretici ya da kullanıcı seçenekler arasından seçim yaparken ürünlerin etiket değerini okur ve ürünün yaşam döngüsünün her evresinde sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından nasıl değerlendirildiği konusunda bilgi edinir. Bu doğrultuda seçimini gerçekleştirir.

Çizelge 5.7’de ürün bilgi tablosunun hazırlanmasında sürdürülebilir çevre özellikleri dışındaki

bölümler Ağırbasar'ın çalışmasından alınmıştır.

Ürün bilgi tabloları şu başlıklardan oluşmaktadır:

- Ürünün seçenek kodu,
- Kodlamayla oluşturulan ürün seçenek açılımı,
- Ürün seçenek ayrıntısı,
- Ürünün özellikleri,

A. Sürdürülebilir çevre özellikleri

- Doğal kaynak kullanımı
- Çevresel atıklar ve kirlilik
- Enerji kullanımı

B. Kullanım özellikleri

- Kullanıcıya bağlı özellikler
- Isı ile ilgili özellikler
- Ses ile ilgili özellikler
- Su ve nem ile ilgili özellikler
- Işık ile ilgili özellikler
- Yangın ile ilgili özellikler
- Mikroorganizmalar ve Katı zararlılar ile ilgili özellikler
- Yükler ve kuvvetler ile ilgili özellikler
- Kullanım süreci ile ilgili özellikler

C. Üretim özellikleri

- Üretim ile ilgili özellikler
- Ekonomik özellikler

Çizelge 5.7 Ürün bilgi tablosu

[illegible]

5.2.3 Karşılaştırma ve Seçim

Seçenekler; çevresel etmenler, çeşitli gereksinimler ve zorunluluklar doğrultusunda belirlenip sürdürülebilir çevre ölçütlerine uygunluğu açısından değerlendirildikten sonra ürün bilgi tablolarına aktarılır. Bu tablolar, kullanıcıların ürünlerin tüm özelliklerini görüp karşılaştırma yapmasına olanak sağlar.

Karşılaştırılma işlemi sonucunda, seçenekler arasında en uygun ve yararlı olanına karar verilebilir. Seçim yapılırken, seçeneklerin ölçüte ne derece uygun olduğu karşılaştırma yapmak açısından önemlidir.

Seçeneklerin karşılaştırılması, kullanım ve değişim değerleri ile olmaktadır (Balanlı, 1997). Seçeneğin değerinin ne olduğu ve belirlenen ölçüte göre ağırlığı, o ölçütün ne derece önemli ve yararlı olduğu ile ilgili hesaplar sonucunda bulunabilir.

Her biri aynı önemde olmayan, gereksinimlerin önceliklerine göre değişen ölçütler, ürün seçimine eşit ağırlıkta katılmaz. Çalışmada, sürdürülebilir çevre ölçütlerinin önem ağırlığının diğer ölçütlere oranla daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Sürdürülebilir çevre ölçütleri açısından değerlendirilip ön eleme yapıldıktan sonra seçeneklerin diğer ölçütlerinin önem ağırlıkları çeşitli yöntemlerle karşılaştırılmakta ve karar verilmektedir.

Karar verildikten sonra, sonucun amaçlanan performansa ne düzeyde ulaştığının belirlenmesi için geri besleme uygulanarak kararın denetlenmesi gerekmektedir. Bu ölçmede, amaçlanan sonuç ile gerçek sonuç arasındaki fark sonucun başarı düzeyini verir (Balanlı, 1997).

Sonuçların denetlenmek ve daha sonraki sonuçları değiştirmek ve seçenek olarak yeniden sisteme verilmesi biçiminde tanımlanan geri beslemenin ürün seçiminde,

- Yöntemin adımları arasında bilgi alışverişi sağlama,
- Sapmaları önceden belirleyerek denetim altına alabilme,
- Kullanım evresinde oluşan sorunların daha sonra üretilecek yapılarda yinelenmesini önleme,
- Kullanım evresinden tasarım evresine bilgi aktarma

gibi yararları vardır (Balanlı, 1997).

6. SONUÇ

İnsanoğlu var oluşundan bugüne dek, doğal çevre içerisinde kendine yaşam ortamı yaratmaya ve yapılı çevre oluşturmaya çalışmıştır. Bu durum zamanla doğal çevrenin ve ekolojik dengenin bozulmasına yol açmıştır. Sağlıklı yaşam koşullarını sürdürebilmek, gelecek kuşaklara yaşanabilir çevre bırakmak adına sürdürülebilirlik kavramı gelişmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı yapılar ve yapı ürünleri bağlamında ele alındığında, ekolojik dengeyi bozmayacak ve gelecek kuşakları tehdit edecek unsurlar oluşturmayacak ortam yaratmak olarak açıklanabilir. Yapı ürünlerinin sürdürülebilir çevreye uygunluğu, yaşam döngüsü evreleri incelenerek değerlendirilebilir.

Ürün yaşam döngüsü, ürünlerin hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve ürünün kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngüdür. Bu süreçte ürünler, çevre ile dolaylı ya da doğrudan etkileşim halinde bulunurlar. Ürünlerin döngüdeki çevreyle etkileşimini ayrıntılı incelemek, seçim işleminde doğru kararın verilmesinde etkili olacaktır.

Yapı ürünlerinin seçimi, pek çok değişkeni içeren bir karar verme işlemidir. Yapının ömrü boyunca işlevini yerine getirebilecek olan ürün seçilirken, kullanıcı istekleri, toplumsal, çevresel, ekonomik... vb pek çok etken göz önünde bulundurulmaktadır. Ürünün sürdürülebilir çevreye uygunluğunu da bu etkenler arasına eklemek, bilinçli ürün seçimi kararının verilmesini sağlayacaktır.

Çevrenin sürdürülebilirliğine;

- Canlıların çoğu için tek yaşam olanağı oluşturan güneş doğal kaynağından yapılarda en akılcı şekilde yararlanan,
- Yaşam döngüsünde bilinçli enerji kullanan,
- Hammadde kullanımını aza indiren,
- Geri dönüşüm ve yeniden kullanım işlemine uygun,
- Çevreye yaydığı katı atık ve kirlilik miktarı az olan,
- Çevreye en az düzeyde zarar veren

ürün seçimi sayesinde katkıda bulunulabilir.

Ürünün diğer niteliklerine bakılmadan önce sürdürülebilir çevre ölçütlerine göre yaşam döngüsünü incelemek, değerlendirmede olumsuz sonuç alanları ön eleme ile seçenekler arasına dahil etmemek çevrenin sürdürülebilirliği açısından atılacak önemli bir adımdır. Çalışmada, mevcut ürün seçim işlemine ürünün sürdürülebilir çevreye uygunluğunun denetimi adımı da eklenerek yeni bir yöntem oluşturulmuştur. Bu yöntem ile,

- Ürün yaşam döngüsü evrelerinin sürdürülebilir çevre ölçütleri doğrultusunda değerlendirilmesi,
- Değerlendirme sonucunda ürünün çevresel etkisinin kötü, orta, iyi ve çok iyi şeklinde nitelendirilmesi,
- İyi ve çok iyi olarak nitelendirilen ürünlerin seçenek olarak kabul edilmesi,
- Kötü ve orta olarak nitelendirilen ürünlerde risk saptanması,
- Risk yönetimine gidilmesi,
- Saptanan risk yönetilebiliyorsa seçenek olarak kabul edilmesi, risk yönetilemiyor ve yaratacağı olumsuzluk ortadan kaldırılamıyorsa o ürünün elenmesi

adımları sonucunda seçimin tamamlanması önerilmektedir.

Ürünlerin sürdürülebilir çevreye uygunluğu denetlenerek bilinçli seçimin gerçekleştirilmesi ile çevrenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunulacağı ve gelecek kuşaklara daha yaşanabilir ortam bırakılacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilirlik, bir ideoloji değil, mimarinin kaçınılmaz bir özelliği olmak durumundadır. Kişileri geleceği tehdit eden unsurlar konusunda bilinçlendirmek, çevrenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunacak tasarımlar yapmak gerekmektedir. Çevrenin sürdürülebilirliği açısından uygun olmayan ürünler yapılarda kullanılmayarak, doğal kaynakların sürekliliği sağlanacak ve çevre sağlığı korunacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağrıbasar, Ö. F., (2006), “Dış Duvar Kaplama Ürünlerinin Seçiminde Ürün Bilgilerinin Düzenlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Andrews, J. D. ve Moss, T. R., (2002), “Reliability and Risk Assessment”, Professional Engineering Publishing, Londra.
- Arıoğlu, N., (1993), “Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayaz, E., (2002), “Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayman, O., (2008), “Sudaki Ayak İzimiz”, National Geographic Türkiye, Temmuz 2008.
- Balanlı, A., (1997), Yapıda Ürün Seçimi, Yümfed Yayınları, İstanbul.
- Balanlı, A. ve Öztürk, A., (2006), Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar, Yümfed Yayınları, İstanbul.
- Başar, B., (2007), “Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Baysan, O., (2003), “Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berkin, G., (2006), “Sürdürülebilir Mimari İçin Pirinç Çeltiği Kabuk Külünden Üretilen Isı Korunumlu Cam Yapı Malzemesi”, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beyhan, Ş. G., (2004), “Sürdürülebilir Çevreler İçin Planlama-Tasarım-Uygulama Kurgusu İçerisinde Davras Dağı Ölçeğinde Sürdürülebilir Malzeme Seçimi”, Yalıtım Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzoder, İstanbul.
- Ciravoğlu, A., (2006), “Sürdürülebilirlik Düşüncesi-Mimarlık Etkileşimine Alternatif Bir Bakış: ‘Yer’ in Çevre Bilincine Etkisi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ciravoğlu, A., (2008), “Sürdürülebilir Mimarlık: Eskimiş Kavrayışlarla Yeni Söylemler Arasında”, Mimarlık, 340:13-16.
- Cook, J., (2000), “Ekolojinin Mimarisi”, Domus Dergisi, Nisan-Mayıs, 10:52-57.
- Curwell, S. R. ve March, C. G., (1986), Hazardous Building Materials, E&F.N. Spon Ltd., London.
- Çakmaklı, A. B., (2005), “Neden Sürdürülebilirlik? Neden Sürdürülebilir Bina Malzemeleri”, TMMOB Ankara Şubesi, 33:106-109, Ankara.
- Çayak, B., (2005), “Yapı Ürünlerinin Seçiminde Yararlanılan Ürün Bilgileri Bilişim Sistemi İçin Bir Model Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çepel, N., (1992), Doğa Çevre Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları, Altın Kitapları, İstanbul.

- Dilaver, D., (2005), “Yapı Ürünlerinin Çevre ile İlişkisi Kapsamında Çevre Dostu Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Edwards, B., (2001), “Green Architecture”, Architectural Design, Issue 4, 71:30.
- Edward, B., (2007), “Sürdürülebilirlik Kültürü ve Mimari Tasarımın Önündeki Güçlükler”, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, 27-27 Nisan 2007, TMMOB Mimarlar Odası Antalya Şubesi, Antalya.
- Erdin, N., (1995), “Malzeme Seçiminde Ekolojik Kriterler”, Yapı, 164:95-97.
- Ergenç, S., (2007), “İç Duvar Kaplamalarında Ürün Seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eryıldız, D., (2003), “Sürdürülebilirlik ve Mimarlık Dosyasında Ekolojik Mimarlık”, Arredamento Mimarlık Dergisi, 154:71-75.
- Esin, T., (2006), “Sürdürülebilir Yapılaşma İçin Uygun Malzeme Seçimi”, Yapı, 291:83-86.
- Field, B., (1997), Environmental Economics, McGrawhill Comp, Singapore.
- Gao, W., Ariyama, T., Ojima, T. ve Meier, A., (2001), “Energy Impacts of Recycling Disassembly Material In Residential Building”, Energy and Buildings, 33: 553-562.
- Glikman, T. S. ve Gough, M., (1995), "Readings in Risk", Resources for the Future, Washington.
- Haapio, A. ve Viitaniemi, P., (2008), “Environmental Effect of Structural Solutions and Building Materials to a Building”, Environmental Impact Assessment Review.
- İncedayı, D., (2004), “Çevresel Duyarlılık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak Sürdürülebilirlik”, Mimarlık Dergisi 318.
- Karabey, H., (2002), “Sürdürülebilirlik ve Mimarın Sorumluluğu”, Mimarist, 6:64-66.
- Karaca, S., (2004), “Yapı İşlerinde İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi ve Alınacak Önlemler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karaman, A., (1995), “Sürdürülebilir Çevre Kavramı Çerçevesinde Ekolojik Planlama Yaklaşımı: Bir Yöntem”, Kent ve Çevre Planlamaya Ekolojik Yaklaşım, 17. Dünya Şehircilik Günü Kollokyumu, Bursa.
- Karaman, A., (1997), “Dağlık Arazi Ormancılığında Üretim Faaliyetleri Sırasında Çevreye Verilen Zararlar ve Ekolojik Dengedeki Bozulmalar”, III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 3-5 Eylül 1997, Kırşehir.
- Kato, S., (1994), Salzburg Seminar on Environment and Diplomacy, Sazburg Austria.
- Keating, M., (1992), The Earth Summit's Agenda for Change: A Plain Language Version of Agenda 21 and The Other Rio Agreements, Center For Our Common Future.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C., (2005), Çevre Politikası, İmge Kitapevi, Ankara.
- Koçhan, A., (2002), “Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım”, Yapı, 249:45-53
- Lamborg, B., (2001), “The Truth about the Environment”, The Economist, 4 August, p.63-65.

- McDonough, W., (1992), *The Honnover Principles: Desing for Sustainability*, William McDonough Architects, Newyork.
- Mora, E. P., (2007), “Life Cycle, Sustainability And The Transcendent Quaility Of Building Materials”, *Building and Environment*, 42:1329-1334.
- Mutlu, A., (2005), “Ekoloji ve Yönetim Düşüncesi (Toplumsal Ekoloji ve Sürdürülebilir Gelişme Üzerine Bir İnceleme)”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Oktay, D., (2002), “Kuzey Kıbrıs’ta Yöresel Mimarinin Geleneklerinden Çağdaş ve Duyarlı Çevrelere Sürdürülebilirlik Bağlamında Planlama ve Tasarım”, *Mimarist*, 6:67-71.
- Oktay, D., (2007), “Sürdürülebilirlik, Yaşanılabilirlik ve Kentsel Yaşam Kalitesi: Kavramdan Uygulamaya”, *Mimarlık*, 335:37-40.
- Onat, M., (2004), “Yapı Malzemelerinin Ekolojik Bir Yaklaşımla Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Özcan, K., (2000), *Yapı, Barışcan Ofset Yayınları*, Ankara.
- Özçuhadar, T., (2007), “Binalarda Yaşam Döngüsü”, *Yapı*, 312:14-18
- Özey, R., (2001), *Çevre Sorunları, Aktif Yayınevi*, İstanbul.
- Pappu, A., Mohini, S. ve Asolekar, S. R., (2007), “Solid Wastes Generation In India and Their Recycling Potential In Building Materials”, *Building and Environment*, 42:2311-2320.
- Recchioni, M., Mandorli, F., Germani, M., Faraldi, P. ve Polverini, D., (2007), “Life Cycle Assessment Simplification For Modular Products”, *Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, Waseda University, Tokyo, Japan.
- Sakınç, E., (2006), “Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sievers, H., Tikana, L., ve Tomaschek, U., (2006), “Material Life-cycle Analyses: Comparative Materials Study For Drinking - Water Systems”, *European Copper Institute*, Belgium.
- Süel, A.B., (2003), “Çevre Dostu Ürün Kavramı ve Tüketime Yansımaları”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Spence, R. ve Mulligan, H., (1995), “Sustainable Development and the Construction Indusrty”, *Habitat Inty, Elsevien Science Ltd, Great Britain*, 19: 280-283.
- Şaylan, G., (2007), “Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Risk Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şentürk, H. ve Çelebi, G., (2006), “Yapı Malzemeleri İçin Çevresel Ürün Beyanları, Avrupa Birliğinde Gelişimi ve Ülkemizdeki Gelişme Potansiyeli”, 3. Ulusal Yapı Malzeme Kongresi ve Sergisi, 15-17 Kasım 2006, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul.
- Taygun, G. T., (2005), “Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Taygun. G. T. ve Balanlı, A., (2005), “Yapı Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi”, Megaron, YTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1:40-50.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı , Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, (2003), “Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği”, T.C. Resmi Gazete, 16.12.2003.

Tekeli, İ., (2001), “Sürdürülebilirlik Kavramı Üzerinde İrdelemeler”, Cevat Geray'a Armağan, Mülkiyeliler Birliği Yayınları, Ankara.

Topbaş, T. T, Brohi, A. R. ve Karaman, M. R, (1998), “Çevre Kirliliği”, T.C Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Tozar, T., (2006), “Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği İçin Geliştirilen Ekolojik Planlama Yöntemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tönük, S., (2007), “Ekolojik Yaşam ve Ekolojik İlkelere Uygun Tasarım”, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu, 27-27 Nisan 2007, TMMOB Mimarlar Odası Antalya Şubesi, Antalya.

Tuğlu, U., (2005), “Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Yapılar ve Malzeme”, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tübitak, (2003), “Vizyon 2023 Teknoloji Öngörüsü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Ön Rapor”, 24 Ocak 2003, Ankara.

Vural, S. M. Ve Balanlı, A., (2005), “Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma”, Megaron Megaron, YTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, 1:28-39.

Yapça, C., (2008), “İtü Maslak Yerleşkesi’nde Bir Yeşil Tasarım: EKOyapı”, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, 7:46-61.

WCED (World Commission on Environment and Development), (1987) “Sustainable development as development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”, New York, ABD.

Weir, G. ve Muneer, T., (1998), “Energy And Environmental Impact Analysis Of Double Glazed Windows”, Energy Conversion and Management, 39:243-256.

Zhang, Z., Wu, X., Yang, X. ve Zhu, Y., (2006), “Bepas- A Life Cycle Building Environmental Performance Assessment Model”, Building and Environment, 41:669-675.

İnternet Kaynakları

- [1] http://www.burohappold.com/BH/PRJ_BLD_JapanPavillion.aspx, Mart 2008.
- [2] <http://www.ahsap.com/menu.php?lang=tr&c1=3&c2=2&c3=5>, Kasım 2008.
- [3] <http://www.blokbims.com.tr/swfcsb.html>, Kasım 2008.
- [4] <http://www.dildernegi.org.tr>, Eylül 2008.
- [5] Trusty, W.B, and Meil, J.K, (2008), “Building Life Cycle Assessment: Residential Case Study”, Athena Sustainable Materials Institute, Canada, http://aesl.i-leader.ac.kr/resource/blcc/ata_aia_paper.pdf
- [6] http://www.kimyamuhendisi.com/index.php?option=com_docman&task=search_result&Itemid=28, Nisan 2007.
- [7] http://www.ips-solar.com/Green_Inst_270x203.jpg, Kasım 2008.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 01.04.1984

Doğum yeri Samsun

Lise 1997-2001 Samsun Tülay Başaran Anadolu Lisesi

Lisans 2002-2006 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2006-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2006-Devam ediyor Tem Mühendislik