

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA
ÇEVRESEL ÜRÜN BİLDİRGELERİNİN YAPI SEKTÖRÜNDE
UYGULANMASI: TÜRKİYE İÇİN ÖNERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gaye GÜNAYDIN**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA
ÇEVRESEL ÜRÜN BİLDİRGELERİNİN YAPI SEKTÖRÜNDE
UYGULANMASI: TÜRKİYE İÇİN ÖNERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gaye GÜNAYDIN
(502081510)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Mustafa Erkan KARAGÜLER
(İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
(MSGSÜ)**

HAZİRAN 2011

Aileme,

ÖNSÖZ

Başta bu tez çalışmasına yön veren, desteğini esirgemeyen ve zamanını ayıran çok sevgili hocam Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU'na, yanında yetişiyor olmaktan onur duyduğum çok değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU'ya, hayatımın her anında desteklerini hiç esirgemeyen babam İsmet GÜNAYDIN, annem Ferda GÜNAYDIN ve kardeşim Özgün GÜNAYDIN olmak üzere tüm aileme, eğitim hayatım boyunca üzerimde emeği geçen tüm hocalarıma en içten teşekkürlerimle.

Haziran 2011

Gaye Günaydın
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Belirlenmesi ve Amacı.....	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı	3
1.3 Çalışmanın Yöntemi.....	4
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YAPI SEKTÖRÜ	5
2.1 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınmanın Tanımlanması	5
2.1.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Boyutları.....	6
2.1.2 Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Süreci.....	8
2.2 Sürdürülebilir Yapı.....	12
2.2.1 Sürdürülebilir Yapım	13
2.2.2 Sürdürülebilir Yapı Malzemesi	14
2.3 Sürdürülebilirliğin Yapı Sektörü İçerisindeki Yeri.....	17
2.4 Sürdürülebilirliğin Yapı Sektöründe Uygulanmasına İlişkin Standartlar	18
3. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ	21
3.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemine İlişkin Standartlar.....	22
3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Basamakları	25
3.2.1 Amaç ve Kapsam Tanımı.....	25
3.2.2 Envanter Analizi	26
3.2.3 Etki Değerlendirmesi	28
3.2.4 Yorum	30
3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Süreçleri.....	30
3.3.1 Hammaddenin Edinilmesi ve Hazırlanması Süreci	30
3.3.2 Üretim ve Fabrikasyon Süreci.....	32
3.3.3 Yapım, Kullanım ve Onarım Süreci	32
3.3.4 Geridönüşüm, Tekrar Kullanım ve Atık Süreci	32
4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN YAPI MALZEMESİNE YÖNELİK KULLANIMI	35
4.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Uygulama Sınırları.....	35
4.1.1 “Beşikten beşiğe” (cradle to cradle) yaklaşımı	35
4.1.2 “Beşikten mezara” (cradle to grave) yaklaşımı.....	36
4.1.3 “Beşikten kapıya” (cradle to gate/cradle to site) yaklaşımı	36
4.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Uygulanması	37
4.2.1 Yapı malzemesi seçimine yönelik araçlar.....	39

4.2.1.1 BEES	39
4.2.1.2 MIPS	42
4.2.1.3 TWIN	43
4.2.2 Yapı malzemesi seçimi ve diğer yöntemlere veri sağlamaya yönelik araçlar/veritabanları.....	43
4.2.2.1 Danimarka çevresel profili	44
4.2.2.2 GaBi	45
4.2.2.3 SimaPro	45
5. ÇEVRESEL ÜRÜN BİLDİRGELERİNİN YAPI SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE BİR ÖRNEK ÜZERİNDEN İNCELENMESİ	47
5.1 Çevresel Ürün Bildirgeleri ve Çevresel Etiketlemeye İlişkin Standartlar	47
5.2 Bütünleşik Ürün Politikası	49
5.3 Çevresel Etiketleme	49
5.4 Çevresel Ürün Bildirgesi	51
5.4.1 Çevresel ürün bildirgesinin gelişimi	51
5.4.2 Çevresel ürün bildirgesinin kapsamı	52
5.4.3 Çevresel ürün bildirgesinin yararları	54
5.5 Ürün Kategori Kuralları	55
5.6 Çevresel Ürün Bildirgesinin Hazırlanmasının Mevcut Bir Uygulama Üzerinden İncelenmesi	57
6. SONUÇLAR VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR.....	77
EKLER.....	81

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AIA	: American Institute of Architects
ASTM	: American Society for Testing and Materials
BEES	: Building for Environmental and Economic Sustainability
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CFC	: Chlorofluorocarbon
ÇÜB	: Çevresel Ürün Bildirgesi
DGE	: German Society for Nutrition)
EPA	: Environmental Protection Agency
EPD	: Environmental Product Declaration
EU	: European Union
HCFC	: Hydrochlorofluorocarbon
IBU	: Institut Bauen und Umwelt (Institute Construction and Environment)
IPP	: Integrated Product Policy
ISO	: International Organization for Standardization
LCA	: Life Cycle Assessment
LCI	: Life Cycle Inventory Analysis
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
MIT	: Massachussets Institute of Technology
NIST	: National Institute of Standards and Technology
OECD	: Organisation for Economic Co-operation Development
PCR	: Product Category Rules
SETAC	: The Society of Environmental Toxicology and Chemistry
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UBA	: Umweltbundesamt (German Environmental Agency)
UNCED	: United Nations Conference on Environment and Development
UNCHE	: United Nations Conference on the Human Environment
UNEP	: United Nations Environment Programme
WCED	: World Commission on Environment and Development
WCSD	: World Conference on Sustainable Development
YDD	: Yaşam Döngüsü Değerlendirme
YDE	: Yaşam Döngüsü Envanter Analizi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Sürdürülebilirliğin yapı sektöründe uygulanmasına ilişkin ISO standartları	18
Çizelge 2.2 : Sürdürülebilirliğin yapı sektöründe uygulanmasına ilişkin ASTM standartları	19
Çizelge 3.1 : Yaşam döngüsü değerlendirme ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükte olan standartlar)	23
Çizelge 3.2 : Yaşam döngüsü değerlendirme ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükten kalkan standartlar).....	24
Çizelge 3.3 : Etki kategorileri (Curran, 2006)	29
Çizelge 4.1 : Yapı malzemelerinin “beşikten kapıya” olan süreçte; gömülü enerji ve gömülü karbon miktarları (Domone ve Illston, 2010)	37
Çizelge 4.2 : YDD süreçleriyle sistem sınırlarının ilişkisi	37
Çizelge 4.3 : Yaşam döngüsü değerlendirmesi için kullanılan hesaplama araçları...	38
Çizelge 5.1 : Çevresel etiketleme ve çevresel ürün bildireleri ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükte olan standartlar)	48
Çizelge 5.2 : Farklı ülkelerde çevresel ürün bildirgesi veren kuruluşlar (Url-13)....	53
Çizelge 5.3 : Çevresel ürün bildirgesinin özet bölümü.....	57
Çizelge 5.4 : Titanyumlu çinko plakanın kalınlık ve ağırlıkları.....	60
Çizelge 5.5 : Dayanıklılık özellikleri.....	60
Çizelge 5.6 : 1 kg titanyumlu çinkonun % olarak hammadde yoğunluk dağılımı	61
Çizelge 5.7 : Titanyumlu çinkonun belirli kullanımları için çinko aşınımı.....	68
Çizelge 5.8 : Çinko plaka (1 kg) üretimi için enerji kullanım değerleri.....	68
Çizelge 5.9 : 1 kg titanyumlu çinko için üretim ve yaşam sonu süresince atık oluşumu.....	70
Çizelge 5.10 : 1 kg. titanyumlu çinkonun üretim ve yaşam sonu için etki değerlendirme sonuçları.....	70
Çizelge A.1 : Firmaya ait titanyumlu çinko malzemesinin çevresel ürün bildirgesi özet çizelgesi.....	82
Çizelge A.2 : Çevresel ürün bildirgesi özet şablonu.....	88

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 1950-2050 yılları arasındaki dünya nüfus artış grafiği (Url-1)	2
Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin boyutları (Williams, 2007; Sev, 2009)	7
Şekil 2.2 : Dockside Green binası (Url-6)	14
Şekil 2.3 : Malzemelerin yıllık tüketim yüzdeleri (Ashby, 2009)	15
Şekil 2.4 : Malzemelerin yıllık tüketim miktarları (Ashby, 2009)	16
Şekil 2.5 : Yapı sektöründeki paydaşların yaşam döngüsü süreçlerindeki etkisi (ISO 21931-1, 2010).....	18
Şekil 3.1 : YDD'nin evreleri.....	25
Şekil 3.2 : Envanter analizini oluşturan basamaklar (ISO 14044, 2006).....	27
Şekil 3.3 : Yapı ürününü oluşturan birim işlemler (ISO 14040, 2006)	27
Şekil 3.4 : Etki değerlendirmesini oluşturan basamaklar (ISO 14044, 2006)	28
Şekil 3.5 : Yaşam döngüsü süreçleri (Demkin, 1998)	31
Şekil 3.6 : Yaşam döngüsü değerlendirme malzeme akış diyagramı (Demkin, 1998).....	33
Şekil 4.1 : BEES etki kategorileri (Url-8)	40
Şekil 4.2 : BEES etki kategori yüzdeleri (Url-9).....	40
Şekil 4.3 : BEES örneği	41
Şekil 4.4 : MIPS örneği	42
Şekil 4.5 : TWIN örneği	43
Şekil 4.6 : Danimarka çevresel profili örneği	44
Şekil 5.1 : Çevresel etiket sembolleri	50
Şekil 5.2 : Ürün kategori kurallarının uygulama yöntemi (Url-14).....	56
Şekil 5.3 : 1 kg. titanyumlu çinko üretimi için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanım analizi.	69
Şekil 5.4 : Bir kg. çinko için birincil enerji tüketim dengesi.	69
Şekil 5.5 : Onay Verileri	71
Şekil 6.1 : Çevresel ürün bildirgesi için önerilen işleyiş şeması	76

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BİLDİRGELERİNİN YAPI SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI: TÜRKİYE İÇİN ÖNERİ

ÖZET

Nüfus artışı, insanların tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve ihtiyaçların artması gibi pek çok etken beraberinde çevre sorunlarını getirmiştir. Çevreye yapılan tahribatın hızla arttığı 20. yüzyılla beraber, sorunların farkına varılmış ve çevreyle ilgili politikalar da geliştirilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma kavramı, bu bilinçlenmeyle ortaya çıkmış ve yapı sektörünü de etkilemeye başlamıştır.

Dünya genelinde çevreye yapılan tahribatın neredeyse yarısı yapı sektörü kaynaklıdır. Özellikle ülkemizde yapı malzemesi sektörü, ülke sanayisi içerisinde %10, imalat sanayisi içerisinde de % 12-13 civarında bir paya sahiptir. Bu durum, sektördeki sorumluluğun artması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu tez çalışması; yapı malzemesi sektöründen kaynaklanan çevresel etkilerin önemli bir paya sahip olduğu düşüncesiyle ortaya çıkmıştır.

Buna göre birinci bölümde; öncelikle çalışmanın belirlenmesinde etkili olan faktörler açıklanmış ve amacı tanımlanmıştır. Bu bölümde; çalışmanın kapsamına ilişkin çerçeve çizilmiş ve çalışmada izlenen yöntemle yer verilmiştir.

İkinci bölümde; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları üzerinde durulmuş, bu kavramların yapı sektöründeki etkisi incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; yapı malzemesi ölçeğine inilerek, yapı malzemelerinin çevreye olan etkilerini değerlendiren ve standartlar ile tanımlanan “yaşam döngüsü değerlendirme” yöntemi ele alınmıştır. Değerlendirmeyi oluşturan süreçler tarif edilmiştir.

Dördüncü bölümde; yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin uygulama sınırları çizilmiş; yöntemin, farklı uygulama şekillerine yönelik araç, model ve kurumlarca geliştirilen çalışmalar incelenmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde; yaşam döngüsü değerlendirme yöntemini esas alan ve bu yöntemin uygulanmasında, bir önceki bölümde bahsi geçen araç ve veritabanlarını kullanan çevresel ürün bildirimleri açıklanmış, yapı sektörü içerisindeki önemi vurgulanmıştır. Almanya’da çevresel ürün bildirgesi veren kuruluşlardan biri olan Alman Çevre ve Yapı Enstitüsü’nce geliştirilen model incelenmiş, aynı kurumca bir firmaya ait titanyumlu çinko malzemesine verilen bildirim analiz edilmiştir.

Sonuç bölümünde ise; incelenmiş olan çevresel ürün bildirgesi üzerinden çıkarımlar yapılmış, Türkiye’de bildirgenin uygulanmasına yönelik öneriler getirilmiştir.

IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY WITHIN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY: PROPOSAL FOR TURKEY

SUMMARY

Environmental issues have increased according to many factors such as; population growth, changing consumption habits and growing needs. As a result of the rapidly increasing damage to the environment in the 20th century, people realized about these problems and environment-related policies began to develop. The concept of sustainable development has emerged with this consciousness and begun to affect the construction industry.

Almost half of the damage to the environment is caused by construction sector in the world. Especially for our country, the building material sector has a share of around 10% of the country industry and 12-13% of the manufacturing industry. This fact shows that environmental responsibility in this sector has to be increased. This thesis comes up with the concerning about the important proportion of building material industry-based environmental impacts.

Accordingly, in the first part, factors that affect the determination of the study are explained and the aim of the study is defined. In this chapter, the scope of the study is described and the methodology followed in this study is stated.

In the second part, concept of sustainability and sustainable development is mentioned and their effect on the construction industry is observed.

In the third part of the study, in the case of building material, “life cycle assessment” methodology, which is defined by standards for assessing the environmental impacts of building materials, is observed. Processes of the assessment are described.

In the fourth part, the application boundaries of life cycle assessment method are defined. Tools, models and studies developed by institutions for different forms of method’s application are observed.

In the fifth part, environmental product declarations based on life cycle assessment method that uses the tools and databases in method’s application is explained and the importance of environmental product declarations in construction industry is emphasized. A model prepared by Institute Construction and Environment in Germany, one of the suppliers of environmental product declarations, is observed and a declaration of titanium zinc material given by this institute for a company is analyzed.

In the conclusion part of the study, consequences are made from the analyzed environmental product declaration and suggestions are made for Turkey about the implementation of the declaration.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Belirlenmesi ve Amacı

İnsan faaliyetleri sonucunda çevreye verilen zararlar, doğanın kendini yenileyebilme yeteneği sayesinde başlangıçta fark edilmemiş, hatta çevrenin zamanla bu kirliliği yok edeceği kanısı yaygınlaşmıştır. Ancak zaman içinde, sanılanın aksine, çevreye bırakılan kirliliğin nicel ve nitel olarak artması, çevrenin kendini yenileyebilme yeteneğinin çok üstüne çıkmış, çevre hızla bozulmaya başlamıştır (Keleş ve Hamamcı, 1993).

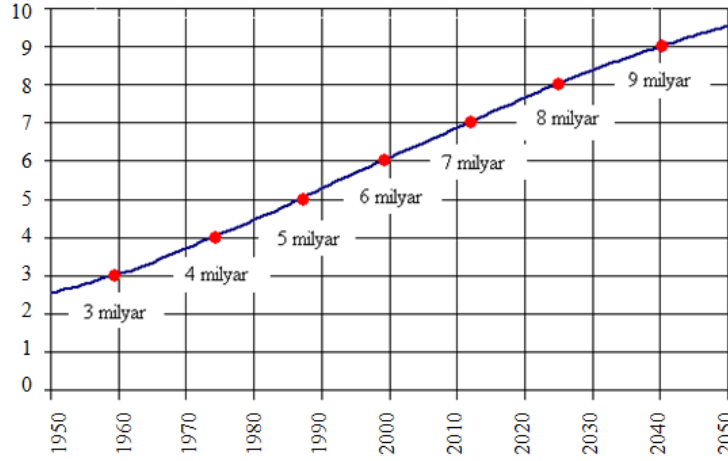
18. yüzyılın ortalarında başlayan ve 19. yüzyıldan sonra hızla gelişen endüstri devrimiyle beraber; üretimin artması, enerjiye olan ihtiyacı arttırmıştır. Petrol, kömür gibi fosil yakıtların aşırı tüketilmesi, başta karbondioksit olmak üzere sera gazlarının artmasına yol açmaktadır. Bu durumun sonucu olarak bölgesel ölçekte kirlilik (hava, su, toprak kirliliği) artmakta ve asit yağmurları oluşmaktadır. Kirlenme sonucu insan ve diğer canlı türleri ve hatta yapılar zarar görmekte, biyolojik çeşitlilik azalmaktadır.

Atmosfere yapılan salımlar küresel ölçekte de yerkürenin sıcaklığını arttırarak küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Yerkürenin sıcaklığının artmasına bağlı olarak, buzullar erimeye başlamakta deniz seviyesi yükselmektedir. 1860'lardan günümüze deniz seviyesi yaklaşık olarak 25 cm yükselmiştir. Bu durum deniz seviyesinin altındaki yaşam alanlarını ve o bölgelerde yaşayan insanları tehdit etmektedir (Smith, 2005).

Endüstri devriminden sonraki süreçte nüfus da hızla artmaya başlamıştır. Özellikle 20. yüzyılda bu artış büyük bir ivme kazanmıştır. Brundtland Komisyonu raporunun yayınlandığı sırada (1987) dünya nüfusu 5 milyarken, rapordan yaklaşık olarak 25 yıl sonra; günümüzde dünya nüfusu 7 milyar civarındadır. 2050 yılında ise bu rakamın % 30 oranında artarak 9,1 milyarı bulması beklenmektedir (Şekil 1.1).

Dünya nüfusundaki artış ve endüstrileşmeyle birlikte hammadde ve doğal kaynaklara olan ihtiyaç da artmıştır. Yeraltı zenginlikleri, madenler gibi yenilenemeyen

kaynakların aşırı ve kontrolsüz tüketimi, kaynakların hızla tükenmesine sebep olmuştur. Öte yandan kaynakların kontrolsüz kullanımıyla atık yığınları oluşmakta, verimli alanlar çölleşmektedir. Kaynakların tükenmesi, insanoğlunun düşündüğünden daha hızlı gerçekleşmektedir.



Şekil 1.1 : 1950-2050 yılları arasındaki dünya nüfus artış grafiği (Url-1)

Dünya nüfusunun artmasına paralel olarak yeni yaşam alanlarına olan ihtiyaç da artmıştır. Bu durum hızla kentleşmeyi beraberinde getirmiş, insanlığın çevre üzerindeki tahribatı artarak devam etmiştir.

20. yüzyılın ortalarına kadar insanoğlu çevreye karşı çok hoyratça davrandı. İnsan faaliyetleri sonucu bozulan çevrede meydana gelen kirlilik yine canlıları etkilemekteydi fakat çevre bilinci henüz gelişmemişti. Havanın ve suyun kirlenmesiyle meydana gelen toplu ölümler gibi çarpıcı örneklerin oluşması, çevreyle ilgili gelişmelerin tehlikeli boyutlara ulaştığına işaret etmekteydi (Keleş ve Hamamcı, 1993).

Görüldüğü gibi çevreyle ilgili gelişmeler, birbirini takip eden zincirleme olaylar olmakta ve birbirlerini tetiklemektedir. İnsanoğlu yaşam ortamını tehdit eden bu durum karşısında; küresel ve bölgesel ölçekte çözüm arayışlarına girmiştir. Bu arayışlar, hızla büyüyen ve gelişen yapı sektöründe de kendini göstermiştir.

Öncelikle bu çabalar yapı düzeyinde kendini göstermiştir. Yeşil, sürdürülebilir, enerji etkin yapılar ortaya çıkmıştır. Sonrasında bu düzeyde ele alınan çalışmaların tek başına yeterli olmayacağını farkına varılmıştır. Bu aşamada yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğine inen çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Yapı malzemesi seçiminde; fonksiyon, performans, estetik ve maliyet gibi özellikler etkili olurken, çevreye olan etkiler göz ardı edilmektedir. Yapı malzemeleri yaşam süreleri boyunca çevre ile etkileşim halindedir. Bu bağlamda; çevreyle uyum içerisinde olan malzemeler üretmek ve bu malzemeleri yapı sektöründe kullanmak önemlidir. Bu duyarlılığa sahip profesyonel tasarımcılar, kararları ve seçimleri ile yapının çevresel performansının geliştirilmesine öncülük etmelidirler.

Bu tez çalışmasında; standartlar çerçevesinde ele alınan yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi ve bu yöntemin çevresel ürün bildirgesine uygulanması incelenmiş olup; Türkiye için öneriler ortaya konulması hedeflenmiştir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çevre sorunları, bu sorunların farkına varıldığı kritik olaylar üzerinden ele alınmış ve çalışmanın amacı tanımlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde; çevre sorunlarına çözüm arayışı çabalarıyla ortaya çıkan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları tanımlanmıştır. Kalkınmanın tarihsel gelişimi, dünya genelinde yapılan uluslararası konferanslar ve mimari çabalar üzerinden incelenmiştir. Sonrasında sürdürülebilir yapı ve yapı malzemesi tarif edilmiş, bu kavramların yapı sektörü içerisindeki yeri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde; yapı malzemesi ölçeğine inilerek, yapı malzemelerinin çevreye olan etkilerini değerlendiren ve ISO 14040, 14044 standartları ile tanımlanan “yaşam döngüsü değerlendirme” yöntemi ele alınmıştır. Bu bağlamda yöntemin uygulanmasına ilişkin basamaklar açıklanmış ve değerlendirmeyi oluşturan olası süreçler tarif edilmiştir.

Dördüncü bölümde; yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin uygulama sınırları çizilmiş; yöntemin, farklı kurumlarca geliştirilen uygulama şekillerine yönelik araç, model ve çalışmalar incelenmiştir.

Beşinci bölümde; yaşam döngüsü değerlendirme yöntemini esas alan ve bu yöntemin uygulanmasında, bir önceki bölümde bahsi geçen araç ve veritabanlarını kullanan çevresel ürün bildirimleri açıklanmıştır. Çevresel ürün bildirimlerinin temelini oluşturan ISO 14020, 14024 ve 14025 standartlarına yer verilerek, bu bildirimleri veren kuruluşlar değerlendirilmiştir. Alman Çevre ve Yapı Enstitüsü’nce verilen

Çevresel rn bildirgesi, seçilen örnek bir çalışma üzerinden ele alınıp, ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Sonuç olarak; yapılan bu çalışmadan çıkan sonuçlar değerlendirilmiş olup, Türkiye için öneriler getirilmiştir. Özellikle uygulamaya yönelik adımların somut bir şekilde atılması, sektördeki paydaşların aynı sorumluluk bilinciyle hareket etmesiyle mümkün olacağı vurgusu yapılmıştır.

1.3 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmanın yöntemi olarak; başta ISO olmak üzere, sürdürülebilirlik, yaşam döngüsü değerlendirme ve çevresel ürün etiketleme ve bildirgesiyle ilgili olan standartlar ve bu standartların Türkiye'deki durumu üzerinde kapsamlı bir çalışma yapılmış olup, literatür araştırmaları ve internet araştırmaları ile güncel durum tespit edilmeye çalışılmış ve bir uygulama rneği üzerinden analiz yapılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YAPI SEKTÖRÜ

2.1 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınmanın Tanımlanması

“Sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir kalkınma” kavramları, 20. yüzyılın ortalarından itibaren, yaşamımızın her düzeyinde karşımıza çıkmakta olan iki güncel kavramdır. Sürdürülebilirlik kavramı; sürdürülebilir olma durumunu ifade etmekte ve sözlük anlamıyla sürdürülebilir kelimesi; devamlılık, süreklilik olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirlik ise; “bir kaynağın, tüketilmemek, bitirilmemek ve sonsuza kadar yok edilmemek üzere işlenme ve/veya kullanılma yöntemi”dir (Merriam-Webster, 1994; Williamson ve diğ., 2003).

Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) ise; “toplumun; kaynakları, aşırı talep sonucunda tükenmesine sebep olmadan, geleceğe taşıma yetisine sahip olması” olarak tanımlamıştır (Mendler ve Odell, 2000).

Sürdürülebilirlik kavramı ile ilgili literatür özellikle son 15 yılda gelişmiştir. Bu süreçte sürdürülebilirlik kavramının çokça kullanılması, bazı kesimler tarafından bu kavramın yüzeysel olarak algılanmasına yol açmıştır. Bu durumu Norman Foster 2007 yılında şöyle özetlemiştir: “Son 10 yıldır sürdürülebilirlik kavramı moda haline geldi. Ancak sürdürülebilirlik moda değil, hayatta kalma meselesi olmalıdır.” Foster’a göre; sürdürülebilir mimarlık olabildiğince az kaynakla, çok iş gerçekleştirmektir” (Foster, 2007).

Çevre sorunlarının endüstri devrimiyle birlikte artması, sonraki süreçte enerji krizinin yaşanması ve 2. Dünya savaşı sonrası değişen dünyada, alışkanlıkların ve ihtiyaçlarının değişmesi, üretim ve tüketimin artmasına sebep olmuştur. Bu duruma ek olarak çevresel sorunların; sadece gerçekleştiği bölgede kalmayıp, küresel boyutta kuşakları tehdit edebileceğinin farkına varılmıştır. Bu sorunlarla baş etmenin ülkelerin sadece kendi politikalarıyla gerçekleşmesinin mümkün olmadığı, ortak politikaların geliştirilip, sorunun bütünsel bir yaklaşımla ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ilk kez Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulmuş olan Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından ele alınmış ve şöyle tanımlanmıştır. “Şimdiki nesillerin ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarını engellemeden ve tehlikeye atmadan karşılanmasına imkan veren kalkınma” (Url-2).

Bu kavram ekonomik gelişmeyi yadsımayan ancak küresel çevreyi de tehdit etmeyen çevre politikalarının benimsenmesi gerektiğini savunmaktadır. Burada sürdürülebilirlik kavramı; toplumların gelecek yüzyıllarda var olabilmelerini amaçlayan anahtar bir kelime olarak ele alınmakta ve hedef, büyüme sırasında izlenecek yol ve strateji olarak tanımlanmaktadır (Çelebi ve diğ., 2008).

Sürdürülebilirlik, 20. yüzyıla beraber, küresel ülke politikalarının, ekonomilerinin, enerji kaynaklarının, teknolojinin, üretimin, planlamanın ve hatta mimarinin tasarımına damgasını vurmuş en önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Hoşkara, 2007).

Kavramın bu kadar geniş bir çerçevesinin olması, sürdürülebilirliğin birçok disiplini etkilemesine de yol açmıştır. Bu gelecek için şüphesiz olumludur. Fakat iyi niyetli yaklaşımların yanında, kavramın birçok yerde kullanılması; yanlış yerlerde kullanılması gibi durumları da maalesef beraberinde getirmektedir.

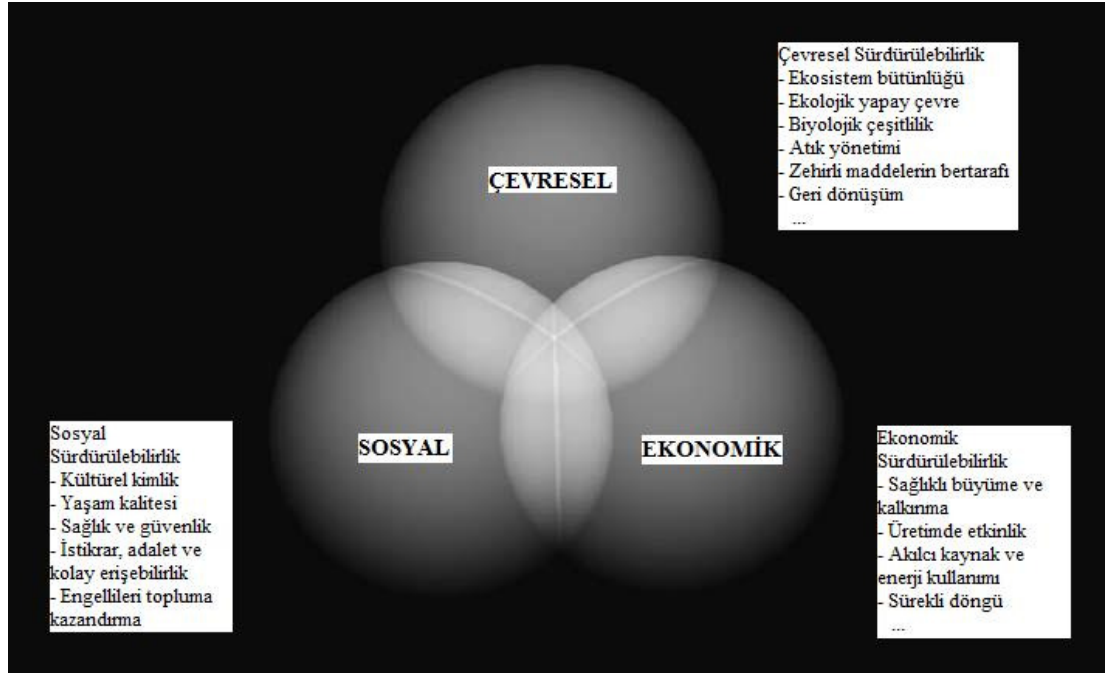
Bütün bu tanımlar ışığında; sürdürülebilirlik için, insan ve diğer canlıları esas alarak, kuşaklar arası hakkaniyetin gözetilmesi tanımı yapılabilir. Sürdürülebilirlik; doğa, kültür ve teknoloji arasındaki bağlantıyı kurarak çevresel krize bütünsel bir yanıt olmalıdır.

2.1.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Boyutları

Sürdürülebilirliğin uygulamaya aktarılmasındaki faaliyetler 3 ayaktan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Sürdürülebilirliğin boyutları; çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik olarak tanımlanabilir.

Çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik disiplinlerinin birbiriyle kesiştiği bölgeleri, ortak hareket edilmesi gereken konular oluşturmaktadır. Her bir konuda (alt disiplin) uygulanacak politikalar kuşkusuz birbirini etkileyip, birbiri ile veri alışverişinde bulunur. Çevresel, ekonomik ve sosyal alanların kesiştiği bölgede pek çok disiplinin bir araya gelerek hareket etme zorunluluğu doğar. Bu üçlünün kesişim

noktasının kapsadığı alanlardan biri de sürdürülebilir yapım alanıdır (Yorgancıoğlu, 2004). Bu kavrama ilgili başlıkta yer verilecektir.



Şekil 2.1 : Sürdürülebilirliğin boyutları (Williams, 2007; Sev, 2009)

Ekonomik Sürdürülebilirlik (Ekonomik sermayenin bütünlüğü): Ekonomik sürdürülebilirlik az maliyet ve yüksek verimle sağlıklı büyüme ve kalkınma olarak tanımlanabilir. Sanayileşme ve nüfus artışı sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından oldukça zorlayıcı faktörlerdir. Ekonomiler sadece ekonomik sermayeyi değil, insan, çevre ve sosyal sermayeyi de ayrıca elle tutulamayan değerlerle hava ve su gibi insanlığın ortak kaynaklarını sayısal olarak değerlendirmeye almalıdır. Çevresel ve sosyal bedeller yeni politikalar ve değerlendirme teknikleri ile ölçülebilir olmalıdır.

Sosyal Sürdürülebilirlik (Sosyal ve insani sermayenin bütünlüğü): Sürdürülebilirliğin sosyal boyutundaki bileşenler: Sivil katılım, eşit haklar, sosyal bütünlük, kültürel kimlik, istikrar, çeşitlilik, hoşgörü, çoğulculuk, kanunlar, paylaşım, birlik olarak sıralanabilir. İnsani Sermaye; sağlık, beslenme ve eğitim konusundaki yatırımlardır. Örneğin çalışanların sağlığı ve güvenliği, yerel halka etkiler ve yaşam kalitesi, bedensel engellilere fayda sağlamak gibi.

Çevresel Sürdürülebilirlik (Doğal sermayenin bütünlüğü): Doğal sermaye doğal çevredir, bozulmamış ekosistemlerle, atmosferik, su/okyanus, orman/toprak ekosistemleri ve bu ekosistemleri ilgilendiren düzenlemelerle ilgilidir; örneğin

doğalgaz veya su kaynakları ile ilgili yönetmelikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, erozyon kontrolü, atık yönetimi, çevre kirliliği, tarım, hammadde kullanımı gibi. Doğal sermayenin korunması ile kaynakların ve hammaddelerin insan ihtiyaçları için kullanılmak üzere sürdürülebilir stokları sağlanırken atıkların doğayı bozmaması sağlanır, ayrıca bu kaynaklar doğa için de yeterli miktarda elde edilebilir olmaya devam etmelidir (Goodland ve Daly, 1996; Özçuhadar, 2007).

2.1.2 Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Süreci

Çevre kavramı ilk bakışta ne kadar açık ve kolay anlaşılabilir görünmekteyse de, kavramın o denli karmaşık ve sınırlarının çizilmesinin güç olduğu ortaya çıkmaktadır. Genel bir tanımıyla çevre, insan faaliyetleri ve canlı varlıklar üzerinde hemen ya da süre içinde dolaylı ya da dolaysız bir etkide bulunabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal etkenlerin belirli bir zamandaki toplamıdır. Böyle bir açıdan bakılırsa çevrenin kapsamadığı hiçbir alan ve süreç kalmamaktadır (Keleş ve Hamamcı, 1993).

1968 yılında; 10 ülkeden, içlerinde bilim adamı, ekonomist, eğitimci ve sosyoloğun da bulunduğu, alanında uzman 30 civarında bilim insanı Roma kulübünü kurmuştur. İnsanlığın karşı karşıya olduğu problemlerle ilgilenen bu kulübün çevre ile ilgili sorunlar da ilgi alanını oluşturmıştır. Kulübün isteği doğrultusunda; MIT tarafından 1972 yılında, bu sorunsalın belirti ve hastalıklarını ortaya koyan “Büyümenin Sınırları” (Limits to Growth) adlı bir rapor yayınlanmıştır. Bu çalışmanın amacı,

- nüfus
- gıda üretimi
- doğal kaynaklar
- endüstriyel üretim ve
- kirlenmeden oluşan beş temel etkenin karşılıklı etkileşiminin belirlenmesiydi (Halliday, 2008).

Çevre sorunlarına ilişkin faaliyetler bölgesel ölçekte geçmiş yıllarda mevcut olsalar da, küresel ölçekte, çevre koruma ve kalkınma bütünleşik biçimde, ilk defa 1971 yılında İsviçre’nin Founex şehrinde yapılan ve uzmanlardan oluşan bir panelde ele alınmıştır. Toplantı sonrası yayımlanan raporda çevre sorunlarının, sanayileşmiş

Ülkelerin retim ve tüketim yapısından kaynaklandığından söz edilmekle beraber, bu sorunların az gelişmişliğın de bir sonucu olduğı görüşüne varılmıştır (Karbu, 2002).

Çevre sorunlarına ilişkin farkındalık; devletleri küresel ölçekte birlikte hareket etmeye ve çeşitli çözüm arayışlarına yönlendirmiştir. Bilinçlenmenin küresel ölçekte yayılmasıyla; sorun 1972 yılının haziran ayında uluslararası kamuoyunun gündemine Stockholm Konferansı'yla girmiş oldu.

Stockholm Konferansı: 1972 yılında İsveç'in Stockholm kentinde gerçekleşen İnsan ve Çevre Konferansı (UNCHE); Birleşmiş Milletler aracılığı ile çevrenin korunmasına yönelik olarak düzenlenen ilk uluslararası çaba olarak kabul edilmektedir (Thai ve diğ., 2007).

Konferansta kabul edilen İnsani Çevre Bildirgesi'nde, çevrenin taşıma kapasitesine dikkat çeken, kaynak kullanımında kuşaklararası hakkaniyeti gözetken, ekonomik ve sosyal gelişmenin çevre ile bağlantısını kuran ve kalkınma ile çevrenin birlikteliğini vurgulayan ilkeler sürdürülebilirlik düşüncesinin temel dayanaklarını ortaya koymuştur (Bozdoğan, 2007).

Toplumun tüm kesimlerinin sorumluluk alması gerektiğı, hükmetlerin ve yerel yönetimlerin çevre politikaları oluşturmakta büyük sorumluluğa sahip olduğı ve gelişmekte olan ülkelere de gerekli yardımların yapılarak uluslararası işbirliğinin gerekliliğı vurgulanmıştır (Url-3).

Bu konferanstan çıkan sonuçlar, 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporunun (Ortak Geleceğimiz) temelini oluşturmaktadır.

Ortak Geleceğimiz Raporu: "Sürdürülebilir Kalkınma" terimi Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun (WCED) 1987 yılında yayınladığı Ortak Geleceğimiz Raporu (Our Common Future) ile uluslararası çevre literatürüne katılmış oldu. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Başkanı Gro Harlem Brundtland tarafından açıklanan ve Brundtland raporu olarak da bilinen bu raporda sürdürülebilir kalkınma; "bugünün ihtiyaçlarını karşılamak için gelecek kuşakların ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak ve tehlikeye atmadan kalkınma" olarak tanımlanmıştır. Raporda; küresel ölçekte çevrenin korunması, toplum sağlığı ve huzuru ve ulusal ekonomik kalkınma konularına vurgu yapılmıştır. Sürdürülebilir kalkınma kavramının çok bilinen "Bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek

nesillerin kendi gereksinim ve beklentilerini karşılayabilme olanaklarını elinden almadan kalkınmak.” tanımı ilk kez bu raporda yer almıştır (Thai ve diğ., 2007).

Rio Konferansı: Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED) veya Dünya Zirvesi (Earth Summit) olarak da kabul edilen bu konferans 170 ülke veya hükümet başkanının katılımıyla, 1992 yılında Brezilya’nın Rio de Janeiro kentinde gerçekleşmiştir. Stockholm konferansının 20. yıldönümünde gerçekleşen bu konferansta geçen 20 yılın değerlendirilmesi yapılarak, geleceğe yönelik politikaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Konferansta, insanoğlunun sürdürülebilir kalkınma olgusunun merkezinde yer aldığı, her insanın doğa ile uyumlu, sağlıklı ve verimli bir yaşam hakkı olduğu kabul edilmiştir. Bu zirvede 5 önemli uluslararası anlaşmaya da imza atılmıştır. Bu anlaşmalar;

- İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi
- Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi
- Rio Deklarasyonu ve
- Gündem 21 (Agenda 21)’dir (Halliday, 2008).

Rio Konferansı’nda kabul edilen Gündem 21 (Agenda 21); her ülkenin yeryüzünün ekolojik dengesinin bozulmasına engel olarak hatta bu bozulma sürecini tersine çevirerek, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesini öngörmekte ve sürdürülebilirlik tartışmasını teorik alandan uygulamaya taşıyacak öneriler sunmaktadır (Sev, 2009). Karbondioksit emisyonlarının azaltılması, yağmur ormanlarının ve ekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin korunması yönünde kararlar alınmıştır.

Konferansın en önemli noktası sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutunun olması gerektiğine yapılmış olan vurgudur. Gündem 21’de alınan kararlara bakıldığında Stockholm deklarasyonuna göre çok daha somut adımlar atıldığı söylenebilmektedir.

Johannesburg Zirvesi: Dünya sürdürülebilir kalkınma konferansı (WCSD) olarak adlandırılan Johannesburg zirvesi 20.000’in üzerinde kayıtlı katılımcıyla 2002 yılında gerçekleşmiştir (26 Ağustos - 4 Eylül 2002). Zirve, Rio Konferansı’ndan sonra geçen 10 yıllık süreçte kaydedilen ilerlemeleri incelemek amacıyla planlanmıştır. Zirvenin sonunda iki önemli rapor ortaya çıkmıştır. Bunlar;

Johannesburg Deklarasyonu ve Uygulama Planı'dır. Deklarasyon, kadınların güçlendirilmesinin teşviki ve sürdürülebilir kalkınma politikalarına daha fazla demokratik katılımın sağlanmasına vurgu yapmıştır. Bu özellikleriyle Stockholm ve Rio Konferanslarının sonuçlarına benzemektedir. Uygulama Planı ise daha kapsamlı olup; sağlık hizmetlerine erişim, yoksullukla mücadele gibi temel haklara vurgu yapmasının yanında; üretim ve tüketim kalıplarını değiştirerek sürdürülebilir hale getirmek, doğal kaynakları korumak, boşa harcanmasını önlemek gibi uygulamaya dair daha kesin tanımlamalar yapılmıştır (Thai ve diğ., 2007).

Bütün bu organizasyonların yanında Birleşmiş Milletler, zehirli gazların atmosfere salımına ve iklim değişikliğine ilişkin birtakım çalışmalar da yapmıştır. Bunların en dikkat çekici olanları; Montreal ve Kyoto Protokolü'dür.

Montreal Protokolü; CFCs gibi gazların atmosfere yayılmasına bağlı olarak ozon tabakası zarar görmektedir. Bunun sonucu olarak ozon tabakası güneşten gelen zararlı UV ışınlarını tutamaz ve başta insanlar olmak üzere tüm canlıların bu duruma maruz kalmaktadır. 1987 de yapılan bu protokolle; emisyonların sebebinin yine insan kaynaklı olduğu görüşüne yer verilmiş ve ülkelerin sera gazları salımlarını azaltması hedeflenmiştir (Szokolay, 2008).

Kyoto Protokolü sera gazlarının salımına bağlı olarak iklim değişikliklerine dikkat çekmektedir. Protokol Aralık 1997'de imzalanmış olup, Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir. Hedefi; 2008-2012 arası dönemde; atmosfere bırakılan gazların miktarının % 5 azaltılarak, 1990 yılındaki seviyelere çekilmesidir (Thai ve diğ., 2007). Burada bir eleştiri yapmak gerekirse atmosfere bıraktığı gaz miktarı yüksek olan ve halihazırda gelişmiş olan, Amerika, Avusturalya gibi ülkelerin bu anlaşmayı imzalamamış olması düşündürücüdür. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye ise 2009 yılının şubat ayında bu anlaşmayı imzalamıştır.

Yapılan uluslararası zirveler şüphesiz birçok disiplini etkilemiştir. Bunların başında da mimarlık gelmektedir. Mimarlar bu gelişmeler karşısında kayıtsız kalmamışlar ve haziran 1993'de Chicago'da yapılan Uluslararası Mimarlar Birliği Dünya Kongresi'nde; yapı tasarımcılarının çalışmalarını, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde yürütmeleri gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

Sağlıklı bir toplum için, sağlıklı bir çevre gereklidir. Sürdürülebilirlik; insan ve çevre arasındaki ortaklığı, eşitliği ve taraflar arası dengenin sağlanmasını gerektirmektedir.

Yapılar ve yapılı çevre, insanın doğal çevre ve yaşam kalitesine etkisi üzerinde önemli bir rol oynar. Sürdürülebilir tasarım, kaynakların ve enerji etkinliğinin, sağlıklı yapıların ve malzemelerin, ekolojik ve sosyal anlamda duyarlı arazi kullanımının ve hassasiyetin göz önünde bulundurulmasının birleşimidir. Sürdürülebilir tasarım, insanın doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltırken aynı zamanda yaşam kalitesini ve ekonomik refahın gelişmesini sağlar.

Gerek çevresel, gerekse sosyal sürdürülebilirliği benimseyen kongre üyeleri şu kararları almışlardır.

- Mesleki sorumlulukların ve uygulamaların merkezine çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği yerleştirmek
- Sürdürülebilir tasarımın uygulanabilmesi için ürünler, hizmetler, prosedürler ve standartlar geliştirmek
- Mimarları, yapı endüstrisi üyelerini, işverenleri, müşterileri, öğrencileri ve kamuoyunu sürdürülebilir tasarımın kritik önemi hakkında eğitmek
- Hükümet ve iş kuruluşları düzeyinde politikalar, yönetmelikler ve uygulamalar geliştirerek, sürdürülebilir tasarımı olağan bir uygulama haline getirmek
- Yapılı çevrenin mevcut ve gelecekte var olacak elemanlarını tasarım, üretim, kullanım ve yeniden kullanım açısından sürdürülebilir standartlara ulaştırmak (UIA, 1993).

2.2 Sürdürülebilir Yapı

Çevre tahribatının başlangıcı kabul edilen 15. yy'dan günümüze kadar geçen zaman diliminde; doğal çevrenin sürdürülebilirliği konusunda uluslararası çalışmaların önemli bir boyut kazandığı 20. yüzyılda, yeni çevre politikalarının üretildiği gözlemlenmektedir. Bu politikalar; 1970'lerde Enerji hareketi, 1980'lerde Yeşil Tasarım, 1990'larda Eko Tasarım, bugün ise gündemde olan Sürdürülebilir Tasarımdır (Cıravoğlu, 2006).

Jason McLennan' e göre; Sürdürülebilir tasarım, yapılı çevrenin kalitesini arttırmaya çalışırken, doğal çevrenin maruz kalacağı olumsuz etkileri azaltmayı amaçlayan bir tasarım felsefesidir (Yudelso, 2007).

Özellikle 20. yüzyıldan sonra sanayileşmeyle birlikte, kentlerde yeni iş alanları oluşmuştur. Böylece kırsal alanlardan kentlere göçler artmış, bu da beraberinde nüfus artışını getirmiştir. Bu hızlı artış plansız bir kentleşmenin gerçekleşmesine sebep olmuştur. Günümüzde 3,5 milyar kişi kentsel alanlarda yaşarken, 2050 yılında ise bu sayının 6,4 milyarı bulması beklenmektedir (Url-4). Bu durum yeni yaşam alanlarına ihtiyaç duyulacağını ve yapılaşma faaliyetlerine devam edileceğini göstermektedir.

Sürdürülebilirliğin mimarlıktaki karşılığı; sürdürülebilir yerleşim/şehir, kentsel sürdürülebilirlik, sürdürülebilir yapı/yapım, sürdürülebilir yapı malzemesi gibi farklı ölçeklerde ortaya çıkmaktadır.

Dünyada kullanılan enerjinin çok büyük bölümü ve bu enerji kullanımına bağlı olarak atmosfere salınan gazlar inşaat sektörü kaynaklıdır. Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik faaliyetler mimarlık ve yapı sektöründen bağımsız düşünülemez.

Günümüzde yapıların enerji verimliliğini artırmak için sıfır-karbon binaların inşa edildiğini görmekteyiz. Ama sürdürülebilir yapı; bir binanın, bütün ömrü boyunca sebep olduğu etkileri içeren daha geniş bir yaklaşımı tanımlamaktadır. Bu etkiler çevreye, insan sağlığına ve sosyal refaha olan etkiler olarak sıralanabilir. Amacına uygun sürdürülebilir binalar ve şehirler inşa etmek, mimarlar ve şehir plancılarının bütünsel düşünme ve sürdürülebilir binayı tüm yönleriyle kapsamlı bir şekilde ele almasıyla gerçekleşir (Bokalders ve Block, 2010).

2.2.1 Sürdürülebilir Yapım

Yapılar habitatın bir parçası ve yerel, bölgesel ve küresel çevre ile ilişkilidir. Canlı ve cansız varlıklardan meydana gelen yerel ve küresel ekosistem üzerinde mimarlığın doğrudan etkisi vardır.

Yapının var olduğu süre içerisinde insan eylemleri ve doğal süreçler, yerel ve küresel çevreyi etkiler. İlk aşamada, şantiye organizasyonu ve yapım sürecinin, çevrenin yerel ekolojik özellikleri üzerinde etkisi vardır. Yapı malzemelerinin üretim yöntemi ise küresel çevre üzerinde etkilidir. Yapının inşa edilme sürecinde çevre ile uzun süreli bir etkileşim içerisine girer. Bu nedenle mimarlar sürdürülebilir çevreler tasarlamak ve üretmekten sorumludur. Bu bağlamda sürdürülebilir yapım, ekosistemde canlı ve cansız tüm varlıkların birlikte var olmasını sağlayan ve sağlığını güvence altına alan mimari çözümler bulmayı amaçlamalıdır (Çelebi ve diğ., 2008).

Sürdürülebilir yapıların yapımı; genel olarak standart binaların sadece % 3-5'i kadar oranda fazlasına mal olmaktadır. Ama karbondioksit emisyonunu % 35'ten büyük bir oranda azaltabilmekte ve bazı durumlarda karbon etkisiz bile olabilmektedir. Ayrıca, atık üretimini % 70, su kullanımını % 40 ve enerji kullanımını % 30-50 arasında bir oranda azaltabilir ve bazı durumlarda şebekeye geri yollanacak enerjiyi bile üretebilmektedir (Url-5).

Örneğin 2009 yılında AIA'nın top 10 projesi arasına giren ve 63 puanla LEED plantinyum sertifikası almış olan Dockside Green (Şekil 2.2), benzer projelerle kıyaslandığında % 39 daha az enerji tüketmekte ve % 85 oranında daha az karbondioksit salımı yapmaktadır (Url-6).



Şekil 2.2 : Dockside Green binası (Url-6)

Bu değerler şüphesiz ki çok önemlidir. Fakat LEED gibi sertifikasyon sistemleri malzemeyi tüm yaşam döngüsü kapsamında ele almaktan çok belirli kriterlere göre değerlendirmektedir.

Öte yandan yapılaşma faaliyetlerine bakıldığında, dünyadaki doğal kaynakların ve enerjinin % 40'ını tüketmektedir. (Roodman ve Lenssen,1995) Binaların inşası için yılda 3 milyar ton hammadde harcanmaktadır. Katı atık oluşumundaki % 10-40 arasındaki pay yine binaların yapımından kaynaklanmaktadır (Graham, 2003).

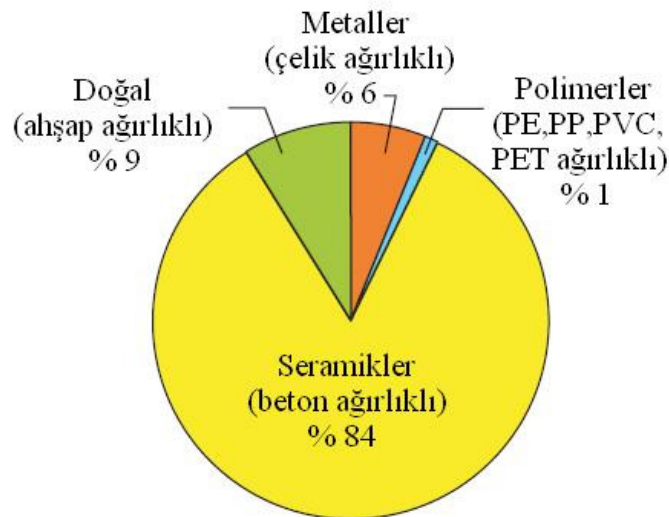
2.2.2 Sürdürülebilir Yapı Malzemesi

Mimarlıkta sürdürülebilirlik şehir ölçeğinden başlayarak malzeme ölçeğine kadar inmektedir. İnsanın yaşamının % 90'ının yapılarda geçtiği göz önünde bulundurulduğunda; yapı malzemelerinin üretimindeki hata, yanlış uygulamalardan

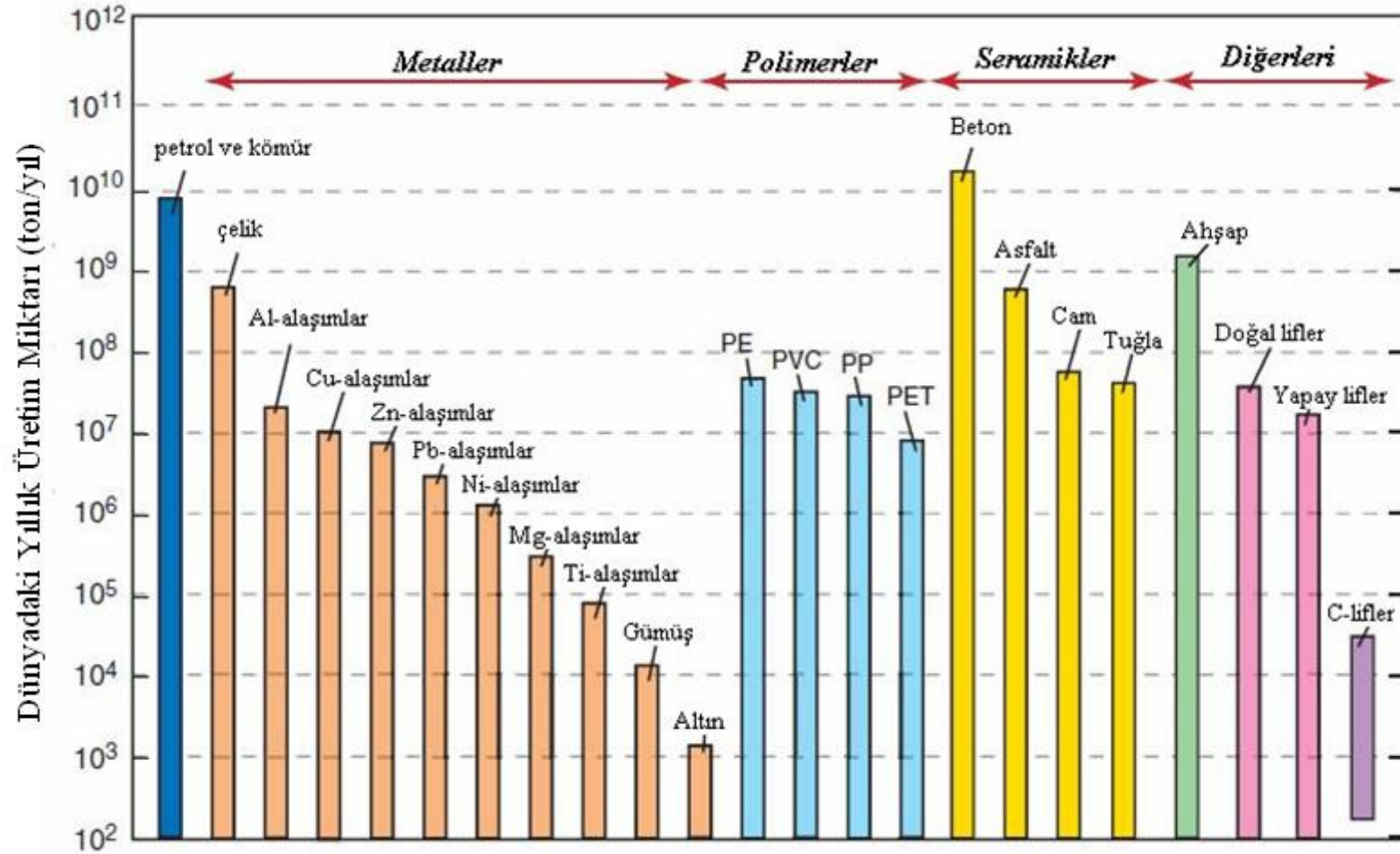
kaynaklanan sorunlar, yaşam kalitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu açıdan ele alındığında malzemede sürdürülebilirliği tanımlamak kolay bir süreç değildir.

Yaşam döngüsü değerlendirme (YDD); yapıların ve yapı malzemelerinin çevresel etkilerini anlamak için en bütüncül değerlendirme yaklaşımıdır. Fakat çoğu kez yapı sektörü tarafından çok iyi anlaşılamamış ve değerlendirilememiştir. Bunun sonucu olarak da bazı iyi niyetli yeşil bina uygulama prensipleri bile yanlış yönlendirici olabilmektedir. Çoğu kez malzeme veya ürünler karşılaştırılmakta ve kararlar birkaç çevresel niteliğe dayandırılarak alınmakta; toplam yaşam döngüsü dikkate alınmamaktadır. Bu tür basit seçimler riskli ve yanlış sonuçlara yol açabilir. Örneğin; A ürünü geri dönüştürülmüş malzemeden üretilmiştir, bunun yanı sıra B ürünü bünyesinde geri dönüştürülmüş malzeme bulundurmamaktadır; bu durumda genel kabul A ürününün daha tercih edilebilir olduğu yönündedir. Bilim ve YDD (LCA) bu seçimi reddetmektedir; uygun seçimi yapmak çok daha fazla ayrıntılı analiz gerektirmektedir (USGBC, 1996).

Ayrıntılı analiz çalışması içinse; yapı malzemesinin üretim sürecinden başlayarak yaşamının sona erdiği sürece kadarki tüm evrelerdeki kaynak katılımı göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılaşmanın artması, doğal kaynakların hızla tükenmesine sebep olmaktadır. Yapı sektöründe kullanılan malzemelerin; toplam pay içerisindeki yıllık tüketim yüzdeleri şekil 2.3'te, miktarları ise şekil 2.4'te görülmektedir.



Şekil 2.3 : Malzemelerin yıllık tüketim yüzdeleri (Ashby, 2009)



Şekil 2.4 : Malzemelerin yıllık tüketim miktarları (Ashby, 2009)

Yıkım ve tekrar inşa edilme arasındaki bitmeyen döngü, doğal kaynaklar ve enerji kullanımı üzerine büyük bir yük getirdiği için sürdürülebilirlik açısından yıkım en son çare olmalıdır. İngiltere’de yıkım, her yıl 70 milyon tonluk atık malzemenin oluşmasına sebep olmaktadır. Yeni binaların inşaatı ise İngiltere’nin toplam enerjisinin yaklaşık yüzde 4’ünü tüketmekte ve 40 milyon ton karbondioksit üretmektedir (Foster, 2007).

Görüldüğü gibi herhangi bir yapı malzemesinin sürdürülebilir olup olmadığına karar vermek kolay bir süreç değildir. Bugün gelişmiş ülkelerde bu konuya yönelik olarak elde edilebilecek pek çok kaynak mevcuttur. Ancak bu yoğun bilgilerin değerlendirilip bir ürün şartnamesinde kullanılabilmesi yorucu bir çalışmayı gerektirir. Burada ana amaç yapı alanında rol alan tüm kişilerin uluslararası düzeyde kabul görmüş standartlaşmış kriterler bağlamında seçim yapmasını sağlamaktır (Tanaçan, 2002).

2.3 Sürdürülebilirliğin Yapı Sektörü İçerisindeki Yeri

Türkiye’de gıda ve tekstilden sonra en büyük sanayi olan yapı malzemesi endüstrisi, ülke sanayisi içerisinde % 10, imalat sanayisi içerisinde % 12-13, nihai ürüne ulaşmak için kullanılan yarı işlenmiş ürün özelliğindeki ara ürün üretimi içinde ise % 30 oranında bir paya sahiptir (YEM, 2010).

ABD’de ise; yapı sektörü, ülke sanayisi içerisinde % 8 oranında bir paya sahiptir. Bunun yanı sıra; enerji tüketiminin % 30’u, hammadde kullanımının % 40’ı ve su tüketiminin % 14’ü yapılardan kaynaklanmaktadır (Kibert ve diğ., 2002). Bu rakamlar, bu alanda sorumluluk alması gereken sektörlerin başında yapı sektörünün geldiğine işaret etmektedir.

Binalar, yapıları çevredeki en karmaşık sistemlerdir. Yapıların yaşam süresinin yaklaşık olarak 50 ila 100 yıl arasında olduğu göz önünde bulundurulduğunda, diğer endüstri ürünlerine oranla daha uzun yaşam sürelerinin olması ve sektördeki aktörlerin fazla olması gibi nedenler yapı sektörünü diğer sektörlerden farklı kılmaktadır. Bu bağlamda; yapı sektöründeki paydaşlar, yapı ve yapı malzemelerinin sürdürülebilirliğinde etkin bir rol oynamaktadırlar. Bu grupların yaşam döngüsü sürecindeki etkilerine Şekil 2.5’te yer verilmiştir.

Yapı sektöründeki aktörler	Yaşam döngüsü süreci					
	Kaynak yönetimi	Yapı malzemesi üretimi	Karar verme	Yapım	Kullanım Eskime Bakım Onarım	Ömrünün bitmesi
Yatırımcı						
Geliştirici						
Tasarımcı						
İnşaatçı/Müteahhit						
Yapı malzemesi üreticisi/tedarikçi						
Kullanıcı/Kiracı						
Yönetici						
Finansör						
Sigorta şirketi						
Emlakçı						
Devlet kurumları						

Şekil 2.5 : Yapı sektöründeki paydaşların yaşam döngüsü süreçlerindeki etkisi (ISO 21931-1, 2010)

2.4 Sürdürülebilirliğin Yapı Sektöründe Uygulanmasına İlişkin Standartlar

Dünyada sürdürülebilirliğin yapılara yönelik olarak uygulanmasında bazı standart kurumları çalışmalar yapmıştır. Çizelge 2.1’de ISO ve Çizelge 2.2’de ASTM’nin sürdürülebilirliğin yapılara uygulanmasına yönelik olarak hazırlamış olduğu bazı standartlara ve kabul tarihlerine yer verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Sürdürülebilirliğin yapı sektöründe uygulanmasına ilişkin ISO standartları

ISO Standartları	Kabul tarihi
ISO 15392 Sustainability in building construction - General principles	01.05.2008
ISO 21931-1 Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings	15.06.2010
ISO/TS 21929-1 Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for the development of indicators for buildings	01.03.2006
ISO 16813 Building environment design - Indoor environment - General principles	15.05.2006

Çizelge 2.2 : Sürdürülebilirliğin yapı sektöründe uygulanmasına ilişkin ASTM standartları

ASTM Standartları	Kabul tarihi
ASTM E 2432 - 05 Standard Guide for General Principles of Sustainability Relative to Buildings	15.08.2005
ASTM E2114 - 08 Standard Terminology for Sustainability Relative to the Performance of Buildings	01.11.2008

3. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Yaşam döngüsü değerlendirme (YDD); bir ürünü çevresel etkileri ve çevresel yönü açısından ele alan sistematik bir yoldur. Bir YDD çalışması için; *tanımlanmış amaç ve kapsama uygun olarak hammaddenin çıkarılmasından son atık oluşuncaya kadarki süreç*, tanımlaması yapılabilir. YDD yaklaşımının ISO 14040 standardında tanımlanan özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

- Bir YDD çalışması; amaç ve kapsamına bağlı olarak, yapıldığı zaman dilimi ve detay derinliği açısından değişkenlik gösterebilir.
- YDD yöntemi, bilimsel bulgular ve gelişmeler dahilinde, geliştirilmeye açık bir tekniktir.
- YDD, gerektiğinde kamuoyuna açıklanabilir, özel ihtiyaçlara yönelik karşılaştırmalar yapılmak üzere uygulanabilmektedir.
- YDD'yi uygulamak için tanımlanmış tek bir yöntem yoktur. Kuruluşlar veya organizasyonlar, çerçevesi uluslararası standartta tanımlanmış olan YDD'yi uygulama yöntemi konusunda esnekliğe sahiptirler.
- YDD; çevresel performans değerlendirmesi, çevresel etki değerlendirmesi ve risk analizi gibi yöntemleri kapsayan, fonksiyonel birime dayalı bir yöntemdir. Diğer yöntemlerle toplanan veriler YDD yönteminde girdi olabilmektedir (ISO 14040, 2006).

Bir yapının çevresel performansını geliştirmek; yapının yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan bütün çevresel etkilerini, sistematik ve kapsamlı bir şekilde anlamayı gerektirir. Bu yaklaşım bir yapıya uygulandığı zaman; malzemelerin, enerjinin ve doğal kaynakların temin edilmesinden yapının kullanım ömrünü tamamlamasına ve yıkılmasına kadar ki süreç içerisinde; yapının çevresel etkilerini incelemek ve analiz etmek gerekmektedir. Bütün bu tanımlamalar ışığında, öncelikle yönteme ilişkin standartlar analiz edilecek ve bu çerçevede yapılan çalışmalar incelenecektir.

3.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemine İlişkin Standartlar

Dünyanın en büyük standartlar geliştiren ve yayınlayan kurumlarından biri olan ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu), çevreyle ilgili olarak geliştirilen standartlarda da öncü olmuştur. Kamu ve özel sektör arasındaki köprüyü oluşturan ve özel bir organizasyon olan bu kuruluş, çevreyle ilgili çalışmalarına 1994 yılında başlamıştır (Url-7).

Bu alandaki ilk olarak çevre yönetimi ile ilgili olan “ISO 14001 Environmental Management Systems - Specification with guidance for use” standardını 1996 yılında yayınlamıştır. Daha sonrasında ise yaşam döngüsü değerlendirme yöntemine dair ISO 14040 standartlar serisi yayınlanmaya başlamıştır. YDD ile ilişkili olan ilk standart “ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework” 1997 yılında yayınlanmıştır.

Türkiye’deki duruma bakacak olursak; YDD ile ilişkili olan ilk standart “TS EN ISO 14040 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Prensipler ve Çerçeve” 1998 yılında yayınlanmıştır. Bu standart, ISO 14040 standardı esas alınarak hazırlanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü tarafından bu standartlar Türkçeye uyarlanmadan bire bir çevrilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanılan “Yaşam Döngüsü Değerlendirme”, TSE standartları serisinde “Hayat Boyu Değerlendirme” olarak geçmektedir. Daha sonra revizyona uğramış olan ISO ve TSE standartlarına Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de yer verilmiştir.

Ayrıca; bu alanda Birleşmiş Milletler Çevre Programı’da (UNEP) “Life Cycle Assessment; What it is and How to do it” adında bir çalışma yaparak, genel olarak ürünlere yönelik yaşam döngüsünü açıklamıştır (UNEP, 1996).

SETAC ise; 2003 yılında yapı ve yapımda yaşam döngüsü değerlendirmesini ele alan “Life Cycle Assessment in Building and Construction: A state of the art report” adlı raporu yayınlamıştır (Kotaji ve diğ., 2003).

Günümüzde; UNEP/SETAC Yaşam Döngüsü İnisiyatifi, yaşam döngüsü değerlendirmesine yönelik uygulamalar, metot ve araçları geliştirmek ile veri ve yöntemlerin kullanımı konusunda rehberlik yapmak üzere çalışmalar yapmaktadır. (Udo de Haes ve diğ., 2002)

Çizelge 3.1 : Yaşam döngüsü değerlendirme ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükte olan standartlar)

ISO Standartları	Kabul tarihi	TSE Standartları	Kabul tarihi
ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework	01.07.2006	TS EN ISO 14040 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve	19.06.2007
ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines	01.07.2006	TS EN ISO 14044 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - Gerekler ve kılavuz	19.06.2007
ISO/TR 14047 Environmental management - Life cycle impact assessment - Examples of application of ISO 14042	01.10.2003	-	-
ISO/TS 14048 Environmental management - Life cycle assessment - Data documentation format	01.04.2002	-	-
ISO/TR 14049 Environmental management - Life cycle assessment - Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis	15.03.2000	-	-

Çizelge 3.2 : Yaşam döngüsü değerlendirme ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükten kalkan standartlar)

ISO Standartları	Yürürlükten kalkış tarihi	TSE Standartları	Yürürlükten kalkış tarihi
ISO 14041 Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis	30.06.2006	TS EN ISO 14041 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Amaç ve Kapsam Tarifi İle Envanter Analizi	19.06.2007
ISO 14042 Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment	30.06.2006	TS EN ISO 14042 Çevre yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi	19.06.2007
ISO 14043 Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle interpretation	30.06.2006	TS EN ISO 14043 Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - Hayat boyu yorumu	19.06.2007

NOT 1: Yürürlükten kaldırılmış fakat aynı isimle revize edilerek tekrar yürürlüğe girmiş olan standartlara bu tabloda yer verilmemiştir. Bu duruma örnek olarak; 1997 yılında yürürlüğe girmiş olan ISO 14040 standardının 30.06.2006 yılında yürürlükten kaldırılıp, aynı tarihte revize edilerek ISO 14040:2006 olarak tekrar yürürlüğe girmesi verilebilir.

NOT 2: Bu tabloda yer alan ISO 14041, ISO 14042, ISO 14043 ile TS EN ISO 14041, TS EN ISO 14042, TS EN ISO 14043 standartları ISO 14040, ISO 14044 ile TS EN ISO 14040, TS EN ISO 14044 standartlarının yürürlüğe girmesiyle kaldırılmıştır.

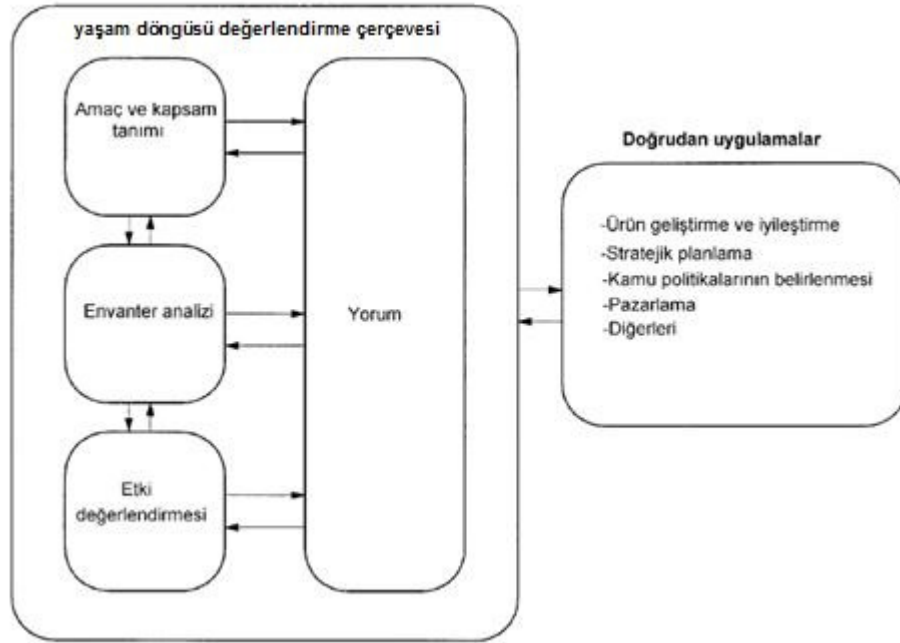
3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Basamakları

Yaşam döngüsü değerlendirme; bir ürünün, sürecin veya işlemin çevresel etkilerini ölçmek, değerlendirmek veya hesaplamak için kullanılan bir araçtır. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi dört evreden oluşmaktadır (Curran, 1996).

YDD'nin ISO 14040'a göre tanımlanan evreleri (Şekil 3.1) şu şekildedir;

- Amaç ve kapsam tanımı
- Envanter analizi
- Etki değerlendirmesi
- Yorum

YDD yönteminde her bir evrede elde edilen sonuçlar, bir sonraki aşama için veri oluşturmaktadır.



Şekil 3.1 : YDD'nin evreleri

3.2.1 Amaç ve Kapsam Tanımı

YDD'nin bu ilk evresinde yapılan çalışmanın amacı ve kapsamının tanımlanması gerekmektedir. Bu evre YDD (LCA) ve YDE (LCI) çalışmaları için her zaman birinci basamak olmaktadır (Curran, 1996).

YDD'nin amacı;

- Çalışmanın belirlenmesi
- Çalışmanın yürütülmesinin nedenleri
- Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle
- Çalışmanın sonuçlarının kamuoyuna açıklanacak karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmasının amaçlanıp amaçlanmadığı gibi bilgileri içermektedir.

YDD'nin kapsamı;

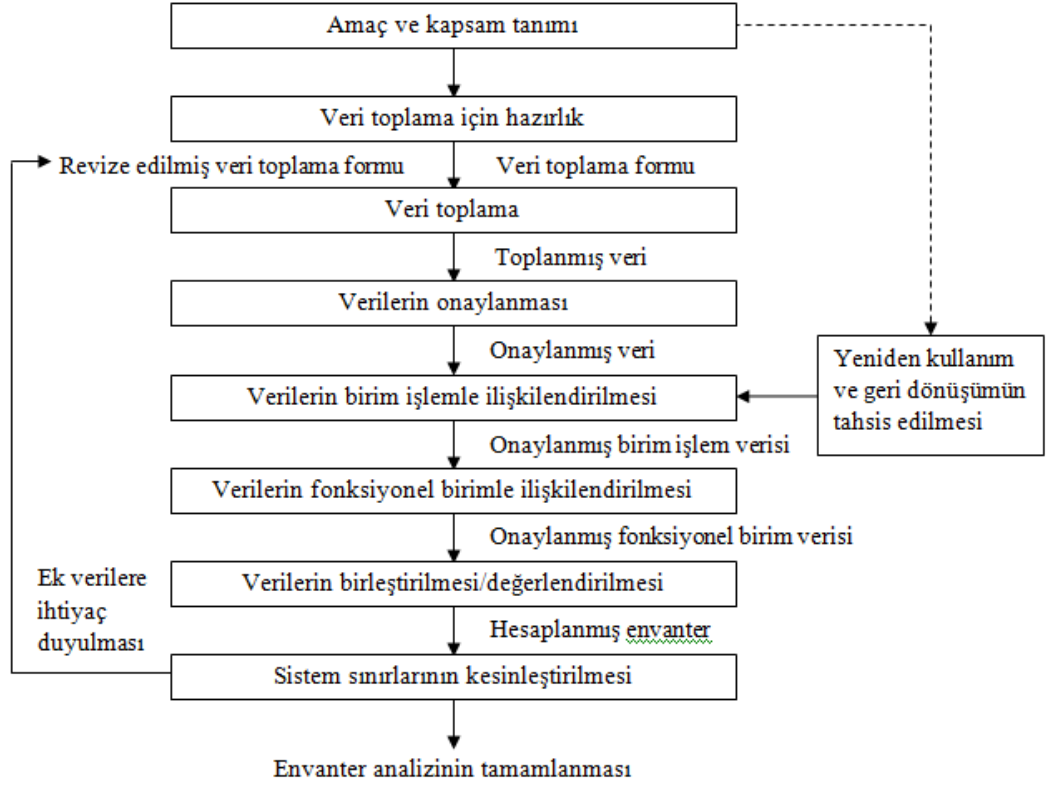
- Çalışılacak ürün sisteminin belirlenmesi
- Fonksiyonel birim
- Sistem sınırları
- Etki kategorilerinin ve etki değerlendirme yönteminin belirlenmesi
- Veri gereksinimleri
- Varsayımlar/Kabuller
- Sınırlılıklar
- Eleştirel gözden geçirme
- Raporlama formatı ve yöntemini içermektedir (ISO 14040, 2006).

3.2.2 Envanter Analizi

Yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin ikinci basamağı olan yaşam döngüsü envanter analizi, ürüne ve ürünü oluşturan süreçlere ait girdi ve çıktı miktarını belirlemek için oluşturulan veri toplama ve hesaplama evresidir (Şekil 3.2). Bu süreçte, modellenecek ürün sistemlerinin aynı şekilde ve tutarlı anlaşılmasının sağlanması için;

- modellenecek birim süreçlere ait genel süreç akış diyagramlarının çizilmesi,
- kullanılan birimleri belirten listenin geliştirilmesi,
- bütün veriler için veri toplama ve hesaplama tekniklerinin tarifi gerekmektedir.

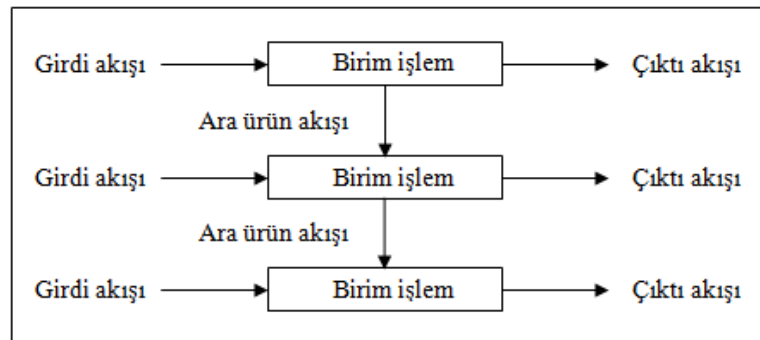
Veri toplama aşamasında, yeni gereksinimlerin ortaya çıkması ya da karşılaşılan sorunlar, bu evrenin tekrar gözden geçirilmesi ve hatta çalışmanın amaç ve kapsamına yönelik değişiklik yapılması ihtiyacını doğurabilir (ISO 14040, 2006).



Şekil 3.2 : Envanter analizini oluşturan basamaklar (ISO 14044, 2006)

Sistem sınırları içerisindeki her bir birim işlem için ayrı veri toplama ve sınıflandırma işlemi gerekmektedir. Sistem sınırı içerisindeki her bir birim işlem (Şekil 3.3) için veriler, aşağıdaki başlıklar altında sınıflandırılabilir:

- Enerji girdileri, ham madde/kaynak girdileri, yan girdiler, diğer fiziksel girdiler,
- Ürünler, yan ürünler ve atık
- Havaya bırakılan emisyonlar, su ve toprağa bırakılan atıklar,
- Diğer çevresel verileri içermektedir (ISO 14040, 2006).

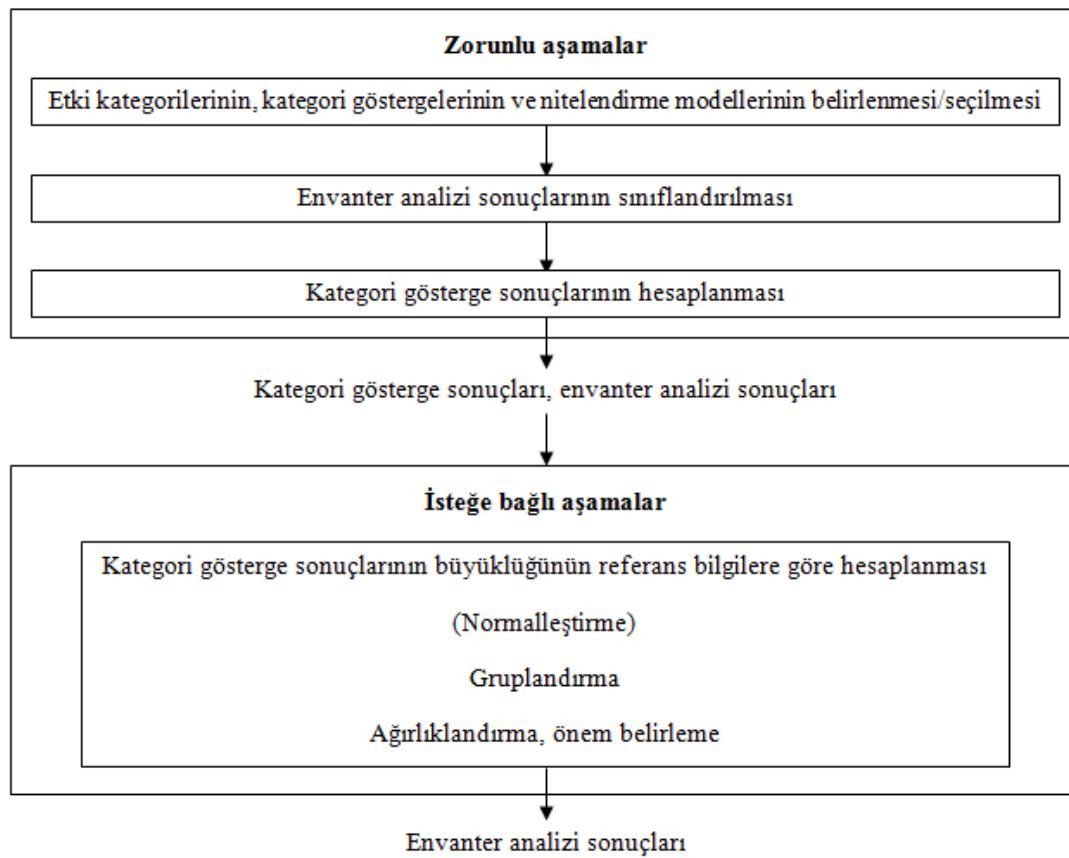


Şekil 3.3 : Yapı ürününü oluşturan birim işlemler (ISO 14040, 2006)

3.2.3 Etki Değerlendirmesi

Yaşam döngüsü etki değerlendirme aşaması YDD'nin üçüncü evresidir. YDD'nin, bir ürün sistemi için ürünün faydalı ömrü boyunca muhtemel çevresel etkilerinin büyüklüğünü ve önemini anlamayı ve değerlendirmeyi amaçlayan evresidir.

Etki değerlendirme evresinde seçim yöntemi, modelleme ve etki kategorilerinin ağırlıklandırılması gibi yöntemler öznellik taşıyabilmektedir. Bu nedenle varsayımların ve kabullerin açıkça tanımlanması şeffaflık açısından kritik bir önem taşımaktadır. Etki değerlendirmesini oluşturan basamaklar şekil 3.4'te gösterilmiştir (ISO 14040, 2006).



Şekil 3.4 : Etki değerlendirmesini oluşturan basamaklar (ISO 14044, 2006)

Etki değerlendirmesi; envanter analizi sonuçlarını, etki kategorilerine tasnif eder. Her bir etki kategorisi için, yaşam boyu etki kategorisi seçilir ve kategori gösterge sonucu hesaplanır. Gösterge sonuçlarının toplanması veya etki değerlendirmesi profili ürün sisteminin girdileri ve çıktılarıyla ilgili çevresel konulara dair bilgi sağlar. Çizelge 3.3'de olası etki kategorilerine ilişkin tablo verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Etki kategorileri (Curran, 2006)

Etki Kategorileri	Etki Alanı	Sınıflandırma	Etkilerin Tanımlanması
Küresel ısınma	Küresel	karbondioksit (CO ₂) azot dioksit (NO ₂) metan (CH ₄) Kloroflorokarbon (CFCs) hidrokloroflorokarbon (HCFCs) metil bromür (CH ₃ Br)	Küresel ısınma potansiyeli
Stratosferdeki ozon tükenimi	Küresel	kloroflorokarbon (CFCs) hidrokloroflorokarbon (HCFCs) Halon metil bromür (CH ₃ Br)	Ozon tabakasının incilmesi
Asidifikasyon	Bölgesel Yerel	Kükürt oksit (SO _x) azot oksit (NO _x) hidroklorik asit (HCL) hidroflorik asit (HF) amonyak (NH ₄)	Asidifikasyon potansiyeli
Ötrifikasyon	Yerel	fosfat (PO ₄) azot oksit (NO) azot dioksit (NO ₂) nitratlar amonyak (NH ₄)	Ötrifikasyon potansiyeli
Fotokimyasal Kirletici	Yerel	Non-metan hidrokarbon (NMHC)	Fotokimyasal oluşumunun artması
Toprak kirliliği	Yerel	zehirli kimyasallar	LC ₅₀ (öldürücü gaz yoğunluğunun artması)
Su kirliliği	Yerel	zehirli kimyasallar	LC ₅₀ (öldürücü gaz yoğunluğunun artması)
İnsan sağlığı	Küresel Bölgesel Yerel	hava, su ve toprağa yapılan salımlar	LC ₅₀ (öldürücü gaz yoğunluğunun artması)
Kaynak tüketimi	Küresel Bölgesel Yerel	kullanılan mineral ve fosil yakıt miktarı	Kaynakların tükenmesi
Toprak kullanımı	Küresel Bölgesel Yerel	toprak bozulmaları ve atık alanları	Toprak kaybı
Su kullanımı	Bölgesel Yerel	kullanılan/tüketilen su miktarı	Sınırlı su kaynaklarının azalması

3.2.4 Yorum

Yorum, YDD'nin son evresidir. Yorum, envanter analizi veya etki değerlendirmesi safhalarının birisinden veya her ikisinden elde edilen bulguların, çalışmanın amaç ve kapsamına uygun bir şekilde değerlendirildiği safhadır. YDD'nin, sonuçlara ulaşabilmek, tavsiyelerde bulunabilmek ve karar almak için bir temel olacak şekilde özetlenmesi ve değerlendirilmesidir.

Bu yorumun bulguları, çalışmanın amaç ve kapsamıyla uyumlu olarak karar vericilere kararlar ve tavsiyeler şeklinde olabilir. Bu evrede; gerektiğinde toplanan verinin ve veri kalitesinin gözden geçirilmesi gerekebilir. ıkan sonuçların, çalışmanın tanımlanan amaç ve kapsamına uyumlu olup olmaması durumuna göre YDD'nin bir önceki evrelerine geri dönüşlerin yapılabileceği bir adımdır (ISO 14040, 2006).

3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Süreçleri

Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçleri dört aşamada ele alınabilir.

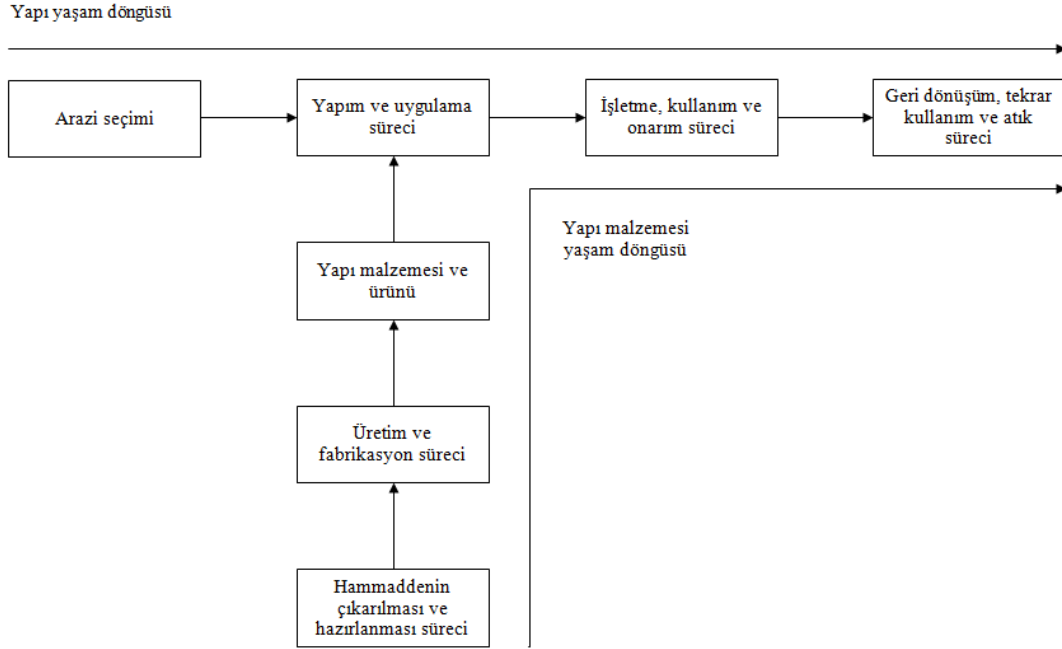
- Hammaddenin edinilmesi ve hazırlanması süreci
- Üretim ve fabrikasyon süreci
- Yapım, kullanım ve onarım süreci
- Geri dönüşüm, tekrar kullanım ve atık süreci

Bir yapı malzemesinin yaşam döngüsünün ilk iki süreci bir tüketicisi ürünü ya da herhangi bir metanın yaşam döngüsü süreçleriyle benzerlik gösterebilir. Yapı malzemesinin yapıya dahil olması yapım, kullanım ve onarım sürecinde gerçekleşmektedir (şekil 3.5). Bu aşamadan sonra yapı malzemesinin kullanım ömrü; yapıyla ve yapının hizmet ömrüyle de ilişkilidir. Bunun sonucu olarak yaşam döngüsünün son iki aşaması ilk iki aşamasına oranla daha karmaşıktır (Demkin, 1998).

3.3.1 Hammaddenin Edinilmesi ve Hazırlanması Süreci

Bu süreç; çalışmanın konusu olan yapı ürününün veya malzemesinin üretimi için gerekli olan hammaddelerin, üretici tarafından satın alınmadan önceki meydana gelen faaliyetlerin tümünü kapsamaktadır. Madencilik (Maden cevheri, mineral, taş

vb. elde edilmesi), petrol ve doğalgazın çıkarılması, kereste ve tarım ürünlerinin yetiştirilmesi, hasat elde edilmesi ve hayvanların yetiştirilip, ürün elde edilmesi gibi faaliyetler bu süreçte ele alınmaktadır.



Şekil 3.5 : Yaşam döngüsü süreçleri (Demkin, 1998)

Ürün üretimine direk katılan hammaddelerin yanı sıra; üretici tarafından ihtiyaç duyulan ara ürünler için hammaddenin işlenmesi de söz konusu olmaktadır. Bu duruma; mineral ve taşın ezilmesi, öğütülmesi, yakılması; cevherin zenginleştirilmesi; petrolün arıtılması; kimyasalların üretilmesi; ara ürünlerin imal edilmesi gibi süreçler örnek verilebilir (Demkin, 1998).

Hammaddelerin taşınması, geri kazanılmış ve geri dönüştürülmüş ürünlerin elde edilmesi gibi işlemlerde bu süreçte ele alınmaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken çevre ile ilgili konular; doğal kaynak kullanımı, enerji ve su tüketimi, atık üretimi ile bunların sağlık ve çevre üzerindeki etkileridir (Demkin, 1998).

Hammaddenin çıkarılması ve hazırlanması süreci, en büyük çevresel zararlara yol açabilecek potansiyele sahip süreçtir. Çevresel etkilerin anlaşılması, malzemelerin akılcı seçimine yardımcı olacaktır.

Hammaddenin tedarik yöntemleri, imalat süreçleri ve imal edilen yerden inşa edilen yere taşınma mesafesi bütünüyle çevresel sonuçları doğurmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).

3.3.2 Üretim ve Fabrikasyon Süreci

Bu süreçte; dağıtım ve kullanıma hazır olan nihai ürünün, hammaddeden yapı ürünü üretilinceye kadarki işlemlerinin tümünü kapsamaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken çevre sorunları; enerji tüketimi, su tüketimi ve atık üretimi ile ilgilidir (Demkin, 1998).

3.3.3 Yapım, Kullanım ve Onarım Süreci

Bu süreç; yapı ürününün inşaat alanına taşınmasını; yapı ürününün binaya uygulanmasını, montajını; bakım gereksinimlerini; durabilitesini ve öngörülen faydalı ömrünü kapsamaktadır (Demkin, 1998).

Durabilite (dayanım) kavramı çeşitli nedenlerden dolayı karmaşıktır: örneğin çatı ürünleri gibi yapı malzemelerinin, faydalı ömürleri dış ortam şartlarına bağlı olarak değişebilir veya dekoratif malzemeler için teoride öngörülen hizmet ömrü; estetik faktörler gibi nedenlerden daha sık değiştirilmesi sonucu gerçekte daha kısa olabilir.

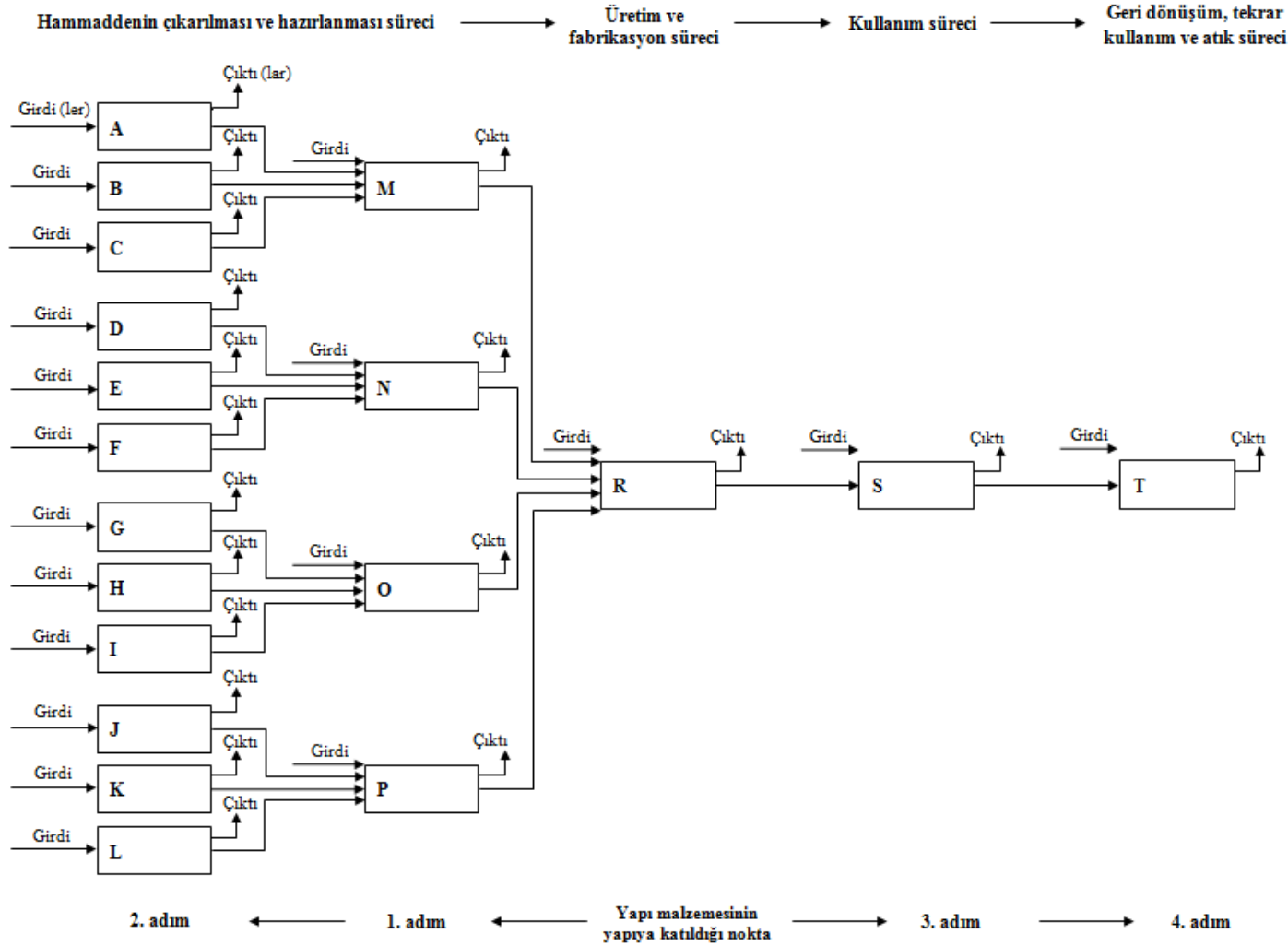
Bu aşamada dikkat edilmesi gereken önemli çevre sorunları; yapı ürününün montaj aşamasındaki çevresel etkileri ve iç ortam kalitesi üzerindeki etkisidir. Başka bir önemli konuda yapı malzemesinin, yapının enerji performansı (ısıl performans, aydınlatma vb.) üzerinde etkisidir. Oluşan inşaat atıkları da bu aşamada ele alınması gereken ciddi bir sorundur (Demkin, 1998).

3.3.4 Geridönüşüm, Tekrar Kullanım ve Atık Süreci

Bu süreç; yapı ürününün faydalı hizmet ömrünü tamamladığı süreçtir. Yapı malzemesinin başka bir yapıda herhangi bir işlem yapılmadan yeniden kullanılması, onarılması, yenilenmesi ve başka bir alanda yeniden değerlendirilmesi veya imha edilmesini içerir.

İnşaat atıkları, bütün ülkelerde önemli bir katı atık sorunu oluşturmaktadır. Geri dönüştürme işlemi, yapı bileşenlerinin karmaşıklığı arttıkça daha da zorlaşmaktadır. Zehirli madde içeren bazı yapı ürünleri için özel imha işlemleri gerekebilmektedir (Demkin, 1998).

Yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin uygulamaya geçirilmesine dair akış diyagramı Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6 : Yaşam döngüsü değerlendirme malzeme akış diyagramı (Demkin, 1998)

4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN YAPI MALZEMESİNE YÖNELİK KULLANIMI

Çalışmanın bu bölümünde; yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin uygulama sınırları açıklanmıştır. Literatürde *sistem sınırları* olarak da ifade edilen sınırlar; bir YDD çalışmasının kapsayacağı alanı belirlemek açısından önemlidir. Sonrasında ise bir YDD çalışmasının uygulamasına ilişkin araçlara ve çevresel ürün bildirgesi hazırlamak için kullanılabilecek veritabanlarına yer verilmiştir.

4.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Uygulama Sınırları

Herhangi bir ürün, süreç ya da yapım sistemin; teknik ve fonksiyonel performansının yanı sıra, çevresel etkilerinin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi de gereklidir. Yapı malzemesinin çevresel etkilerini değerlendiren bu sistemin uygulanması, şartlara göre farklılık gösterebildiği gibi, yapılacak olan herhangi bir çalışma için sınır çizilebilir.

Öncelikle bu bölümde kullanılan kavramlarla ilgili tanımlamaların yapılmasında yarar vardır.

“*Beşik*”, yapı malzemesinin üretiminde kullanılan hammaddenin çıkarılması ve üretilmesindeki gerekli olan enerjinin, hammaddenin ve kaynakların sistem içerisine alındığı yer ve zamanı,

“*Mezar*”, kullanılan kaynakların doğaya geri döndüğü yer ve zamanı,

“*Kapı/Saha*” ise üretilen yapı malzemesinin kullanılmak üzere, inşaat alanına götürüldüğü yer ve zamanı ifade eder (Curran, 2006).

Bu yaklaşımı genel olarak üç başlık altında ele alabiliriz.

4.1.1 “Beşikten beşiğe” (cradle to cradle) yaklaşımı

“Beşikten beşiğe” yaklaşımı bir metot olarak; mimar William McDonough ve kimyager Dr. Michael Braungart tarafından 2002 yılında güvenilir, bilinen verilere dayanarak, insanlara ve çevreye zarar vermeden kullanılabilecek ürünleri

değerlendirmek için geliştirilmiştir. Bir ürün için değerlendirme kriterleri; zehirli madde içermemesi, kansere yol açarak insan sağlığını etkilememesi, doğada kaybolması, ağır metal içermemesi, geridönüşümün dışında tekrar kullanılabilme potansiyelinin olması, etkili ve yenilenebilir enerji kullanılması ve oluşturduğu kirli su miktarı gibi özelliklerdir (Yudelso, 2007).

Yapı malzemesi ölçeğinde bakıldığında, bu yaklaşım kapalı malzeme ve enerji döngüsü olarak da tarif edilmektedir. Gerekli olan kaynakların, doğadan elde edilme sürecinden başlayıp, yapı üretimine katılmasını, yapıdaki işlevi sona erdikten sonra ise geri dönüştürülerek veya mevcut haliyle başka bir yapıda tekrar kullanılmasını içerir.

4.1.2 “Beşikten mezara” (cradle to grave) yaklaşımı

Bu yaklaşım; yapı malzemesi üretimi için gerekli olan hammaddenin doğadan elde edilmesiyle başlayıp, faydalı hizmet ömrünün sona erip, doğaya geri dönmesiyle biten süreci kapsamaktadır (Curran, 2006). Bu kavram literatürde açık döngü olarak da bilinmektedir.

Bazı çalışmalarda beşikten beşiğe yaklaşımı, beşikten mezara yaklaşımının içerisinde değerlendirilmiş olup, yeniden kullanım, geri dönüşüm gibi işlemler de bu süreçte ele alınmıştır.

4.1.3 “Beşikten kapıya” (cradle to gate/cradle to site) yaklaşımı

Bu yaklaşım; yapı malzemesinin üretimi için gerekli olan hammaddenin doğadan elde edilmesinden başlayarak, hazırlanması, işlenmesi, bazı durumlarda; birkaç hammaddenin birleşerek ara ürün oluşturmaları ve oluşan nihai yapı malzemesinin inşaat sahasına taşınması sürecini kapsamaktadır (Domone ve Illston, 2010).

Çizelge 4.1’de beşikten kapıya yaklaşımıyla ele alınan örnek bir çalışmadaki gömülü enerji ve karbon miktarlarına yer verilmiştir. Bu çizelgedeki değerler, malzemelerin sadece üretim sürecini kapsamaktadır. Yapım, kullanım ve onarım gibi süreçler dahil edilmemektedir. Ayrıca çizelgedeki metaller, malzemenin hammadde haline ait değerlerdir ve içerisinde geri dönüştürülmüş ürün barındırmamaktadır. Ahşabın ise ısı değeri hesaba katılmamıştır. (Domone ve Illston, 2010).

Çizelge 4.1 : Yapı malzemelerinin “beşikten kapıya” olan süreçte; gömülü enerji ve gömülü karbon miktarları (Domone ve Illston, 2010)

Malzeme	Gömülü Enerji (MJ/kg)	Gömülü Karbon (CO ₂ /kg)
Agrega	0,11	0,005
Alüminyum alaşım	218	11,46
Asfalt	2,4	0,14
Bitüm	47	0,48
Pişmiş tuğla	3	0,22
Dökme demir	25	1,91
Çimento (portland)	4,6	0,83
Beton (%3 çelik donatılı)	3,5	0,32
Bakır	70	3,83
Cam	15	0,85
Cam lifleri	28	1,53
Çelik (yumuşak)	35,3	2,75
Çelik (paslanmaz)	56,7	6,15
Reçineler	140	5,91
Ahşap	8,5	0,46
Kauçuk	101	3,18
Polietilen	83	1,94

Özetlemek gerekirse; bir önceki bölümde ele alınan YDD süreçleriyle; yapılacak bir uygulama için, sınır çizen yaklaşımların ilişkisine Çizelge 4.2’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.2 : YDD süreçleriyle sistem sınırlarının ilişkisi

	Hammaddenin çıkartılması ve hazırlanması süreci	Üretim ve fabrikasyon süreci	Yapım, kullanım ve onarım süreci	Geri dönüşüm, tekrar kullanım ve atık süreci	
				Geri dönüşüm, tekrar kullanım	Atık
Beşikten beşiğe	×	×	×	×	
Beşikten mezara	×	×	×		×
Beşikten kapıya	×	×			

4.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Uygulanması

Yapıların ve yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesini yapmak amacıyla sürekli yöntemler ve araçlar geliştirilmektedir. Bu araçlar; ISO 14040 standardında tanımlanan yöntemi esas almaktadır. Araçların, veri girişi için şeffaf,

kesin, güvenilir ve sistematik olması gerekir. Bu araçlar, üç düzeyde ele alınabilir. Düzey 3, tüm binayı değerlendiren ve sertifikalandıran araçlar; düzey 2, yapı elemanı veya malzeme seçimine yönelik karar destek araçları; düzey 1 ise, ürün karşılaştırması ve veritabanları ile yaşam döngüsü analizi yapabilen araçlardır (Ortiz ve diğ., 2009; Edwards ve diğ., 2003). Bu araçlara Çizelge 4.3'te yer verilmiştir. Bunun yanı sıra çizelgede yer alan tüm araçlar bu tez çalışmasında ayrıntılı olarak açıklanmamıştır.

Çizelge 4.3 : Yaşam döngüsü değerlendirmesi için kullanılan hesaplama araçları

Düzey	Program	Ülke
1	GaBi	Almanya
	SimaPro	Hollanda
	TEAM	Fransa
	BEAT	Danimarka
	Ecoinvent	İsviçre
2	BEES	ABD
	MIPS	Almanya
	TWIN	Hollanda
	Athena	Kanada
	Envest	İngiltere
	EcoQuantum	Hollanda
	LISA	Avustralya
3	LEED	ABD
	BREAM	İngiltere
	SBTool	Kanada
	CASBEE	Japonya
	DGNB	Almanya
	Green Star	Avustralya
	SEDA	Avustralya

Bina düzeyinde çevresel etkilerin modellenmesi, gerçek anlamda bir binanın çevresel etkisinin ne olduğu sorusunun cevabına tesir edeceğinden önem arz etmektedir. Çevresel etki açısından malzemelerin karşılaştırmasının yapılabilmesi için veri girişinde gerçek ihtiyaçların ve doğru bilginin girilmesi gerekir. Örneğin, farklı özellikteki katmanlara sahip iki farklı döşeme kaplama malzemesinin karşılaştırılması, adaletsiz bir sonuç ortaya çıkaracaktır.

Bu hesaplama araçları, malzemeler ve şartname tercihleri ile binaların kullanım performansı arasındaki önemli tercih sebeplerini ortaya koymayı hedeflemektedir. Yeni bir tasarım için en önemli kararların tasarım sürecinin başında alındığı düşünüldüğünde, bu hedefin çok önemli olduğu görülmektedir.

4.2.1 Yapı malzemesi seçimine yönelik araçlar

Bu başlık altında ele alınan araçların veritabanları tanımlı yapı malzemeleri olup, akış şemaları hazırlayıp, yeni bir veri girişi için elverişli olmayan araçlardır. Değerlendirme; kullanıcı tarafından sadece etki sınıflarının ağırlık derecelerini değiştirerek mümkün olmaktadır.

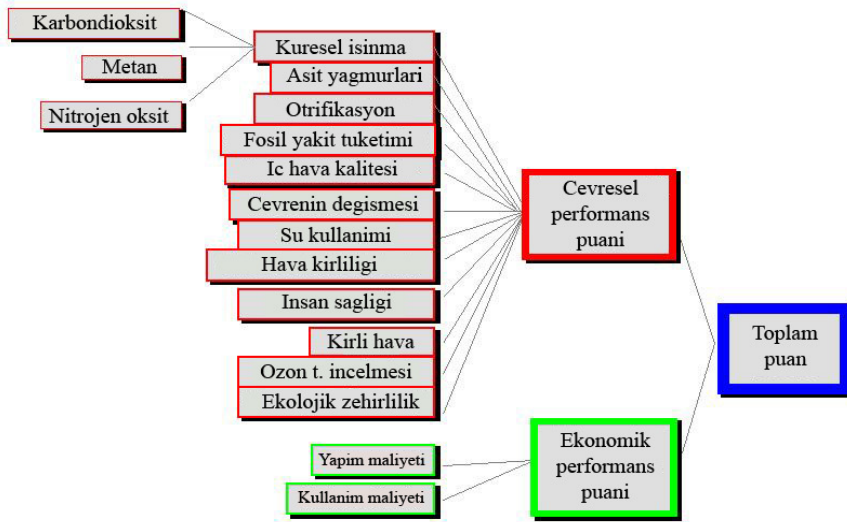
4.2.1.1 BEES

BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability); yapı malzemelerinin, ekonomik ve çevresel açıdan seçilmesine yönelik bir yazılım aracıdır. NIST (ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü) Mühendislik Laboratuvarı tarafından geliştirilen bu araç, standartlara dayalı olup; pratik, esnek ve şeffaf olacak biçimde tasarlanmıştır. BEES; internet üzerinden herkesin erişimine açık online bir veri tabanına sahiptir. Veritabanı, 230 yapı malzemesi için gerçek çevresel ve ekonomik performans verilerini içerir. 80 ülkede, 9000'den fazla kayıtlı kullanıcıya sahiptir. Tasarımcılar, araştırmacılar, inşaatçılar, üreticilerin ve eğitimcilerin kullanımına yöneliktir.

BEES; ISO 14040 standartlar serisinde belirtilen yaşam döngüsü değerlendirme yaklaşımını kullanılarak yapı malzemelerinin çevresel performansını ölçer. Ekonomik performansı ise; ASTM standardındaki (ASTM E917 - Life-Cycle Costing) yaşam döngüsü maliyet yöntemi kullanılarak; ilk yatırım, yenileme, işletme, bakım, onarım ve yok edilme süreçlerindeki giderlerini kapsayan süreçler hesaplanır. Çevresel ve ekonomik performansı oluşturan toplam performans ise; yine ASTM standardındaki çok özellikli karar analizi ile oluşturulur. Tüm yapı malzemesi analizleri; ASTM yapı elemanları sınıflandırması olan Unifomat II'ye göre sınıflandırılmıştır (Url-8).

Bu tez çalışmasında; Bees, veritabanı içerisindeki yapı malzemelerinin nihai ürün olması ve tanımlı olması sebebiyle; seçim aracı olarak değerlendirilmiş ve *yapı malzemesi seçimine yönelik araçlar* başlığı altında yer verilmiştir.

Bu modelde hesaplama için kullanılabilecek etki kategorilerine (küresel ısınma, asit yağmurları, ötrifikasyon, ekolojik zehirlilik ozon tabakasının incilmesi gibi.) Şekil 4.1'de yer verilmiştir.



Şekil 4.1 : BEES etki kategorileri (Url-8)

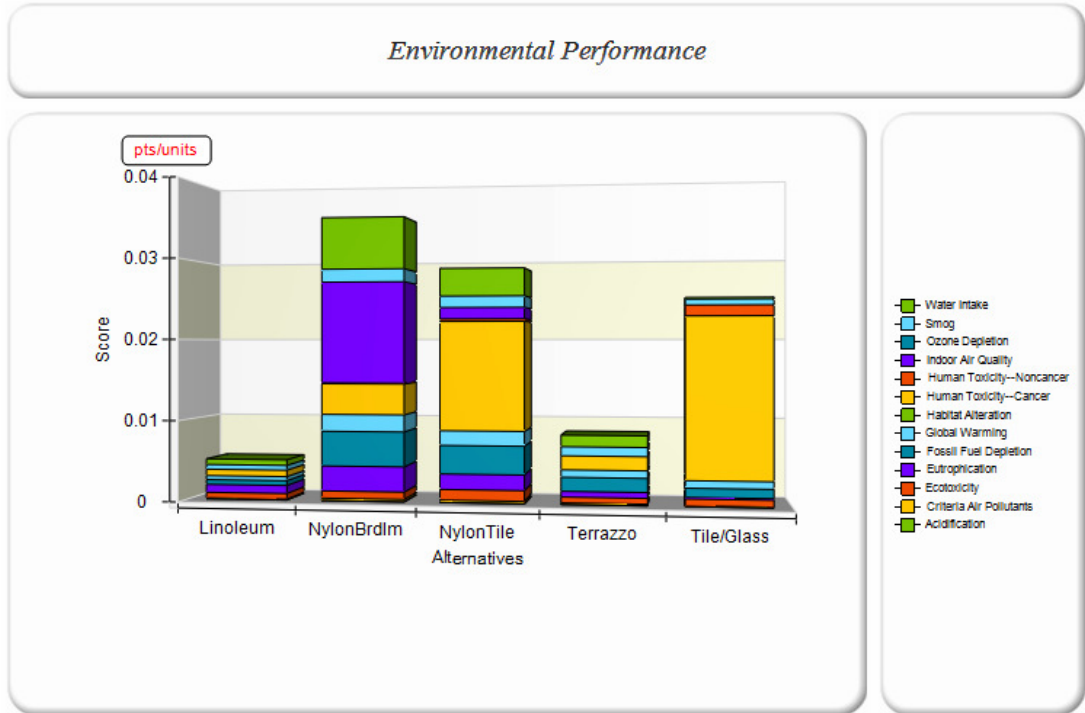
Yapılabilecek örnek bir çalışma için; öncelikli olarak etki kategorilerinin ağırlıkları belirlenmelidir. Bu ağırlıklar Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi EPA’nın, BEES’in belirlediği oranlar olabilirken; bütün kategorilere eşit ağırlık verilebildiği gibi, seçim tamamen kullanıcıya da bırakılabilir.

IMPACT	Equal Weights	EPA Science Advisory Board-based	BEES Stakeholder Panel
Global Warming	9	16	29
Acidification	9	5	3
Eutrophication	9	5	6
Fossil Fuel Depletion	9	5	10
Indoor Air Quality	8	11	3
Habitat Alteration	8	16	6
Water Intake	8	3	8
Criteria Air Pollutants	8	6	9
Smog	8	6	4
Ecotoxicity	8	11	7
Ozone Depletion	8	5	2
Human Health	8	11	13
Sum:	100	100	100

Şekil 4.2 : BEES etki kategori yüzdeleri (Url-9)

Sonrasında ise; hesaplama için çevresel ve ekonomik performans yüzdeleri belirlenmelidir. Bu oranlar % 50-50 olabildiği gibi, bu tez çalışmasında ekonomik performansa yer verilmediği için, hesaplama dahil edilmeyebilir. Son adımda ise yapı malzemesi seçimi yapılarak, veri tabanında mevcut olan hesaplamalara, istenilen formatlarda ulaşılabilir (özet, yaşam döngüsü süreci, çevresel akış grafikleri gibi). Şekil 4.3’te örnek bir çalışmanın sonuçlarına yer verilmiştir.

- ☒ Summary Graphs
 - ☐ Life-Cycle Stage Graphs
 - ☐ Environmental Flow Graphs
 - ☐ Embodied Energy
- Environmental Performance



Note: Lower values are better

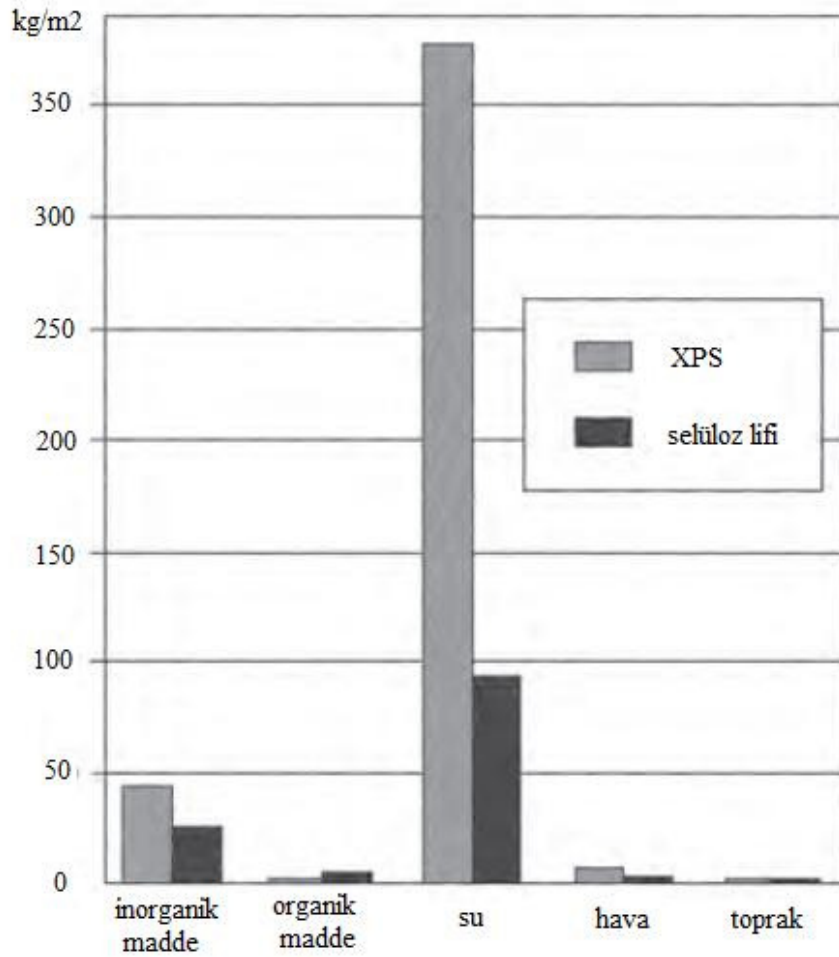
Category	Linoleum	NylonBrdm	NylonTile	Terrazzo	Tile/Glass
Acidification	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Criteria Air Pollutants	0.0001	0.0003	0.0003	0.0002	0.0001
Ecotoxicity	0.0007	0.0009	0.0013	0.0007	0.0008
Eutrophication	0.0010	0.0031	0.0019	0.0007	0.0002
Fossil Fuel Depletion	0.0006	0.0043	0.0035	0.0017	0.0011
Global Warming	0.0005	0.0021	0.0018	0.0009	0.0009
Habitat Alteration	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Human Toxicity--Cancer	0.0008	0.0038	0.0134	0.0017	0.0197
Human Toxicity--Noncancer	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0013
Indoor Air Quality	0.0000	0.0125	0.0014	0.0000	0.0000
Ozone Depletion	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Smog	0.0006	0.0016	0.0014	0.0011	0.0007
Water Intake	0.0007	0.0064	0.0034	0.0014	0.0002
Sum	0.0050	0.0351	0.0287	0.0084	0.0250

Şekil 4.3 : BEES örneği

4.2.1.2 MIPS

MIPS; Almanya kökenli bir araç olup, tanımlı bir fonksiyonel birime ait kaynak kullanımını inceler. Yapı malzemesinin üretim sürecinde; ürüne girdi sağlayan organik ve inorganik hammadde kullanımı, su, hava ve toprak kullanımını hesaplar. Araç; aynı fonksiyon için kullanılabilen, farklı malzemelerin kaynak tüketiminin karşılaştırmasını yapmaktadır.

MIPS ile yapılmış örnek bir çalışmada; aynı duvar kesiti için; yeterli u-değerini sağlamak amacıyla, her bir malzeme için uygun miktarda yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 4.4). Bu çalışma için; belirlenen u-değeri $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Bu durum, karşılaştırmayı çevresel etkiler açısından yaparken, duvar kesitinden beklenen performansın değişmediğini göstermektedir (Bokalders ve Block, 2010).

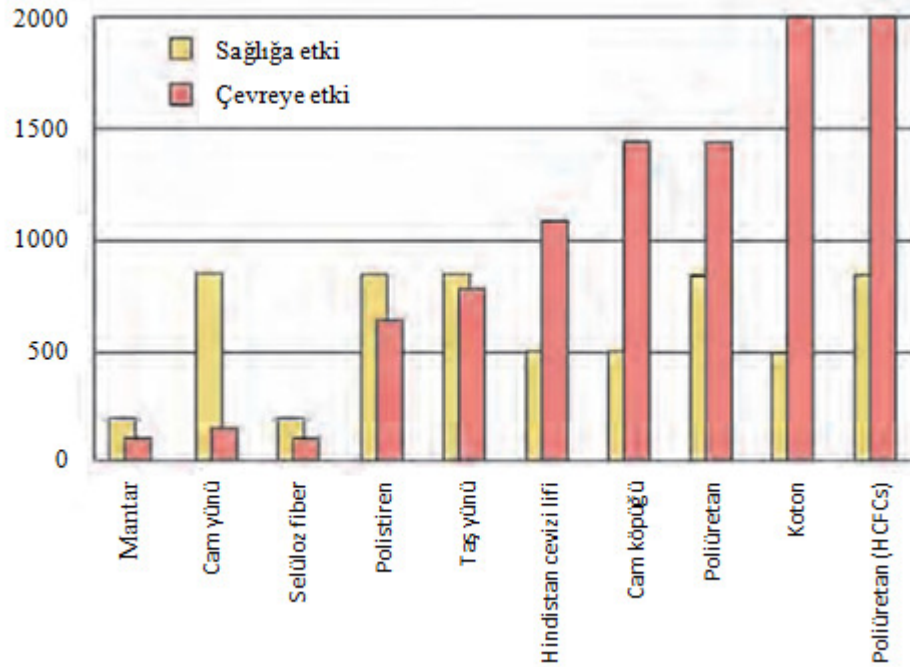


Şekil 4.4 : MIPS örneği

4.2.1.3 TWIN

Hollanda'da geliştirilmiş olan TWIN yazılım aracında, hem sağlık hem de çevresel etkiler analiz edilerek; nitel ve nicel değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bir yapı malzemesinin nitelikleri iki dikey barla ifade edilerek, insan sağlığına olan etkiler ve çevresel etkiler bir grafikte sunulmaktadır. Çevre etkileri kategorileri; kaynak kullanımı, kirlilik, atık, enerji tüketimi iken, sağlık etkileri kategorileri; fiziksel ve kimyasal etkiler, biyolojik etkiler, ergonomi ve sağlık olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.5).

Bu araçla yapılan bir çalışmada; ısı yalıtım malzemelerinin özellikleri karşılaştırılmaktadır (Bokalders ve Block, 2010).



Şekil 4.5 : TWIN örneği

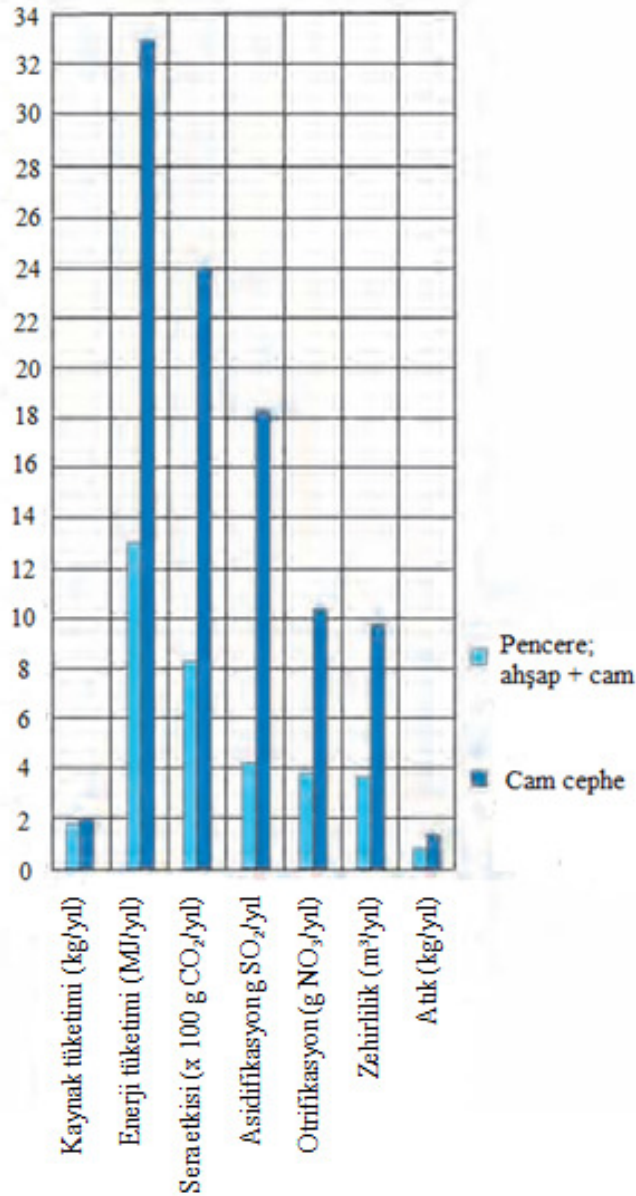
4.2.2 Yapı malzemesi seçimi ve diğer yöntemlere veri sağlamaya yönelik araçlar/veritabanları

Bu başlık altında ele alınan araçlar; kapsamlı veritabanları ile yapı malzemelerinin girdilerini ve çıktılarını, akış şemaları hazırlayarak oluşturmaya imkan vermektedir. Bu kapsamda değerlendirilen araçlar; birçok çevresel ürün bildirgesi çalışmalarının geri planındaki hesaplamaları yapmak için kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında seçilen örnekler dünya çapında en çok kullanılan ve bilinen araçlardır.

4.2.2.1 Danimarka çevresel profili

Danimarka Yapı Araştırma Enstitüsünün (The Danish Building Research Institute), çeşitli yapı malzemelerinin yaşam döngüsü analizlerini içeren BEAT 2000 adında veritabanı bulunmaktadır. Bu veritabanını esas alan araştırmada; enerji ve kaynak tüketimin yanı sıra ortaya çıkan çevresel etkileri de miktar olarak vermektedir.

Yapılmış olan örnek çalışmada (Şekil 4.6); fonksiyonel birimi 1 m² olarak belirlenmiş cam cephe ve çerçevesi ahşap olan bir pencere için karşılaştırma yapılmıştır (Bokalders ve Block, 2010).



Şekil 4.6 : Danimarka çevresel profili örneği

4.2.2.2 GaBi

GaBi; Stuttgart Üniversitesi'yle, PE Europe GmbH tarafından 1992 yılında geliştirilmiş, Almanya kökenli bir yazılımdır. ISO 14040 standardını esas alarak hazırlanmış, dünya çapında yaygın kullanımı olan bir yaşam döngüsü değerlendirme aracıdır. Gabi; diğer endüstri ürünlerinin yanı sıra yapı malzemelerini ve sistemlerini yaşam döngüsü değerlendirme perspektifiyle modellemektedir. Bu yapı; sürdürülebilir veri yönetim ve değerlendirme ihtiyacını giderir (Url-10).

Kullanıcılar; yapı malzemelerinin süreçleri için, hammadde ve enerji akışlarını içeren modeller oluşturabilir. Veritabanı sekiz yüz farklı enerji ve hammadde akışını içermektedir. Her bir akış, hiyerarşik bir sistemi geliştirmesi için kullanıcıya izin veren bir akış grubu oluşturmayı sağlar. Örnek olarak; polipropilen granülleri, *hammadde akış grubu* içerisinde iken; CO₂, *atmosfere yapılan salımlar* grubunda yer almaktadır. Dört yüz özel endüstriyel işlemi içeren, on genel işlem tipi veritabanında yer almaktadır (Url-10; Menke, 1996).

Geniş bir veritabanına sahip bu model, birçok değerlendirme yöntemi ve çevresel ürün bildirelerinin hazırlanması için kullanılan bir araçtır. Çalışmanın beşinci bölümünde incelenmiş olan titanyumlu çinko levhaya ait; Alman çevresel ürün bildirgesine ait veriler, IBU tarafından bu araç kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca bina düzeyinde sertifikalandırma yapan (LEED, BREAM sertifikaları gibi) Alman DGNB sertifikası ve BRE Environmental Profile bildirgesi için de GaBi kullanılmaktadır (Url-11).

4.2.2.3 SimaPro

SimaPro yazılımı; 1990 yılında, Ürünlerin bütüncül bir çevresel değerlendirme için PRe Consultant tarafından geliştirilen, Hollanda kökenli geniş tabanlı bir yazılımdır. Açılımı *System for Integrated Environmental Assessment of Products*'tır. Yapı malzemeleri, program içerisindeki ürün kategorilerinden biridir. Program çeşitli etki kategorilerini ve veritabanlarını kullanır. Veriler; daha özellikli olarak Hollanda olmak üzere, tüm Avrupa koşulları için geçerlidir (Url-12).

Analiz, tüm yaşam döngüsü süreçlerini içerdiği gibi, hizmet ömrünün sona ermesinden sonraki sökülme ve geridönüşüm işlemleri için de olası senaryoları içerir. Sonuçları hem metin ve hem de grafik olarak vermektedir. Analizler; sera gazı etkisi, enerji, hava, ozon tüketimi, zehirlilik, su kirliliği, katı atık gibi etki kategorilerini

içermektedir. Süreçler; zaman ve tedarik zinciriyle birbirine bağlanarak akış şemaları oluşturulmaktadır. Yazılım; kullanıcılara akıştaki zayıf noktaları işaret etmektedir (Guggemos, 2003).

SimaPro ile yapılan bir çalışmada; döşeme kaplamalarının temizleme yöntemlerinden dolayı; kullanıcı aşamasındaki çevresel yüklerinin, üretim aşamasındaki yüklerden fazla olduğu belirlenmiştir. Çevresel etkilerin bakım aralığı ile yakın ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir (Strand ve Hovde,1999; Strand, 2003). YDD aracı kullanılarak yapılan değerlendirmede, uzun bakım aralıkları ile malzemenin yaşam süresi kısılırken daha düşük çevresel yükler olduğu, kısa bakım aralıklarında da yaşam süresi uzarken çevresel yüklerin artış gösterdiği sonuçları alınmıştır. Bu durum, yapı malzemesi için kullanım aşamasındaki verilerin önemini ortaya koymaktadır.

5. ÇEVRESEL ÜRÜN BİLDİRGELERİNİN YAPI SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE BİR ÖRNEK ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde yapı malzemelerine yönelik olarak oluşturulan çevresel ürün bildirgeleri ele alınmıştır. Çevresel ürün bildirgelerinin ortaya çıkışı, yasal çerçevesi bağlamında incelenmiş, dünyada bu bildirgeyi veren kuruluşlar tespit edilmiştir. Konu; yapı sektörü açısından ele alınıp, Almanya’ da yapılmış olan örnek bir çalışma üzerinden analiz edilmiştir.

Öncelikli olarak çevresel ürün bildirgelerinin dayandığı standartların incelenmesinde yarar görülmektedir.

5.1 Çevresel Ürün Bildirgeleri ve Çevresel Etiketlemeye İlişkin Standartlar

ISO, 1990’ların sonuna doğru; 14000 çevre yönetimi standartları serisinin devamı olarak 14020 standartları serisini geliştirmiştir. Bu standartların (Çizelge 5.1) ele alınış şekillerine bakacak olursak;

ISO 14024 Tip 1 Çevresel etiketleme programı; Gönüllülük esasına dayalı, çoklu-kriter tabanlı, üçüncü taraflarca lisanslandırılan bir programdır. Belirli ürün sınıflarının kapsamlı çevresel tercih edilebilirliğini, belirli çevresel kriterlere dayandırmak suretiyle ürünlerde çevresel etiket kullanımını düzenler.

ISO 14025 Tip 3 çevresel bildirge programı ise bir ürünün yaşam döngüsüne ilişkin ölçümlere dayalı çevresel bilgiyi ortaya koyar ve aynı işleve sahip ürünlerin karşılaştırılabilmesine olanak sağlar. Bu bildirgeler; bağımsız kuruluşlar tarafından doğrulanarak onaylanan yaşam döngüsü değerlendirme verisi, yaşam döngüsü envanter analizi verilerini, ISO 14040 serisinde yer alan standartları temel alarak oluşturulan bilgi modüllerine dayandırmıştır (Johnson, 2008).

Bu bilgiler doğrultusunda çevresel ürün bildirgelerinin, çevresel etiketlemeye göre çok daha kapsamlı olduğu ve nicel verilere dayandığı söylenebilir.

Çizelge 5.1 : Çevresel etiketleme ve çevresel ürün bildirelileri ile ilişkili olan ISO ve TSE standartları (yürürlükte olan standartlar)

ISO Standartları	Kabul tarihi	TSE Standartları	Kabul tarihi
ISO 14020 Environmental Labels and Declarations - General Principles	15.09.2000	TS EN ISO 14020 Çevre Etiketleri ve Beyanları - Genel Prensipler	05.04.2002
ISO 14021 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)	15.09.1999	TS EN ISO 14021 Çevre etiketleri ve beyanlar- Çevre ile ilgili iddiaların öz beyanı (Tip II çevre etiketleri)	25.04.2006
ISO 14024 Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling – Principles and procedures	01.04.1999	TS EN ISO 14024 Çevre Etiketleri ve Beyanları - Tip 1: Çevre Etiketlemesi - Prensipler ve Yöntemler	25.04.2002
ISO 14025 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures	01.07.2006	TS EN ISO 14025 Çevre etiketleri ve beyanları - Tip III çevre beyanları - Prensipler ve prosedürler	03.04.2008
ISO 21930 Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products	01.10.2007	-	-

NOT: Yürürlükten kaldırılmış fakat aynı isimle revize edilerek tekrar yürürlüğe girmiş olan standartlara bu tabloda yer verilmemiştir.

Bu duruma örnek olarak; 2000 yılında yürürlüğe girmiş olan ISO 14025:2000 standardının 30.06.2006 yılında yürürlükten kaldırılıp, revize edilerek aynı tarihte ISO 14025:2006 olarak tekrar yürürlüğe girmesi verilebilir.

Aynı şekilde; TSE tarafından 2005 yılında yürürlüğe konmuş olan TS EN ISO 14025 standardı da 03.04.2008 yılında yürürlükten kaldırılıp, revize edilerek aynı tarihte TS EN ISO 14025 olarak tekrar yürürlüğe girmiştir.

5.2 Bütünleşik Ürün Politikası

Ürünlerin çevresel performansının geliştirilmesi ve ürünler hakkında çevresel bilginin sağlanması, AB Komisyonunun sürdürülebilir kalkınma politikasının gerekliliği haline gelmiştir. Fakat çok fazla ürün ve aktörün olduğu bu ortamda herşeyi kapsayan tek bir politikanın uygulanması mümkün değildir. Bu sorunun aşılabilmesi için kullanılabilecek çok çeşitli gönüllü ve zorunlu araçlar bulunmaktadır. Bunlar; ekonomik araçlar, önemli yasaklar, gönüllü anlaşmalar, çevresel etiketleme ve ürün tasarım rehberleri olarak sıralanabilir. AB Komisyonu bu konular üzerindeki düşüncelerini Şubat 2001 yılında “Green Paper on Integrated Product Policy (IPP)” içerisinde yayınlamıştır (Bodeskar ve diğ., 2002).

Yapılan YDD çalışmaları birbirleriyle karşılaştırılabilir çalışmalar olamamaktadır. Bununla birlikte, yapı malzemelerinin çevresel etkileri ve gömülü enerjileri üzerine yapılan çalışmaları bir araya getiren yöntemler, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için gereklidir. Bu sorunun aşılabilmesi için; Avrupa Birliği Komisyonu 2003 yılında gönüllülük esasına dayalı Bütünleşik Ürün Politikasını (BÜP) resmi olarak açıklamıştır. Bu politikanın amacı, yapı sektöründeki ürünlerin tüm yaşam süreçlerinin her aşamasında çevresel etkilerinin azaltılmasıdır. Temel olarak ürünlerin çevresel etkisi, ürünlerin çevresel gelişimi ve politikanın uygulanması olmak üzere üç aşamayı içermektedir. BÜP’ün uygulanabilmesi için geliştirilen stratejiler çevresel ürün bildirgeleri ve Ekotasarım olarak belirlenmiştir (Bodeskar ve diğ., 2002).

5.3 Çevresel Etiketleme

Çevresel etiketleme, bir ürün veya hizmetin uygun çevre standartlarını karşıladığını garanti eden bir sistemdir. Çevresel etiket bir ürünün çevre için zararsız olduğunu belgelememektedir fakat standartlara uymayan benzer ürünlere kıyasla genellikle daha az çevresel etkiler içerdiğini göstermektedir.

Son dönemde kurulmuş olan çevresel etiket (EU flower-AB çiçek logosu), henüz az sayıda ürün için uygulanmaktadır. İç mekan boyaları, cilalar, sert döşeme kaplamaları, tekstil ürünleri ve şilteler için kriterler belirlenmiştir. On yılı aşkın

süredir yürürlükte olan diğer bazı ulusal sistemler daha geniş kapsamlı olarak kullanılmaktadır.

The Fair Trade symbol etiketi, ürün sahibi şirketin insan haklarına saygılı olduğunu ve çalışanları için uygun çevrede çalışma koşulları sağladığını göstermektedir. Çocukların çalıştırılmasına karşı olan firmalardır. Firma tarafından organik üretim teşvik edilir ve sendikal haklar desteklenir (Bokalders ve Block, 2010).

Etiketlerin büyük bölümü yapı malzemelerini içermemekte, çok az miktarda etiketlenmiş yapı malzemesi bulunmaktadır. The Swan Label, İskandinavya’da kullanılan en önemli çevresel etikettir ve oteller, evler, ev eşyaları vb. ürünlerde kullanılır. Nature Plus, yapı sektöründe sürdürülebilirlik kültürünün geliştirilmesini amaçlayan uluslararası çevre örgütüdür. Bu amaç doğrultusunda örgüt, daha güçlü ve sürdürülebilir pazar payı yakalayabilmek için gelecek odaklı yapı malzemeleri geliştirmektedir. Almanya’da bulunan Öko Test, içlerinde yapı malzemelerinin de bulunduğu farklı ürünleri etiketlemek üzere test eden itibarlı bir kuruluştur. Ürünleri testlerde en iyi sonuç veren üreticiler Öko Test etiketini alırlar. IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologi), Avusturya’da güvenilen bir etikettir. Almanya’daki R sembolü, bir ürünün ne kadarının yenilenebilir olduğunu, mineral ve fosil kaynaklardan oluştuğunu gösterir. The Forest Stewardship Council (FSC), ahşap için geliştirilen bir dizi yönetmelik doğrultusunda ormanlar için çevresel etiketleme yapan bir kuruluştur. FSC logosu, ürünlerin iyi yönetilen ormanlardan sağlanan ahşap içerdiğinin sertifikalandırılmasıdır. Kullanımda olan bazı etiket sembolleri Şekil 5.1’de görülmektedir (Bokalders ve Block, 2010).



Şekil 5.1 : Çevresel etiket sembolleri

5.4 Çevresel Ürün Bildirgesi

Çevresel ürün bildirgeleri, yapı malzemelerinin çevresel profilleri üzerinden yaşam döngüsü envanter analizi ve yaşam döngüsü etki değerlendirmesiyle oluşturulabilir. ÇÜB şemaları, birçok ülkede farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Hepsinin ortak yönü, temelini yaşam döngüsü değerlendirme yöntemine dayanıyor olmasıdır.

5.4.1 Çevresel ürün bildirgesinin gelişimi

Çevresel ürün bildirgesi hakkındaki fikirler, 1990'ların ortalarında ortaya çıkmıştır. Son on yıl içerisinde, ürünlerin yaşam döngüsü çerçevesinde çevresel performansının geliştirilmesi konusuna dikkat çekildiği görülmektedir. Eko-tasarım, yeşil üretim, eko-etiketler, çevresel ürün bildirgesi (EPD), ürün yönetimi, yaşam döngüsü değerlendirme (LCA) ve enerji etiketleri, bu gelişim sürecinin örneklerini teşkil etmektedir. Bu süreç, hükümetler ve endüstriyel kuruluşlar tarafından tek taraflı veya karşılıklı olarak desteklenmektedir.

Yapı sektöründe; sürdürülebilir kalkınma; gelişen bir meseledir. Bu çerçevede; Avrupa ülkelerinde; çevresel ürün bildirgesi, inşaat sektöründeki paydaşlar arasında yapı malzemeleri ile ilgili vazgeçilmez bir araç haline gelmektedir. ÇÜB'ler şirketler arası iletişimin yanı sıra şirketlerle tüketici arasındaki iletişimi de amaçlamaktadır (Chevalier ve Cuenot, 2003).

Çevresel ürün bildirgesi, yaşam döngüsü değerlendirme yöntemine bağlı olarak çevresel veri ölçülerinin elde edilmesini sağlar. Bu bildirgenin hedefi, ISO 14020 standardında şöyle tanımlanmaktadır:

“Amaç, çevresel açıdan ürünler ve hizmetler hakkında yanıltıcı olmayan, doğru ve kesin bilgi paylaşımı yoluyla, çevre üzerinde daha az olumsuz etkiye sahip bu ürünlere olan taleplerin arttırılmasının ve bu ürünlerin arzının teşvik edilmesi gibi piyasa güçlerinin zorlaması ile sürekli bir çevresel gelişme potansiyelini sağlamaktır”.

EPD kullanımının önemli avantajlarından biri, tedarik zinciri içerisinde YDD/YDE-tabanlı bilginin yerine girdi olarak kullanılabilme olanağı sağlamasıdır. Bu özellik çevresel ürün bildirgesini, özellikle büyük oranlarda kimyasalların ve yapı malzemelerinin kullanıldığı yapı sektörü açısından değerli kılmaktadır.

5.4.2 Çevresel ürün bildirgesinin kapsamı

Sadece birkaç ülkenin, birden çok ürün grubunu kapsayan çevresel ürün bildirgelerine sahip olduğu görülmektedir. Bu ülkeler (Url-13):

- Kanada
- İtalya
- Japonya
- Norveç
- Güney Kore
- İsveç'dir.

Ağırlıklı olarak aşağıda yer alan sektörler için sektöre dayalı çevresel ürün bildirgeleri belirlenmiştir:

- Otomotiv
- Kimyasallar
- İnşaat
- Enerji ve taşımacılık
- Elektrik ve elektronik donanımlar
- Yiyecek
- Kağıt ve kağıt hamuru
- Tekstil
- Turizm

İnşaat sektörü, ürünler hakkında çevresel bilgi sağlamak açısından diğer sektörlerle oranla önde gelmektedir (Çizelge 5.2). Bunun nedenleri ise:

- Bu bilgilerin sağlanmasına yönelik inşaat sektörü üzerindeki yüksek politik baskılar,
- Değişken ve sorgulanabilir yöntemlere göre hazırlanan “kara listeler” ve “tercih edilebilirlik listeleri”nin ile ilgili sektördeki olumsuz deneyimler,
- Eko-etiketlemenin şirket-şirket iletişimi açısından yapı ürünleri üzerinde etkili olamaması,

- Çevresel ürün bildirgeleri ile sektörün paydaşları için eşit şartların sağlanması

Çizelge 5.2 : Farklı ülkelerde çevresel ürün bildirgesi veren kuruluşlar (Url-13)

Ülke	Program Organizatörü	Yapılar ve malzemeler için EPD Düzenlemeleri	Tarih
İsviçre	SIA (Swiss Society of Engineers and Architects)	SIA declaration matrix	1994
Almanya	Stuttgart University	Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffe und Gebäude (LCA of building materials and buildings)	2000
Almanya	AUB (Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukte)	Umweltdeklarationen (environmental declarations)	2002/2003
Danimarka	SBI (Danish Building and Urban Research)	MVDB (Environmental Product Declaration for Building Products)	2002
Fransa	AFNOR (French standardisation organisation)	Experimental standards – Information concerning the environmental characteristics of construction products: - XP P 01-010-1: Methodology and model of data declaration - XP P 01-010-2: Guidelines for the application of environmental characteristics to given construction work.	2001
Finlandiya	RTS (Building Information Foundation)	Environmental Product Declaration for building products	2001
Norveç	NBI (Norwegian Building Research Institute)	Environmental Declaration of building products	1999
Norveç	Byggforsk (Norwegian Building Research Institute)	EcoDec (Miljødeklarasjoner - Environmental Declaration)	2000
Hollanda	NVTB (Dutch Construction Products Association)	MRPI (Environmental Relevant Product Information)	2002/2003

Çizelge 5.2 : (devam) Farklı ülkelerde çevresel ürün bildirgesi veren kuruluşlar

Hollanda	NEN (Dutch standardisation organisation)	MEPB (Material Based Environmental Profile for Building)	1999
İsveç	Ecocycle Council for the Building Sector	BVD (Building Product Declarations)	1997
İsveç	Swedish Environmental Management Council (Svenska Miljöstyrningsrådet)	Environmental Product Declaration	1997
İngiltere	BRE (Building Research Establishment)	Environmental Profiles of Construction Materials, Components and Buildings	1999

5.4.3 Çevresel ürün bildirgesinin yararları

Yapı sektörü için çevresel etki değerlendirme programlarının sağladığı birçok fayda bulunmaktadır. Bunlar (Url-13):

- Mimarlar, meslek uzmanları, yükleniciler ve müşterilerin ürün tercihlerini belirlemede yardımcı rol oynamaktadır. Ayrıca binaların kullanım, bakım ve yıkım evrelerinde yükleniciler ve geri dönüşüm firmaları için malzemelerin yeniden kullanımı veya güvenli bir şekilde yok edilmesinde fayda sağlamaktadır.
- Çevresel ve ekonomik fayda sağlamak açısından kazan-kazan durumunun elde edilmesi için mevcut malzemelerin geliştirilmesine ve yeni malzemelerin sürdürülebilir tasarımına katkı sağlamaktadır.
- Binaların ve bina bileşenlerinin etki değerlendirmesinin yapılmasında kullanılan yöntem ve araçlar için şeffaf, kesin ve güvenilir veri girişi sağlamaktadır.
- Bireysel ve toplumsal anlamda çevre kriterlerine uygunluğun gösterilmesini sağlamaktadır.
- EPD programlarının geliştirilmesine olan ortak katılım; inşaat sektörünün, sürdürülebilirlik kavramı ışığında doğal kaynakların kullanımı ve atık

yönetiminin çevresel etkisi hususunda üzerine düşen sorumluluğu yerine getirdiğinin bir göstergesidir.

EPD programları, sektördeki rakipler için eşit şartların oluşmasının sağlamaktadır. Mimarlar, mühendisler, tasarımcılar için ürünlerin çevresel performansı açısından faydalı ve güvenilir bilgi sağlarken, üreticilerin ürünlerinin belirgin özelliklerini ortaya çıkarabilmelerine olanak tanımaktadır.

5.5 Ürün Kategori Kuralları

Çevresel ürün bildirgesi hazırlanırken belirli bir ürün kategorisi için uyulması gereken kurallardır. Ürün kategorisinin tarifini yapar. Söz konusu ürün için yaşam döngüsü değerlendirmesinin kapsamını ve amacını, önceden belirlenmiş parametrelerin kategorilerini ve ilave bilgileri belirler.

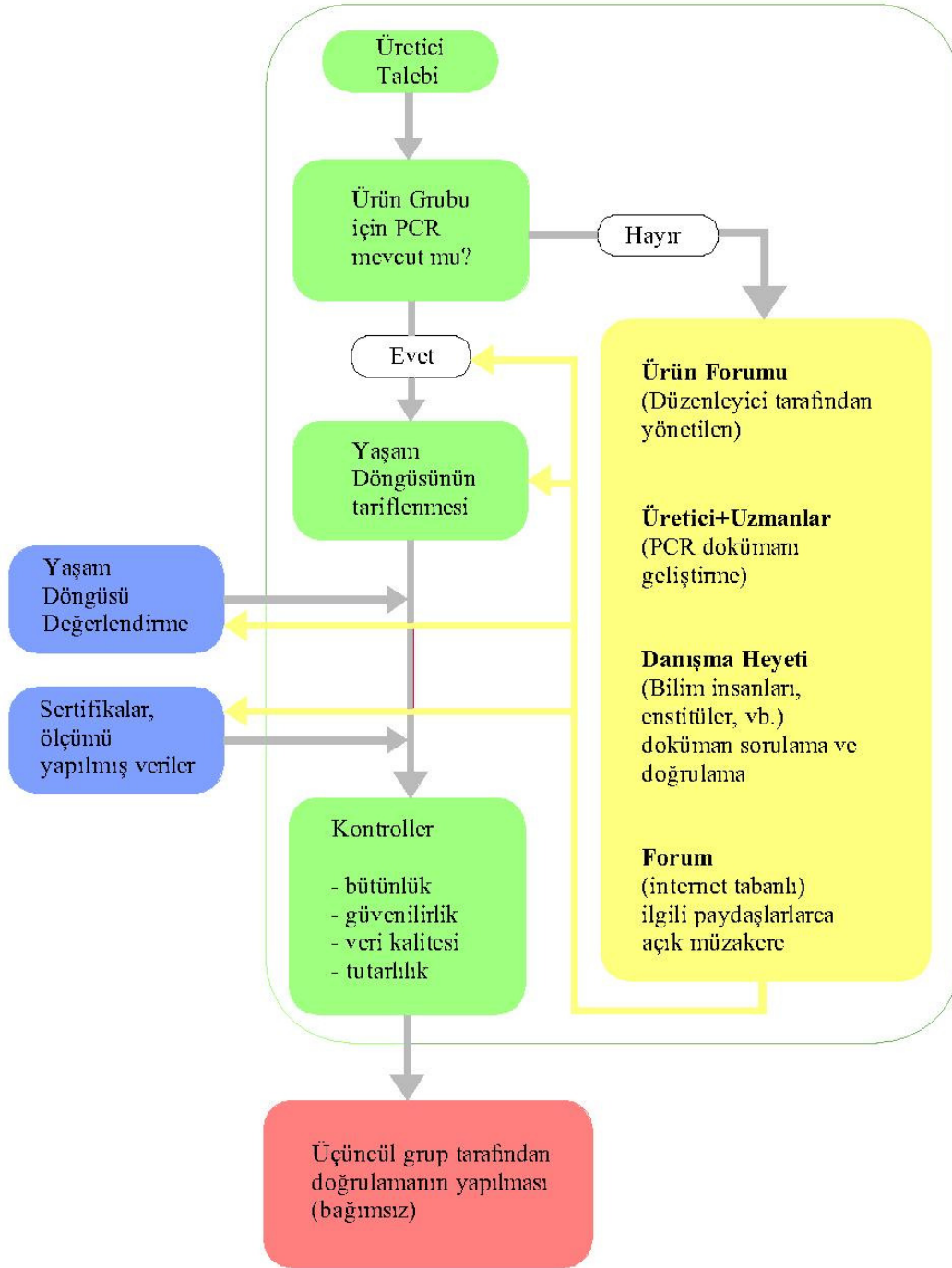
Ürün kategori kuralları (PCR) dokümanı (Url-14);

- Aynı dalda ve ilgi alanında birbiriyle etkileşim halinde çalışmakta olan şirketler ve kurumlar,
- Bünyesinde YDD uzmanları çalıştırmakta olan, şirketler ve kurumlar ile etkileşim halinde olan enstitüler,
- Hazırlık çalışması kısmına ilgi göstermeyen şirket ve kurumların yerine bu safhada çalışmakta olan tekil şirketler ve kurumlar tarafından hazırlanmaktadır.

PCR dokümanlarının hazırlanması adım adım ilerleyen bir süreçtir:

- Taraflar arasında işbirliğini başlatma ve ilerleme safhası,
- Ürün grupları için detaylı gereksinimleri içeren bilgilerin hazırlanarak değerlendirilmesi
- Açık müzakere süreci

PCR dokümanlarının uygulama yöntemi Şekil 5.2’de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 5.2 : Ürün kategori kurallarının uygulama yöntemi (Url-14)

5.6 Çevresel Ürün Bildirgesinin Hazırlanmasının Mevcut Bir Uygulama Üzerinden İncelenmesi

Bu tez çalışması kapsamında Alman Yapı ve Çevre Enstitüsü (IBU) tarafından geliştirilmiş olan çevresel ürün bildirgesi (EPD) incelenmiştir. IBU, yapı sektöründe daha fazla sürdürülebilirlik için; yapı malzemeleri üreticileri dışında bir girişim tarafından oluşturulmuştur. Amacı; sürdürülebilirliğin doğru bir seçenek olduğu konusunda ikna edici olmaktır. IBU çevresel ürün bildirgesi; Almanya'da yapı ve çevre kurumları ve uluslararası standardizasyon süreçleri ile yakın işbirliği ile oluşturulmuş olup Alman Çevre Ajansı (UBA) ve Alman Yapı Bakanlığı'nın denetimi altındadır (Url-15).

IBU tarafından geliştirilen EPD çalışmasının raporu; iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm çalışmaya ait özet bilgileri içermektedir. Özet bölümünü gösteren çizelgeye Çizelge 5.3'te yer verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Çevresel ürün bildirgesinin özet bölümü

Çevresel Ürün Bildirgesi	Özet
Programın sahibi	-
Bildirgenin sahibi	-
Bildirge numarası	-
Bildirgesi yapılmış olan yapı malzemesi	-
Doğrulama ve geçerlilik süresi	-
Bildirgenin çerçevesi	-
Yayımlanma tarihi	-
Onaylanması	-
Yapı malzemesinin tanımlanması	-
Yapı malzemesinin uygulama alanları	-
Yaşam döngüsü değerlendirme çalışmasının kapsamı	-
Yaşam döngüsü değerlendirme sonuçları	-

İkinci bölüm ise yapılan çalışmaların detaylarını içeren bölümdür. Çalışma genel hatlarıyla 11 ana başlıktan ve bunların alt başlıklarından oluşmaktadır (Url-16). Bu başlıklar;

- Yapı malzemesinin tanımlanması
 - Yapı malzemesinin tanımlanması
 - Uygulama alanları
 - Yapı malzemesinin dayandığı standartlar

- Kalite kontrol
- Yapı malzemesinin özellikleri
- Hammaddelerin edinilmesi
 - Birincil kaynaklar
 - Yan ürünler, ara ürünler, katkılar
 - Hammaddeyle ilgili açıklamalar
 - Hammaddenin çıkarılması ve kökenleri
 - Hammaddenin yerel veya genel elde edilebilirliği
- Yapı malzemesinin üretimi
 - Yapı malzemesinin işlenmesi
 - Üretimde sağlığın korunması
 - Paketleme
 - Üretimde çevrenin korunması
- Yapı malzemesinin yapıya uygulanması
 - Uygulama tavsiyeleri
 - İş güvenliği
 - Çevrenin korunması
 - Artık malzemeler
- Yapı malzemesinin kullanım aşaması
 - Bileşenler
 - Uzun dönem dayanımı (durabilite)
 - Çevre ve sağlık etkileri
- Beklenmeyen etkiler
 - Yangın
 - Su
- Yaşam süresi sonu aşaması

- Söküm
- Dönüşüm
- Atık
- Yaşam döngüsü değerlendirme
 - Yapı malzemesinin üretim aşaması
 - Birimler
 - Sistem sınırları
 - Değerlendirme sınırları
 - Taşıma
 - Hesaplanan dönem aralığı
 - Data (veri tabanı) kullanımı
 - Veri kalitesi
 - Ayırıştırma
 - Kullanım aşaması
 - Geridönüşüm
 - Ayırıştırma yöntemi
 - Değerler
 - Değerlendirme sonuçları
 - Yaşam döngüsü envanteri
 - Etki değerlendirmesi
- Deneyler ve doğrulama
 - Aşınma oranları
- Ürün kategori kuralları dokümanı ve onaylama
- Referanslardan oluşmaktadır.

IBU tarafından yapılmış olan bir EPD çalışmasında; bir firmaya ait titanyumlu çinko kaplaması ele alınmıştır. Yapılan çalışmada (Url-16);

Yapı malzemesinin tanımlanması,

Titanyumlu çinko; bakır, titanyum ve alüminyum katkılı, ana maddesi çinko olan bir alaşım olarak tanımlanmıştır. Bu bildirge parlak yüzeyli, mavi-gri yüzeyli ve grafit-gri yüzeyli olmak üzere üç farklı yüzey kalitesine sahip malzeme için uygulanmıştır.

Uygulama alanları, çatı ve duvar kaplamaları ile çatı drenaj sistemleridir.

Yapı malzemesinin DIN EN 1179, DIN EN 988 ve DIN EN 612 standartlarına uygun olduğu görülmüştür.

Kalite kontrolü, üretici firma ve TÜV Rheinland Group tarafından yapılmıştır. Kalite yönetimi açısından DIN ISO 9001, çevre yönetimi açısından DIN EN ISO 14001 standartlarına uygundur.

Yapı malzemesinin özellikleri kısmında, titanyumlu çinko levhanın kalınlık ve ağırlıklarına (Çizelge 5.4), dayanıklılığına (Çizelge 5.5), fiziksel verilere (ısı genleşme sabiti = $22 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$, A1 sınıfı yanmaz malzeme) ve işleme sıcaklığı aralığına (10°C ile 300°C arası) yer verilmiştir (Url-16).

Çizelge 5.4 : Titanyumlu çinko plakanın kalınlık ve ağırlıkları

Yoğunluk (g/cm ³)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (kg/m ³)
7,20	0,70	5,00
7,20	0,80	5,80
7,20	1,00	7,20
7,20	1,20	8,60
7,20	1,25	9,00
7,20	1,50	10,80

Çizelge 5.5 : Dayanıklılık özellikleri

Özellik	Değer
Çekme dayanımı	$R_m > 110 \text{ N/mm}^2$
% 0,2 teknik elastik sınır	$R_{p0,2} > 150 \text{ N/mm}^2$
Kırılma sınırı	$A_{50} > \% 40$
Vicker sertliği	$H_v > 40$
Elastisite modülü	$E > 80 \text{ N/mm}^2$
Kalıcı testteki artık uzama miktarı	Max. % 0,1

Hammaddelerin edinilmesi,

Titanyumlu çinko ürünü üretiminin bir kilogramında bulunan hammaddelerin yüzde olarak yoğunluk dağılımı çizelgede görülmektedir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 : 1 kg titanyumlu çinkonun % olarak hammadde yoğunluk dağılımı

Bileşen	Titanyumlu Çinko
Saf çinko (saflık derecesi %99,995-DIN EN 1179 standardına uygun)	< % 99,835
Bakır	% 0,08–1,0
Titanyum	% 0,07–0.12
Alüminyum	< % 0,015

Katkılar:

- Yuvarlama yağı emülsiyonu: 0,08 kg/t çinko
- Sülfürik asit, 15 g/kg çinko
- Nitrik asit: 5 g/kg çinko
- Alkalın düşürücü madde: 0,5 g/kg çinko
- Geçici koruma (krom içeren): 0,5–0,8 g/kg çinko

Yuvarlama yağı emülsiyonu, yuvarlama işlemi sürecinde kullanılan, yüksek dereceli sıcaklıklarda soğutma ve gres yağı görevi yapan, iyonojen olmayan sentetik ester karışımı hammaddedir. Biyolojik olarak yok edilebilmektedir.

Titanyumlu çinko ürünlerinin bazılarına, parlak yüzey görünümü verilebilmesi için asitle işleme yapılmaktadır. Bu işlemde kullanılan asitler; sülfürik asit, nitrik asit, alkalın düşürücü madde ve krom içeren geçici koruma maddeleridir.

Saf çinko, Datteln şehrinde bulunan Ruhr-Zinc GmbH firması tarafından sağlanmaktadır. Saf çinkonun hammaddesi, DIN EN 1179 standardına uygun olarak ince taneli yoğunlaştırılmış dökme (ambalajsız) malzeme olarak gelir. Kanada, Avustralya, Orta ve Güney Amerika'da çıkarılmaktadır. Getirilen yoğunlaştırılmış çinkonun işlenmesi süreci, kurutma, süzdürme, küllü su ile temizleme, elektroliz ve sonraki tekrar eritme ve dökme işlemlerinden oluşmaktadır. Ayrıca geri dönüştürülmüş ikincil hammaddeler de kullanılmaktadır. Ürünün imalatında çok az miktarda dönüştürülmüş titanyum, alüminyum ve bakırda kullanılmaktadır. Dönüştürülmüş titanyum ve alüminyum dünyanın çeşitli yerlerinden elde edilebilmekte olup, bakır parçalı metal hurdalar halinde satın alınmaktadır.

Hammaddelerin elde edilebilirliği sınırlıdır. Günüümüz teknolojisi ile dünyada çıkarılan çinko rezervi miktarı 3400 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Üretim miktarına bakıldığında 700 yıl yetecek kadar çinko stoku bulunmaktadır. Kısmen kullanılan geri dönüştürülmüş çinko ve bakır, kaynakların korunumunu sağlayacaktır. Son resmi verilere göre çinkonun ortalama geri dönüştürölme oranı yaklaşık % 80 olup, Rheinzink GmbH & Co. KG şirketinin satıcılar üzerinde yaptığı bir araştırma ile yapı sektöründe kullanılan geridönüştürülmüş çinko oranının % 96 oranına kadar çıkabildiği açıklanmıştır (Url-16).

Yapı Malzemesinin Üretimi,

Malzemenin işleme süreci yedi basamaktan oluşmaktadır.

- Ön alaşım: Enerji tasarrufu sağlanması ve kalitenin artırılması gibi nedenlerden ötürü çinko, titanyum, bakır ve alüminyumun yüksek indüksiyonlu fırında eritilerek 760°C’de ön alaşım üretilir.
- Eritme: Ön alaşım blokları ve saf çinko 500-550°C’de eritilerek karıştırılır.
- Dökme: Kapalı devre su sistemi ile çalışan döküm makinesiyle son alaşımın sıcaklığı erime noktasının altına düşürölerek katı döküm elde edilir.
- Yuvarlama: Döküm makinesi ve makara rafları arasında bir soğutma mesafesi bulunmaktadır. Yuvarlama beş çift makaradan oluşan makara rafı ile yapılmaktadır. Her bir makara rafı ile yeterli oranda baskı uygulanarak malzemenin kalınlığını % 50 oranında azaltılmaktadır. Eşzamanlı olarak özel bir emülsiyon kullanılarak malzeme soğutulup yağlanmaktadır.
- Sargılama: Yuvarlanmış olan malzeme 20 tonluk halkalar halinde sargılanır. Bu esnada malzemenin sıcaklığı hala 100 °C olup soğuması için depolanır.
- Esnetme ve Kesme: Yuvarlama sürecinde gergin hale getirilen malzeme; esnetme, germe ve şekillendirme işlemlerinden geçer.
- Özel kurutma (sadece bu özellikteki malzemeler için): Yeniden asitle işleme yapılması ile kurulama ve temizleme sürecidir.

Üretimde sağlığın korunması, stres ve olası hasarlar için gerekli tedbirlerin alınmasıdır. Yasal mevzuatların gerektirdiğinden farklı olarak üretimin bütün

safhaları için sağlığın korunmasında ek olarak alınması gereken tedbirler gerektirmemektedir.

Titanyumlu inko tabakalarının paketlenmesinde kullanılan kağıt/karton, polietilen, polipropilen ve elik, geridönüştürülebilir malzemelerdir fakat yeniden kullanıma uygun olmamaktadır. Eğer düzgün ayrıştırılırsa, Alman kuruluşu olan Interseroh, ilgili mevzuat doğrultusunda paketleme malzemeleri geridönüşüm için belirtilen sahadan gelip toplamaktadır.

Üretimde çevrenin korunması, üretim sürecinin sonucunda oluşabilecek çevresel etkilerin azaltılmasıdır.

- Hava: Salımlar, kanunlarda belirtilen düzeylere indirgenmiştir (filtreleme tesisleri).
- Su/Toprak: Suya ve toprağa etkisi bulunmamaktadır. Döküm işlemi sırasındaki soğutma işlemi kapalı devre su sistemi ile yapılmaktadır. Atık su, bünyesindeki asit etkinliğinin nötrleştirme tesisinde giderilmesinin ardından günlük yapılan analizler ve sızdırma kontrollerinden sonra kanalizasyon sistemine bağlanmaktadır.
- Gürültü: Yapılan ses ölçümlerine göre, yeterli derecede akustik özellikli araçların kullanımı sayesinde iç ve dış mekandaki ses şiddetinin kanunlarda belirtilen değerlerin çok altında olduğu görülmüştür (Url-16).

Yapı malzemesinin yapıya uygulanması,

Uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken temel prensipler:

- Çinko hidroksit oluşumunu engellemek için taşıma ve depolama süresince malzeme kuru ve havalandırılmış kalmalıdır.
- Aynı nedenlerden ötürü, malzemenin ıslak yüzeylere uygulanması veya yağmurlu havalarda uygulanması durumunda taban malzemenin nem özellikli olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Soğuk hava koşullarında çinko kırılğan özellik gösterdiğinden malzemenin sıcaklığı 10°C'nin üzerinde tutulmalıdır. Aksi durumlarda yeterli mekanik donanım kullanılmalıdır (sıcak hava üfleme vb.).

- Uygulama safhasında malzemenin ısı genleşmesi dikkate alınmalıdır.

Çinkonun diğer metaller ile birleşimi özellikle ıslak yüzeylerde korozyona neden olabilir. Bitümlü kaplamalar ile birleşiminde ise, ultraviyole ışınlarının etkisiyle bitümün bozulmasına neden olan maddelerin korunması için yeterli miktarda boya yapılmalıdır. Malzemenin montajı, şekillendirilmesi, bağlantı noktaları vb. detaylı bilgiler teknik şartnamesinde açıklanmıştır. Ek yapısal elemanlar seçilirken, çevresel açıdan bu malzemenin sağlamlığından şüphe edilmemelidir.

İş güvenliğinin sağlanması adına uygulama safhasında kanunlarda belirtilen ölçülerden farklı olarak sağlığı etkileyecek ek tedbirlerin (koruyucu eldiven vb.) alınmasına gerek yoktur.

Çevrenin korunması açısından uygulama aşamasında malzemenin çevreye önemli etkileri bulunmamaktadır. Özel ölçümler vb. gibi çevrenin korunmasını gerektirecek ek tedbirler alınmasına gerek yoktur.

İnşaat sahasında kalan artık malzemeler ve paketler ayrıştırılarak saklanmalıdır. “Yaşam süresi sonu” bölümündeki tavsiyelere bağlı kalınarak yok etme safhasında yerel yönetmelikler uygulanmalıdır (Url-16).

Yapı malzemesinin kullanım aşaması,

Titanyumlu çinko malzemesi; saf çinko, bakır, titanyum ve alüminyum bileşenlerinin oluşturduğu bir alaşımdır. Patina adı verilen yüzeysel koruyucu kaplama özelliğinden dolayı uzun yıllar boyunca yavaşça koyulaşarak renk değiştirir ve korozyona karşı dayanıklı bir malzemedir. Herhangi bir bakım gerektirmemektedir.

Uzun süre dayanım özellikleri açısından ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklıdır. Paslanmaya ve inşaat sırasında kullanılan kimyasallara karşı da dayanıklıdır. Rüzgar erozyonunun malzeme üzerindeki etkileri bilinmemektedir. Kar ve yağmurun malzeme üzerindeki etkileri ihmal edilebilir düzeydedir.

Sağlık etkileri açısından incelendiğinde, hedefleri doğrultusunda kullanıldığı takdirde sağlık açısından zararlı etkisinin olmadığı görülmüştür. Çinko, 5 kg/dm³ yoğunluğundan büyük olan ağır metallerden oluşmaktadır. İnsanlarda genellikle çinko eksikliği görülmekte ve belirli beslenme yöntemleriyle tedavi edilmektedir.

Vücutta yüksek yoğunlukta çinko çok nadiren görülen bir durumdur, vücutta depolanmaz. Alman Beslenme Örgütüne (DGE) göre tavsiye edilen günlük çinko miktarı 15 gramdır. Çinko eksikliği, fazlalığına oranla daha zararlıdır. Çinkonun bitkilere ve hayvanlara olan etkisinin ise takip edilmesi zordur.

Çevresel etkileri incelendiğinde, kendiliğinden gelişen yüzeysel koruyucu kaplama sistemi (patina) sayesinde yağmur suları ile çinko iyonlarının transferi tamamen önlenmiştir. Çinko iyonlarının transferinin diğer bir yolu da hava, özellikle SO₂ gibi havayı kirleten asitlerdir. Yapılan araştırmalar, son on yıl içerisinde havada bulunan SO₂ yoğunluğunun önceki on yıla göre % 20 azaldığını göstermektedir. Dolayısıyla çinko çökmesi de aynı miktarda azalmıştır.

Akarsularda, akarsu kalitesi sınırlarını aşacak miktarda çinko birikmesine rastlanmamıştır.

Toprağa olan çinko sızıntıları sonucunda topraktaki çinko miktarı çok az miktarda artış gösterebilir fakat hayvanlar ve bitkiler açısından topraktaki çinko fazlalığının zararlı etkisine rastlanmamıştır (Url-16).

Beklenmeyen etkiler,

Yangın performansı açısından incelendiğinde, DIN 4102 (Part 1) ve DIN EN 13501-1 (A1 sınıfı yanmaz malzeme) standartlarına uygun üretilmiştir.

Duman üretimi/yoğunluğu açısından incelendiğinde 650 °C sıcaklıkta çinko oksit in buharlaşmasından kaynaklanan duman çıkışının başladığı görülmüştür.

Maddenin hal değişimi açısından incelendiğinde erime noktasının +419 °C olduğu belirlenmiştir (Url-16).

Yaşam süresinin sonu aşaması,

Söküm işlemleri, yenileme veya demontaj gerektiren durumlarda kolay bir şekilde yapılabilir.

Malzemenin üretimi sırasında oluşan imalat artıkları, yeniden eritme suretiyle yeni malzemelerin üretiminde kullanılmak üzere % 100 oranında dönüştürülebilmektedir. İnşaat alanındaki atıklar toplanmak suretiyle Almanya'da yaygın olarak bulunan

ikincil eritme tesislerine doğrudan veya hurda toplamacılığı yolu ile gönderilebilir. Titanyumlu çinko malzemesinin geridönüşümü için birincil çinko üretiminde kullanılan enerjinin sadece % 5'i kullanılmaktadır. Geridönüşümünde az enerji kullanımı sağlamasından dolayı hurda çinko talebi fazla olmakta ve değerinin yaklaşık % 70'ini geri kazandırmaktadır. En son verilere göre geridönüşümü % 96 oranına kadar çıkabilmektedir. Geridönüştürülen çinkonun yaklaşık 1/3'ü çelik üretiminde, 1/3'ü pirinç alaşımı üretiminde, kalanı ise çeşitli sektörlerde kullanılan çinko bileşenlerinin üretiminde değerlendirilmektedir.

Atıklar açısından ele alındığında, etkin bir şekilde geridönüşümü sağlandığından endüstriyel atıklar arasında çinko atık yok denecek kadar az miktardadır (Url-16).

Yaşam döngüsü değerlendirme,

Titanyumlu çinko plakaların üretiminin değerlendirmesi için belirlenen fonksiyonel birim; üretim, kullanım ve bakım için ortalama kalınlıktaki malzeme için 1 kg'dır.

Üretim safhası için ele alınan yaşam döngüsü değerlendirme sistem sınırı beşikten kapıya (cradle to gate) olarak belirlenmiştir. Bünyesindeki tüm hammadde ve yardımcı maddeler için maden çıkarılması süreci ile başlar ve imalatın tamamlanması ile sonuçlanır. Üretimden kaynaklı hammaddelerin taşınması da dikkate alınmıştır.

Uygulama ve kullanım safhası için çinko aşınmaları; çatı kaplaması, çatı drenaj sistemleri ve duvar kaplaması uygulamalarına dayanmaktadır.

Yaşam süresinin sonu safhası, malzemenin geridönüşüm safhasına dayanmaktadır. Değerlendirmenin kapsamı, geridönüşüm tesisinin kapısında başlamaktadır. Çinko hurdaların tesislere gönderildiği varsayılmıştır. Girdi kısmında; yeniden işleme süreci, eritme işleminin başlamasıyla başlar. Çıktı kısmında ise; üretilen ikincil çinkonun yeniden kullanıldığı varsayılmıştır çünkü çinko kalite kaybı olmaksızın üretilebilmektedir.

Değerlendirme sınırları şu şekilde belirlenmiştir. Girdi kısmında, sisteme dahil olup toplam ağırlık ve toplam birincil enerji kullanımına %1'den fazla etki eden tüm malzemeler dikkate alınmıştır. Çıktı kısmında ise, sisteme dahil olup çevresel etkileri açısından toplam çevresel etkinin %1'inden fazla orana sahip tüm malzemeler etki sınıflandırması içerisine dahil edilmiştir.

Çinko alışıını içerisinde yer alan Kanada, Avustralya, Orta ve Güney Afrika kökenli hammaddelerin taşıma giderleri dikkate alınmıştır.

Bu yaşam döngüsü değerlendirmesinde yer alan temel veriler Rheinzink GmbH & Co. KG ve WirtschaftsVereinigung Metalle firmalarının 2000 yılı veri çıkarımına dayanmaktadır. İstatistiksel veriler ise 2004 yılına dayanmaktadır.

Titanyumlu inko malzemesinin yaşam döngüsünün modellenmesinde kullanılan veritabanı, GaBi 4 yazılım sistemidir. Çinko retimi ve kullanımı safhasında gerekli tüm arka plan verileri GaBi 4 yazılımından sağlanmış olup, üretim safhası için gerekli olan teknik bilgiler, malzemenin teknik şartnamesi ile dengelenmiştir.

Kullanılan verilerin kalitesi, beş yaşından küçük veriler kullanılmasıyla sağlanmışır. İnceleme yapılan firmanın üretim süreci, diğer üreticiler ile örtüşmektedir.

Titanyumlu inko malzemesinin üretim sistemi, çeşitli yan ürünlere gereksinim duymaktadır. Bu kapsamda:

- Çinko kütlesi, sert çinko ve eriyik artıkları doğrultusunda çinkonun eritilmesi sürecindeki ayrıştırma,
- Kll su ile temizlemeyi de içine alan (yan ürünler bakır, kurşun-gümüş alaşımı, kadmiyum briket) ayrıştırma,
- Çinko yoğunluğunun üretiminde çinko, bakır ve kurşun ayrıştırma.

Geridönüşüm potansiyeli, AUB PCR tarafından hazırlanmış olan “Yapı metalleri” dokümanına göre hesaplanmıştır.

Malzemenin yaşam süresi; sorumlu yapım, kullanım ve bakım koşullarına bağlıdır. Normal kullanım için çinko aşınıının hesaplanmasında, uygulama alanları (atı kaplama, çatı drenaj ve duvar kaplama) ayrı ayrı ele alınmıştır (izelge 5.7).

Titanyumlu inkonun imalatına ek olarak, malzemenin toplanması ve dönüştürülmesi de ayrıca modellenmiştir. Toplama oranı % 96 olarak kabul edilmiştir. Hurda olarak çıkarıldıktan sonra yeniden eritilerek üretimde kullanılan geri dönüştürülmüş çinko miktarı kazanım değerleri belirlenmiştir. Bu değerleme, birincil çinko üretiminde hesaplanan veri setleri ile elde edilmiştir.

Çizelge 5.7 : Titanyumlu çinkonun belirli kullanımları için çinko aşınımı.

	Çatı drenajı	Çatı Kaplama	Duvar Kaplama
Ortalama Plaka Kalınlığı	0,70 mm	0,705 mm	0,767 mm
Kalıp yoğunluğu	7,2 g/cm ³	7,2 g/cm ³	7,2 g/cm ³
Nemlendirilmiş yüzey	% 50	% 75	% 10
Max. aşınma faktörü	4,59 g/m ² x a	4,59 g/m ² x a	4,59 g/m ² x a
Min. aşınma faktörü	3,76 g/m ² x a	3,76 g/m ² x a	3,76 g/m ² x a
Max. çinko aşınımı	0,46 g/kg x a	0,68 g/kg x a	0,08 g/kg x a
Min. çinko aşınımı	0,37 g/kg x a	0,56 g/kg x a	0,07 g/kg x a

Değerlendirme sonucunda yaşam döngüsü envanteri çıkartılmıştır. Çizelge 5.8’de bir kilogram çinko plakasının üretimindeki enerji kullanımı gösterilmiştir. Birim miktar plaka üretimi için kullanılan yenilenemeyen enerji miktarı 45,5 MJ (megajoule)’dür. Bu miktar, genel olarak birincil çinko üretiminden kaynaklanmaktadır (Maden çıkarımı ve karıştırılmasında kullanılan elektrik). Kullanılan yenilenemeyen enerjinin % 81’i saf çinko üretiminden, % 12’si ise imalat safhasındaki yeniden eritme işleminden kaynaklanmaktadır.

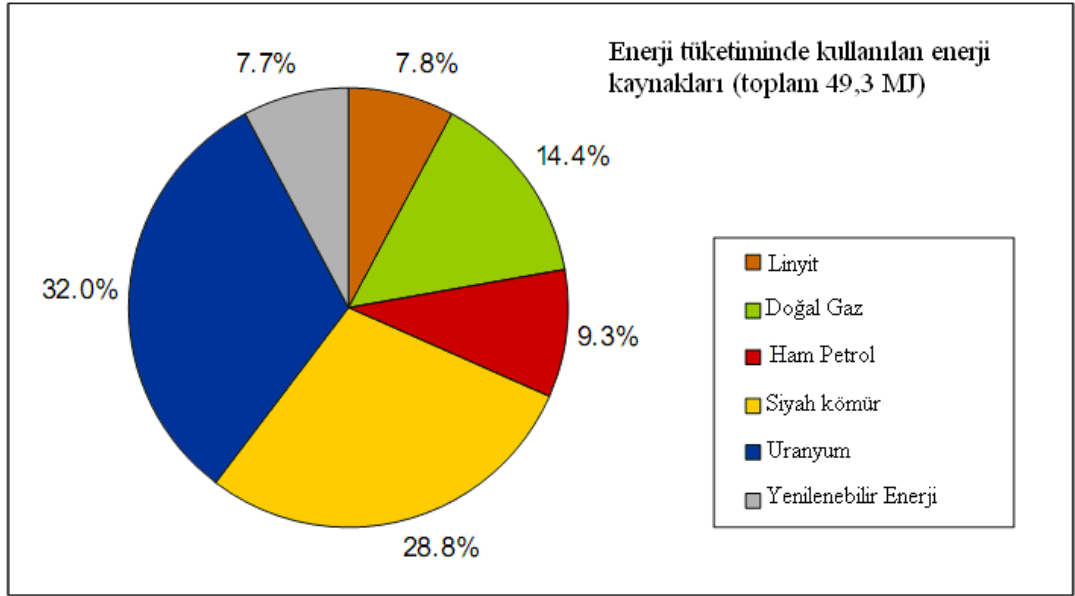
Ayrıca bir kilogramlık çinko tabakasının üretiminde 3,8 MJ’lük yenilenebilir enerji (%85 hidro enerji, %4 rüzgar enerjisi ve % 10 ahşap - biyoenerji) kullanılmıştır.

İmalat ve geridönüşüm potansiyelleri için gereken enerji miktarları Çizelge 5.8’de gösterilmektedir. Geridönüşüm potansiyelleri, tüm çizelge ve şekillere yansıtılmıştır.

Çizelge 5.8 : Çinko plaka (1 kg) üretimi için enerji kullanım değerleri

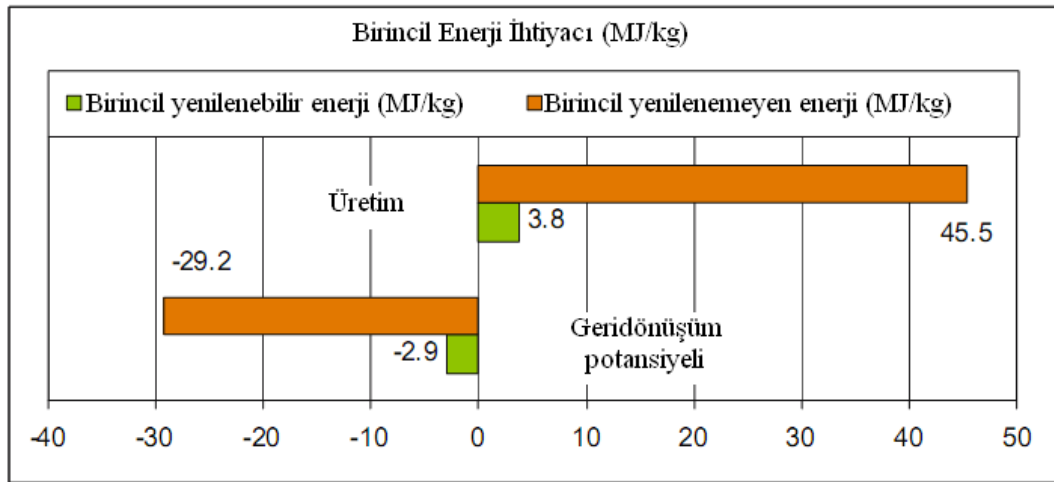
Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli
Birincil enerji (yenilenemeyen)	[MJ]	16,3	45,5	- 29,2
Birincil enerji (yenilenebilen)	[MJ]	0,94	3,81	- 2,87

Bir kilogram çinkonun üretimi için gerekli yenilenemeyen enerjinin hesaplama sonuçları dağılımı Şekil 5.3’te gösterilmektedir. Buna göre; birincil enerji tüketiminde kullanılan ana enerji kaynaklarının % 60 toplam oran ile uranyum ve kömür olduğu görülmüştür.



Şekil 5.3 : 1 kg. titanyumlu çinko üretimi için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanım analizi.

Üretim ve yaşam süresi sonu değerlendirildiğinde, birincil çinkonun geridönüştürülme potansiyeli, bir kg. titanyumlu çinkonun 32 MJ'lük kısmını oluşturmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirildiğinde, birincil net enerji tüketimini yaklaşık 1/3 oranında azalttığı görülmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 : Bir kg. çinko için birincil enerji tüketim dengesi.

Üretilen bir kg. çinko için oluşan atıkların analizi; stok fazlası/biriken atıklar (maden çıkarımında oluşan kalıntıları da içermektedir), kentsel atıklar ve radyoaktif atıkları da içeren zehirli atıklar olmak üzere üç ayrı kısım halinde gösterilmiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9 : 1 kg titanyumlu çinko için üretim ve yaşam sonu süresince atık oluşumu.

Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli
Stok fazlası/biriken atıklar	[kg]	3,66	8,42	- 4,76
Kentsel atıklar	[kg]	$0,209 \times 10^{-3}$	$0,3 \times 10^{-3}$	$- 91,1 \times 10^{-3}$
Zehirli atıklar	[kg]	$7,28 \times 10^{-3}$	$17,4 \times 10^{-3}$	$- 10,1 \times 10^{-3}$

Etki değerlendirmesi aşamasında; küresel ısınma potansiyeli, ozon tabakasını inceltme etkileri, asitifikasyon, ötrifikasyon ve fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.10’da gösterilmiştir (Url-16).

Çizelge 5.10 : 1 kg. titanyumlu çinkonun üretim ve yaşam sonu için etki değerlendirme sonuçları.

Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli
Küresel ısınma potansiyeli	[kg CO ₂ eşdeğeri]	0,96	2,62	- 1,65
Ozon tabakasını inceltme etkileri	[kg R11 eşdeğeri]	$0,176 \times 10^{-6}$	$0,562 \times 10^{-6}$	$0,387 \times 10^{-6}$
Asitifikasyon	[kg SO ₂ eşdeğeri]	$3,32 \times 10^{-3}$	$13,5 \times 10^{-3}$	$10,2 \times 10^{-3}$
Ötrifikasyon	[kg PO ₄ eşdeğeri]	$0,277 \times 10^{-3}$	$1,03 \times 10^{-3}$	$0,758 \times 10^{-3}$
Fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli	[kg eten eşdeğeri]	$0,294 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,796 \times 10^{-3}$

Deneyler ve kanıtlama,

Deneyler ve kanıtlama yapılarak aşınma oranları için sonuçlar belirlenmiştir:

- Deney Kurulumu: 1991-1998 zaman aralığında, Hanover’de, batı cephesi yöneliminde, çatı eğimi 7° ve 45° için 0,7 mm. kalınlığında parlak yüzeyli titanyumlu çinko plaka ölçümleri yapılmıştır.
- Deney Laboratuvarı: Prof. Dipl.-Ing. Wolf-Hagen Pohl, Hanover Üniversitesi, Yapı Malzemeleri ve Yapı Fiziği Fakültesi.
- Deney Raporu: Mayıs 1999.

- Deney Sonuçları: Genel özellik olarak yağışlardan kaynaklanan çinko iyonlarının paslanma ve aşınma oranları; patina dokusunun oluşum hızına, yüzeyin eğimine ve yönelimine, yağış oranları ile birlikte havada bulunan maddelere (özellikle SO₂) bağlı olarak etkilenmektedir. Patina oluşumu süresince (yaklaşık üç yıl) aşınma oranlarının sürekli olarak düşüş gösterdiği ve düşük bir seviyede sabitlendiği belirlenmiştir. Eğim artışı da aşınma oranlarını düşürmektedir. Diğer cephelerle karşılaştırıldığında, yönelim batı cephesi tarafında iken aşınma oranlarının arttığı görülmüştür (rüzgar yönü). Yüksek yağış oranlarında ve havadaki SO₂ miktarının fazla olduğu durumlarda da aşınma oranları artış göstermektedir. Yüzey kalitesine ve çatı eğimine bağlı olarak aşınma oranları ilk yıl için 0,64-0,90 µm = 4,62-6,46 g/m²/yıl, patina oluşumundan sonra (üç yıl) 0,54-0,69 µm = 3,9-4,98 g/m²/yıl olarak ölçülmüştür. Sekiz yıllık ölçümler sonucunda elde edilen ortalama değer 0,52-0,64 µm = 3,76-4,59 g/m²/yıl olarak belirlenmiştir. Atmosferdeki SO₂ yoğunluğundaki azalmadan dolayı 1970 ve 1980’li yıllara oranla günümüzde aşınma oranı değerleri 1/5 oranında azalmıştır. Bu aşınma oranları sonucunda yağışlarda bulunan çinko miktarı yoğunluğu ortalama 6-8 mg/lt olarak hesaplanmıştır. Bu oran çevre ve yaşayan organizmalar açısından herhangi bir risk oluşturmamaktadır (Url-16).

Ürün kategori kuralları dokümanı ve onaylama belgesi,

Bu bildirge ve dayandırıldığı kurallar, bağımsız Danışma Kurulu (SVA) tarafından incelenerek onaylanmıştır (Şekil 5.5).

This declaration is based on the PCR document "Building Metals".	
Review of the PCR document by the independent Advisory Board (SVA). Chair of the SVA: Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf-Reinhardt (University Stuttgart, IWB).	
Independent verification of the declaration according to ISO 14025:	
☐ internal	☒ external
Validation of the declaration: Dr. Eva Schmincke	

Şekil 5.5 : Onay Verileri

Referanslar,

Bildirgenin bu bölümünde yararlanılan kaynaklar sıralanmıştır:

- GaBi 4: Software and database for life cycle assessment. IKP, University Stuttgart and PE Europe GmbH, 2001-2005.

- Hullmann, Heinz (Ed.): Natürlich oxidierende Metalloberflächen; Umweltauswirkungen beim Einsatz von Kupfer und Zink in Gebäudehüllen (Naturally oxidising metal surfaces; environmental effects when using copper and zinc for buildings) ; 2003, Stuttgart, Fraunhofer ISB-Verlag, ISBN: 3-8167-6218-2.
- Pohl, W. H., Behr, R.: Titanzink-Korrosionsverhalten bei atmosphärischer Beanspruchung (Corrosion behaviour of titanium zinc under atmospheric conditions). In: Metall 5/99.
- Umweltbundesamt (Ed.): Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden-Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen (Inputs of copper, zinc and lead to water and soils-analysis of the means of emissions and possible measures to reduce these emissions), Dessau. Research report 202 242 20/02, ISSN 0722-186 X.
- Umweltbundesamt (Ed.): Leitfaden für das Bauwesen. Reduktion von Schwermetalleinträgen aus dem Bauwesen in die Umwelt (Guideline for the building industry. Reduction of heavy metal inputs from the building industry into the environment), Dessau. Research report 202 242 20/02, ISSN 0722-186 X, (www.umweltbundesamt.de) (Url-16).

İncelenen bu bildirgeye ait süreçler ve bilgiler Çizelge Ek A.1’de özetlenmiştir.

6. SONUÇLAR VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER

Hazırlanan bu tez çalışmasında; sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirliği çerçeve olarak kabul eden bakış açısıyla, yapı sektörü üzerindeki uygulamalar ele alınmıştır. Amaç; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için; özellikle yapı sektörüne yönelik kalkınma politikaları geliştirilirken, yapı malzemelerinin çevresel etkilerini göz ardı etmemektir.

Sürdürülebilirlik kapsamında yapıyı değerlendiren ve sertifikalandıran sistemlerin gelişimi dünyada hız kazanmıştır. Bu sistemlerin yapı malzemesi düzeyi olmasına karşın; malzeme, almış olduğu bazı sertifikalar veya belirli çevresel etkilere göre değerlendirilmektedir. Yapı malzemesi seçiminde sağlıklı sonuçların elde edilebilmesi için esas alınması gereken, yaşam döngüsü değerlendirme yaklaşımı olmalıdır.

Bu yaklaşım, belirli araç ve yöntemlerle uygulamaya geçirilmektedir. Avrupa’da ve Amerika’da gelişmiş olduğunu gördüğümüz bu araçlar, ülke koşullarına uygun veritabanları geliştirilerek, yapı malzemesine yönelik çevresel ürün bildirgelerinin oluşturulmasına da veri sağlamaktadır.

Avrupa Birliği Komisyonunun yayınlamış olduğu bütünleşik ürün politikasıyla beraber çevresel etiketleme, çevresel ürün bildirgeleri Avrupa’da yaygınlaşmış, bu bildirgeleri veren kuruluşlar artmış ve üreticiler, ürettikleri malzemeler için bu belgeleri almaktadırlar.

Tez çalışması için; Alman Yapı ve Çevre Enstitüsü tarafından verilen, bir firmaya ait çevresel ürün bildirgesi örneği incelenerek şu sonuçlar ve öneriler ortaya konmuştur.

- Yapılan çalışma için denetimin Alman Çevre Ajansı ve Alman Yapı Bakanlığı tarafından yapılıyor olması, çevresel ürün bildirgelerinin Türkiye’de de uygulanabilmesi için; bu işlevde kurumların olması ve altyapılarını bu yönde oluşturması gerekliliği saptanmıştır. Kontrol mekanizmasının kurulması, bu alanda yetişmiş kişilere kurumlarda yer verilmesi ve denetimin üniversiteler,

bilim insanları, sektördeki paydaşların katılımıyla bütüncül ve tarafsız bir mekanizmanın oluşturulması hedeflenmelidir.

- Türkiye’deki standartların altyapısına bakıldığında çevresel ürün bildireleri ile ilgili ISO tarafından geliştirilen gerek 14020 gerekse 14040 standartlar serisinin ülkemizde TSE tarafından Türkçeye çevrilerek birebir kabul edildiği görülmektedir. Fakat bu standartlar için gerekli altyapının henüz oluşmadığı, bu yüzden uygulamaya yönelik adımların atılamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca kabul edilen standartlarda geçen terimlerin literatürde ve bilimsel çalışmalarda kullanılanlardan farklı olduğu görülmektedir.
- Çevresel ürün bildirelerini veren kuruluşların oluşturulması ve bu kuruluşların güvenilirliğinin sağlanması için üniversiteler ve enstitüler ile birlikte hareket edilmesi gerekmektedir. Bu alanda uzman kişiler tarafından müşavirlik ve danışmanlık firmalarının kurulması da faydalı olacaktır.
- Bildirenin temelini oluşturan yaşam döngüsü değerlendirme verilerinin elde edilebilmesi için yeterli teknolojilere sahip ölçüm merkezleri ve laboratuvar altyapısının oluşturulması gerekmektedir.
- LEED, BREEAM gibi uluslararası düzeyde kullanılan sertifikasyon sistemlerine ülkemizde de başvuruluyor olması, ülkemiz şartlarına uygun sertifikasyon sistemi geliştirme zorunluluğu doğurmaktadır. Yapı malzemeleri için oluşturulacak olan çevresel ürün bildireleri, ülkemizde bu türde geliştirilen çalışmalara entegre edilebilir. Bu sayede sertifikasyon sistemlerinin malzeme kategorilerine veri sağlanmış olacaktır. Bu durumun sonucu olarak gerek üretim firmaları gerekse kullanıcıların, yapı malzemelerinin üretiminde ve seçiminde çevresel etki değerleri düşük malzemelere yönelmeleri teşvik edilecektir.
- Belirli bir yapı malzemesi için uygulama alanlarının birden fazla olması durumunda sağlıklı karşılaştırma yapılabilmesi açısından malzeme grupları için ülkemiz şartları gözetilerek ürün kategori kurallarının belirlenmesi ve kategorilerin oluşturulması gerekmektedir.
- Yetkili kurumlarca verilecek olan çevresel ürün bildirelerinin belirli bir geçerlilik süresi olmalıdır. Böylece bildireye veri sağlayan veritabanlarının güncel tutulması gerekliliği sağlanmış olacaktır. Bu bildirelerin belirli

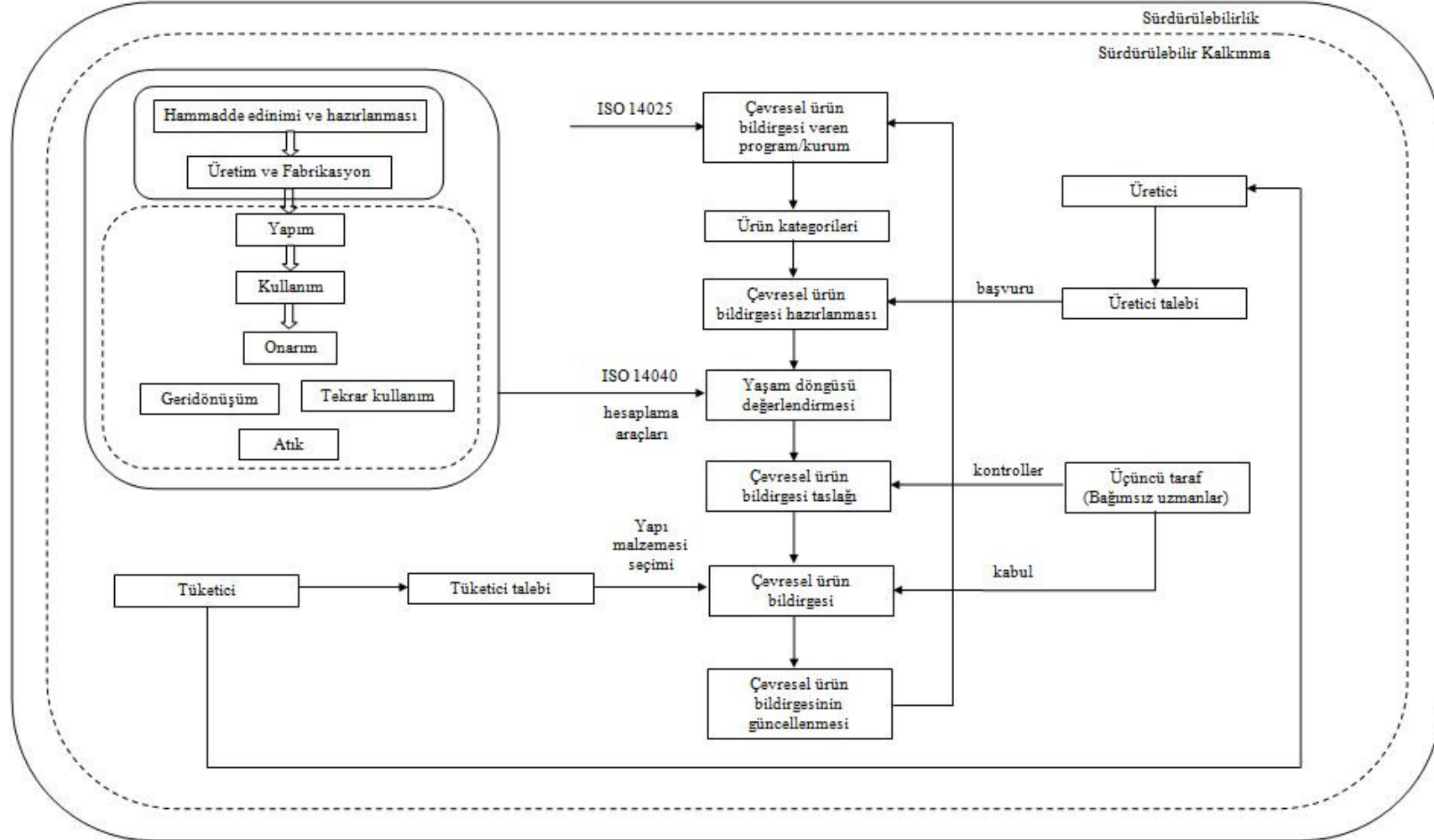
geçerlilik sürelerince veriliyor olması yapı üreticilerinin geliştirilen yeni teknolojiler doğrultusunda kontrol altında tutulmasını sağlayacaktır.

- Yapılan bu çalışma ile malzemelerin çevresel performansının, teknik performansı ile birlikte değerlendirildiği görülmüştür. Yapılacak olan çalışmalarda bu bütüncül yaklaşım esas alınmalıdır.
- Sadece yapı malzemelerin sürdürülebilir olması değil, üretim ve paketleme yöntemleri gibi üretim teknolojilerinin de sürdürülebilir olması hedeflenmelidir.

Türkçe literatürde; çevresel ürün bildirimleri genel çerçeve olarak yer almakta, uygulamasına ilişkin detaylar bulunmamaktadır. Bu çalışmada; genel çerçevenin daha ötesine gidilerek çevresel ürün bildirimlerinin yapı malzemesine uygulanmasına ilişkin detaylara yer verilmiştir. Detaylar; yaşam döngüsü değerlendirme ve bunun uygulaması olan çevresel ürün bildirgesinin ne kadar karmaşık ve uzun bir süreçle sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmayla hedeflenen; yapı malzemelerinin çevresel etkilerini belirlemek için kullanılan çevresel ürün bildirimlerinin önemini ve gerekliliğini vurgulamaktır. Özellikle ülkemizdeki yapı malzemesi sektörü içerisinde yer alan paydaşların dikkatini bu noktaya çekerek, bu alanda çalışma yapabilecek nitelikte kurumlar oluşturmak ve ülke şartlarına uygun modeller geliştirmek için yol gösterici olmaktır. Bu bağlamda çevresel ürün bildirgesini oluşturmaya yönelik geliştirilen şema Şekil 6.1’de ortaya konmuştur.

Yapılacak olan çalışmalarda; bu tez çalışmasında yer verilen; Alman Çevre ve Yapı Enstitüsü tarafından geliştirilen modelin dışında başka ülkelerde de yapılan uygulamalar incelenip, uygun altyapının oluşturulmasıyla Türkiye için bir model geliştirilebilir.



Şekil 6.1 : Çevresel ürün bildirgesi için önerilen işleyiş şeması

KAYNAKLAR

- Ashby, M. F.**, 2009. *Materials and the Environment: Eco-Informed Material Choice*, Elsevier, UK.
- Bozdoğan, R.**, 2007. Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Siyaset Konferansları, Kitap 50, <<http://iibf.kocaeli.edu.tr/ceko/ssk/kitap50/39.pdf>>, alındığı tarih 01.09.2010.
- Bogeskar, M., Carter, A., Neven, C. O., Nuij, R., Schmincke, E. ve Stranddorf, H.K.**, 2002. *Evaluation of Environmental Product Declaration Schemes, Final Report*, European Commission, DG Environment, Eylül, <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/lca-tools_en.pdf>, alındığı tarih 12.04.2011.
- Bokalders, V. ve Block, M.**, 2010. *The Whole Building Handbook; How to Design Healthy, Efficient and Sustainable Buildings*, Earthscan, USA.
- Chevalier, J. ve Cuenot, S.**, 2004. *From LCA to EPD in Construction: a strategic point of view*, CIB World Building Congress, Toronto, Canada, 2-7 Mayıs.
- Ciravoğlu, A.**, 2006. Sürdürülebilirlik Düşüncesi - Mimarlık Etkileşimine Alternatif Bir Bakış: “Yer”in Çevre Bilincine Etkisi, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Curran, M. A.**, 1996. *Environmental Life Cycle Assessment*, McGraw-Hill, USA.
- Curran, M. A.**, 2006. *Life Cycle Assessment: Principles and Practice*, U.S. EPA/600/R-06/060, Cincinnati, Ohio, Mayıs, <<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>>, alındığı tarih 09.03.2011.
- Demkin, J. A.**, 1996. *Environmental Resource Guide*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Domone, P. ve Illston, J.**, 2010. *Construction Materials; Their nature and behaviour*, Spon Press, Taylor & Francis Group, New York, ABD.
- Edwards, S. ve Bennett, P.**, 2003. *Construction products and life-cycle thinking*, UNEP Industry and Environment, Nisan - Eylül, s. 57-65.
- Foster, N.**, 2007. *Mimarlık ve Sürdürülebilirlik, Yapıda Ekoloji: Ekolojik Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki*, Yapı Dergisi, Kasım, 2007.
- Goodland, R. ve Daly, H.**, 1996. *Environmental sustainability: universal and nonnegotiable, Ecological Applications* 6:1002-1017, <<http://www.dbc.uci.edu/~sustain/state/chapter1.htm>>, alındığı tarih 23.11.2010.
- Graham, P.**, 2003. *Building Ecology, First principles for a sustainable built environment*, Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.

- Gugemos, A. A.,** 2003. Environmental Impacts of On-site construction Processes: Focus on Structural Frames, *Doktora tezi*, California Üniversitesi, Berkeley.
- Halliday, S.,** 2008. Sustainable Construction, Butterworth-Heinemann, Elsevier, Slovenya.
- Hoşkara, E.,** 2007. Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım için Stratejik Yönetim Modeli, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ISO 14040,** 2006. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework, International Organization for Standardization, İsviçre.
- ISO 14044,** 2006. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines, International Organization for Standardization, İsviçre.
- ISO 21931-1,** 2010. Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings, International Organization for Standardization, İsviçre.
- Johnson, P. ve Paufler, S.,** 2008. Green Products for Green Buildings: The Ecolabel Solution, World Sustainable Building Conference (SB08), Vol.2, s. 600-610, Melbourne.
- Karbuz, S.,** 2002. Sürdürülebilir Kalkınmanın Zaman Yolculuğu, İktisat, (Yıl 17, sayı 198, s.9)
- Keleş, R. ve Hamamcı, C.,** 1993. Çevrebilim, İmge Kitabevi Yayınları, Mayıs, 1993, Ankara.
- Kibert, C. J., Sendzimir, J. ve Guy, G. B.,** 2002. Construction ecology; nature as the basis for green buildings, Spon Press, Taylor & Francis Group, New York.
- Kim, J. J. ve Rigdon, B.,** 1998. Sustainable Architecture Module: Qualities, Use and Examples of Sustainable Building Materials, Michigan, Aralık.
- Kotaji, S., Schuurmans, A. ve Edwards, S.,** 2003. Life Cycle Assessment in Building and Construction, Society of Environment Toxicology and Chemistry Publishing, ABD.
- Mendler, S. F. ve Odell, W.,** 2000. The Hok Guidebook to Sustainable Design, John Wiley & Sons., Canada.
- Menke, D. M., Davis, G. A. ve Vigon, B. W.,** 1996. Evaluation of Life Cycle Assessment Tools Final Report, Ağustos.
- Ortiz, O., Castells, F. ve Sonnemann, G.,** 2009. Sustainability in the Construction Industry: A Review of Recent Developments Based on LCA, Construction and Building Materials 23 (2009) s. 28-39.
- Özçuhadar, T.,** 2007. Sürdürülebilir Çevre için Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Roodman, D. ve Lenssen, N.,** 1995. A Building Revolution: how ecology and health concerns are transforming construction, World Watch Paper No. 124, World Watch Institute, Mart, Washington DC.
- Sev, A.,** 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Smith, P. F.,** 2005. Architecture in a Climate of Change, A guide to sustainable design, s. 12-25, Architectural Press, Elseiver, Oxford, UK.
- Strand, S.M.,** 2003. The MaSe decision support system: Development of an integrated information system for the selection of environmentally preferable materials and products in the building process, *Doktora tezi*, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering Science and Technology, Eylül.
- Strand, S. M. ve Hovde, P. J.,** 1999. Use of service life data in LCA of building materials, Proceedings of the 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, s. 1948-1958.
- Szokolay, S. V.,** 2008. Introduction to Architectural Science; The Basis of Sustainable Design, Architectural Press, Elseiver, Oxford, UK.
- Tanaçan, L.,** 2002. Ekolojik Yapı Malzemelerinin Tanımlanmasındaki Sorunlar, 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, İstanbul.
- Thai, K. V., Rahm, D. ve Joggburn, J. D.,** 2007. Handbook of Globalization and the Environment, CRC Press, Taylor & Francis Group, ABD.
- Udo de Haes, H. A., Joliet, O., Norris, G. ve Saur, K.,** 2002. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative: Background, Aims and Scope, Int J LCA 7 (4), s. 192-195.
- UIA,** 1993. Declaration of Interdependence for a Sustainable Future, UIA/AIA World Congress of Architects, Chicago, 18-21 June 1993, <<http://www.uia-architectes.org/texte/england/2aaf1.html>>, alındığı tarih 02.01.2011.
- UNEP,** 1996. Life Cycle Assessment: What it is and how to do it, United Nations Publication, Paris, Fransa
- Url-1** <<http://www.census.gov/>>, alındığı tarih 22.04.2011.
- Url-2** <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>>, alındığı tarih 18.12.2010.
- Url-3** <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=97&articleid=1503>>, alındığı tarih 08.01.2011.
- Url-4** <<http://esa.un.org/unup/p2k0data.asp>>, alındığı tarih 10.01.2011.
- Url-5** <<http://www.arkitera.com/news.php?action=displayNewsItem&ID=57036>>, alındığı tarih 10.01.2011.
- Url-6** <<http://www.aiatopen.org/hpb/energy.cfm?ProjectID=1371>>, alındığı tarih 10.01.2011.
- Url-7** <<http://www.iso.org/iso/about.htm>>, alındığı tarih 18.01.2011.
- Url-8** <<http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm>>, alındığı tarih 23.12.2010.
- Url-9** <<http://ws680.nist.gov/Bees/>>, alındığı tarih 23.12.2010.

- Url-10** <<http://www.gabi-software.com/software/gabi-4/>>, alındığı tarih 21.02.2011.
- Url-11** <<http://www.pe-international.com/index.php?id=240>>, alındığı tarih 21.02.2011.
- Url-12** <<http://www.pre.nl/content/about-pre>>, alındığı tarih 23.02.2011.
- Url-13** <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/lca-tools_en.pdf>, alındığı tarih 13.03.2011.
- Url-14** <<http://bau-umwelt.de/hp662/Procedure.htm>>, alındığı tarih 13.03.2011.
- Url-15** <<http://bau-umwelt.de/hp325/Association.htm>>, alındığı tarih 28.03.2011.
- Url-16** <<http://bau-umwelt.de/hp481/Environmental-Product-Declarations-EPD.htm>>, alındığı tarih 28.03.2011.
- USGBC**, 1996. Sustainable Building Technical Manual, Green Building Design, Construction and Operations, Public Technology, Inc., ABD
- Ünlü Çelebi, G., Gültekin, A. B., Ulukavak Harputlugil, G., Bedir, M. ve Tereci, A.**, 2008. Yapı-Çevre İlişkileri, TMMOB Mimarlar Odası, SMGM Yayınları, İstanbul.
- Williams, D. E.**, 2007. Sustainable Design; Ecology, Architecture and Planning, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Williamson, T, Radford, A. ve Bennetts, H.**, 2003. Understanding Sustainable Architecture, Spon Press, Taylor & Francis Group, ABD.
- YEM**, 2010. Türk Yapı Sektörü Raporu, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, Şubat, 2011, İstanbul.
<<http://www.yapiveri.com/VImages/2011/Arastirmalar/UPM/506/>>, alındığı tarih 01.04.2011.
- Yorgancıoğlu, P.**, 2004. Sürdürülebilir Yapım Kavramının Uygulamaya Aktarılmasındaki Araç, Yöntem ve Yaklaşımlara İlişkin Bir Değerlendirme, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yudelso, J.**, 2007. Green Building A to Z, Understanding the Language of Green Building, New Society Publishers, Canada.

EKLER

EK A.1 : Firmaya ait titanyumlu çinko malzemesinin çevresel ürün bildirgesi
özet çizelgesi

EK A.2 : Çevresel ürün bildirgesi özet şablonu

EK A.1

Çizelge A.1 : Firmaya ait titanyumlu çinko malzemesinin çevresel ürün bildirgesi özet çizelgesi

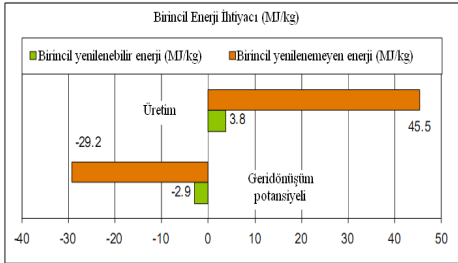
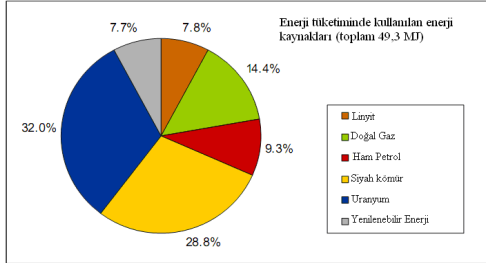
Başlık		Alt Başlık	Sonuçlar																																	
1	Yapı Malzemesinin Tanımlanması	Yapı malzemesinin tanımlanması	Bakır, titanyum ve alüminyum katkılı, ana maddesi çinko olan bir alaşımdır. parlak yüzeyli, mavi-gri yüzeyli ve grafit-gri yüzeyli olmak üzere üç farklı yüzey kalitesine sahiptir.																																	
		Uygulama alanları	Çatı ve duvar kaplamaları ile çatı drenaj sistemleridir.																																	
		Malzemeye ilişkin standartlar	DIN EN 1179, DIN EN 988 ve DIN EN 612																																	
		Kalite kontrol	Üretici firma ve TÜV Rheinland Group tarafından yapılmıştır. DIN ISO 9001 ve DIN EN ISO 14001 standartlarına uygundur.																																	
		Yapı malzemesinin özellikleri	Fiziksel veriler: Isıl genleşme sabiti = $22 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$, (A1 yanmaz) İşleme sıcaklığı aralığı: $10^{\circ}\text{C}-300^{\circ}\text{C}$ <table><tr><th>Yoğunluk (g/cm³)</th><th>Kalınlık (mm)</th><th>Ağırlık (kg/m³)</th></tr><tr><td>7,20</td><td>0,70</td><td>5,00</td></tr><tr><td>7,20</td><td>0,80</td><td>5,80</td></tr><tr><td>7,20</td><td>1,00</td><td>7,20</td></tr><tr><td>7,20</td><td>1,20</td><td>8,60</td></tr><tr><td>7,20</td><td>1,25</td><td>9,00</td></tr><tr><td>7,20</td><td>1,50</td><td>10,80</td></tr></table> <table><tr><th>Özellik</th><th>Değer</th></tr><tr><td>Çekme dayanımı</td><td>$R_m > 110 \text{ N/mm}^2$</td></tr><tr><td>% 0,2 teknik elastik sınır</td><td>$R_{p0,2} > 150 \text{ N/mm}^2$</td></tr><tr><td>Kırılma sınırı</td><td>$A_{50} > \% 40$</td></tr><tr><td>Victor sertliği</td><td>$H_v 3 > 40$</td></tr><tr><td>Elastisite modülü</td><td>$E > 80 \text{ N/mm}^2$</td></tr><tr><td>Kalıcı testteki artık uzama miktarı</td><td>Max. % 0,1</td></tr></table>	Yoğunluk (g/cm³)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (kg/m³)	7,20	0,70	5,00	7,20	0,80	5,80	7,20	1,00	7,20	7,20	1,20	8,60	7,20	1,25	9,00	7,20	1,50	10,80	Özellik	Değer	Çekme dayanımı	$R_m > 110 \text{ N/mm}^2$	% 0,2 teknik elastik sınır	$R_{p0,2} > 150 \text{ N/mm}^2$	Kırılma sınırı	$A_{50} > \% 40$	Victor sertliği	$H_v 3 > 40$	Elastisite modülü	$E > 80 \text{ N/mm}^2$
Yoğunluk (g/cm³)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (kg/m³)																																		
7,20	0,70	5,00																																		
7,20	0,80	5,80																																		
7,20	1,00	7,20																																		
7,20	1,20	8,60																																		
7,20	1,25	9,00																																		
7,20	1,50	10,80																																		
Özellik	Değer																																			
Çekme dayanımı	$R_m > 110 \text{ N/mm}^2$																																			
% 0,2 teknik elastik sınır	$R_{p0,2} > 150 \text{ N/mm}^2$																																			
Kırılma sınırı	$A_{50} > \% 40$																																			
Victor sertliği	$H_v 3 > 40$																																			
Elastisite modülü	$E > 80 \text{ N/mm}^2$																																			
Kalıcı testteki artık uzama miktarı	Max. % 0,1																																			

2	Hammaddelerin edinilmesi	Birincil kaynaklar	<table><tr><th>Bileşen</th><th>Titanyumlu Çinko</th></tr><tr><td>Kaliteli çinko (saflık derecesi %99,995-DIN EN 1179 standardına uygun)</td><td>< % 99,835</td></tr><tr><td>Bakır</td><td>% 0,08–1,0</td></tr><tr><td>Titanyum</td><td>% 0,07–0.12</td></tr><tr><td>Alüminyum</td><td>< % 0,015</td></tr></table>	Bileşen	Titanyumlu Çinko	Kaliteli çinko (saflık derecesi %99,995-DIN EN 1179 standardına uygun)	< % 99,835	Bakır	% 0,08–1,0	Titanyum	% 0,07–0.12	Alüminyum	< % 0,015
		Bileşen	Titanyumlu Çinko										
		Kaliteli çinko (saflık derecesi %99,995-DIN EN 1179 standardına uygun)	< % 99,835										
		Bakır	% 0,08–1,0										
		Titanyum	% 0,07–0.12										
Alüminyum	< % 0,015												
Yan ürünler, ara ürünler, katkılar	Yuvarlama yağı emülsiyonu (0,08 kg/t çinko),Sülfürik asit (15 g/kg çinko),Nitrik asit: 5 g/kg çinko,Alkalin düşürücü madde (0,5 g/kg çinko),Krom (0,5–0,8 g/kg çinko)												
Hammaddeyle ilgili açıklamalar	Yuvarlama yağı emülsiyonu, iyonojen olmayan sentetik ester karışımı biyolojik olarak yok edilebilen hammaddedir. Sülfürik asit, nitrik asit, alkalin düşürücü madde ve krom işlemede kullanılan hammaddelerdir.												
Hammaddenin çıkarılması ve kökenleri	Almanya, Kanada, Avustralya, Orta ve Güney Amerika.												
Hammaddenin yerel veya genel elde edilebilirliği	Dünyada çıkarılan çinko rezervi miktarı 3400 milyon ton olarak hesaplanmıştır.												
3	Yapı malzemesinin üretimi	Yapı malzemesinin işlenmesi	Ön alaşım, eritme, dökme, yuvarlama, sargılama, esnetme ve kesme ile özel kurutma işlemlerinden oluşan bir süreçtir.										
		Üretimde sağlığın korunması	Üretimin bütün safhaları için sağlığın korunmasında ek olarak alınması gereken tedbirler gerektirmemektedir.										
		Paketleme	Paketlenmesinde kullanılan kağıt/karton, polietilen, polipropilen ve çelik geridönüştürülebilir malzemelerdir.										
		Üretimde çevrenin korunması	Salımlar, kanunlarda belirtilen düzeylere indirgenmiştir. Suya ve toprağa etkisi bulunmamaktadır. Ses şiddeti kanunlarda belirtilen değerlerin çok altındadır.										

4	Yapı malzemesinin uygulanması	Uygulama tavsiyeleri	Taşıma ve depolama süresince malzeme kuru ve havalandırılmış kalmalı, malzemenin ıslak yüzeylere uygulanması veya yağmurlu havalarda uygulanması durumunda taban malzemenin nem özellikli olmamalı, ısı genleşmesi dikkate alınmalı, uygulama sırasında malzemenin sıcaklığı 10°C'nin üzerinde tutulmalıdır.
		İş güvenliği	Sağlığı etkileyecek ek tedbirlerin (koruyucu eldiven vb.) alınmasına gerek yoktur.
		Çevrenin korunması	Çevrenin korunmasını gerektirecek ek tedbirler alınmasına gerek yoktur.
		Artık malzemeler	Artık malzemeler ve paketler ayrıştırılarak saklanmalıdır.
5	Yapı malzemesinin kullanım aşaması	Bileşenler	Çinko, bakır, titanyum ve alüminyum bileşimlerinin oluşturduğu bir alaşımdır.
		Uzun dönem dayanımı (durabilite)	Kar ve yağmura, paslanmaya ve inşaat sırasında kullanılan kimyasallara, ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklıdır ve çürüme yapmamaktadır. Rüzgar erozyonunun malzeme üzerindeki etkileri bilinmemektedir.
		Çevre ve sağlık etkileri	Sağlık açısından zararlı etkisi bulunmamaktadır. Patina özelliği sayesinde yağmur suları ile çinko iyonlarının transferi (akarsulara ve toprağa) tamamen önlenmiştir.
6	Beklenmeyen etkiler	Yangın	DIN 4102 (Part 1) ve DIN EN 13501-1 (A1-sınıfı yanmaz malzeme) standartlarına uygun üretilmiştir.
		Su	Erime noktasının +419 °C olduğu belirlenmiştir.
7	Yaşam süresi sonu aşaması	Söküm	Söküm işlemleri kolay bir şekilde yapılabilmektedir.
		Dönüşüm	Üretimi sırasında oluşam imalat artıkları yeni malzemelerin üretiminde kullanılmak üzere % 100 oranında, malzemenin geridönüşümü ise % 96 oranına kadar çıkabilmektedir.
		Atık	Etkin bir şekilde geridönüşümü sağlandığından endüstriyel atıklar arasında çinko atık yok denecek kadar az miktardadır.

8	Yaşam döngüsü değerlendirme	Yapı malzemesinin üretim aşaması	Birimler	Üretim, kullanım ve bakım için ortalama kalınlıktaki malzeme için 1 kg'dır.
			Sistem sınırları	Beşikten kapıya (cradle to gate). Uygulama alanı çatı kaplaması, çatı drenaj sistemleri ve duvar kaplamasını kapsamaktadır.
			Değerlendirme sınırları	Toplam birincil enerji kullanımının ve toplam çevresel etkinin %1'inden fazla etkiye sahip tüm malzemeler.
			Taşıma	Çinko yoğunluğu içerisinde yer alan Kanada, Avustralya, Orta ve Güney Afrika kökenli hammaddelerin taşıma giderleri dikkate alınmıştır.
			Hesaplanan dönem aralığı	Temel veriler 2000 yılı, istatistiki veriler 2004 yılına dayanmaktadır.
			Data (veri tabanı) kullanımı	GaBi 4 yazılımı.
			Veri kalitesi	Beş yaşından küçük veriler kullanılmıştır.
			Ayrıştırma	Sert çinko, eriyik artıkları, kurşun-gümüş alaşımı, kadmiyum, briket, çinko, bakır ve kurşun ayrıştırma.
			Kullanım aşaması	Malzemenin yaşam süresi sorumlu yapım, kullanım ve bakım koşullarına bağlıdır.
		Geridönüşüm	Ayrıştırma yöntemi	Çinkonun imalatına ek olarak, malzemenin toplanması ve dönüştürülmesi de ayrıca modellenmiştir.

	Çatı drenajı	Çatı Kaplama	Duvar Kaplama
Ortalama Plaka Kalınlığı	0,70 mm	0,705 mm	0,767 mm
Kalıp yoğunluğu	7,2 g/cm ³	7,2 g/cm ³	7,2 g/cm ³
Nemlendirilmiş yüzey	% 50	% 75	% 10
Max. aşınma faktörü	4,59 g/m ² x a	4,59 g/m ² x a	4,59 g/m ² x a
Min. aşınma faktörü	3,76 g/m ² x a	3,76 g/m ² x a	3,76 g/m ² x a
Max. çinko aşınımı	0,46 g/kg x a	0,68 g/kg x a	0,08 g/kg x a
Min. çinko aşınımı	0,37 g/kg x a	0,56 g/kg x a	0,07 g/kg x a

8	Yaşam döngüsü değerlendirme	Değerlendirme sonuçları	Yaşam döngüsü envanteri	<table><thead><tr><th>Parametre</th><th>1 kg için birim</th><th>Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı</th><th>Üretim</th><th>Geridönüşüm potansiyeli</th></tr></thead><tbody><tr><td>Birincil enerji (yenilenemeyen)</td><td>[MJ]</td><td>16,3</td><td>45,5</td><td>- 29,2</td></tr><tr><td>Birincil enerji (yenilenebilen)</td><td>[MJ]</td><td>0,94</td><td>3,81</td><td>- 2,87</td></tr></tbody></table> Birincil Enerji İhtiyacı (MJ/kg)  Enerji tüketiminde kullanılan enerji kaynakları (toplam 49,3 MJ) 	Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli	Birincil enerji (yenilenemeyen)	[MJ]	16,3	45,5	- 29,2	Birincil enerji (yenilenebilen)	[MJ]	0,94	3,81	- 2,87	Etki değerlendirmesi	<table><thead><tr><th>Parametre</th><th>1 kg için birim</th><th>Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı</th><th>Üretim</th><th>Geridönüşüm potansiyeli</th></tr></thead><tbody><tr><td>Küresel ısınma potansiyeli</td><td>[kg CO₂ eşdeğeri]</td><td>0,96</td><td>2,62</td><td>- 1,65</td></tr><tr><td>Ozon tabakasını inceltme etkileri</td><td>[kg R11 eşdeğeri]</td><td>0,176 x 10⁻⁶</td><td>0,562 x 10⁻⁶</td><td>0,387 x 10⁻⁶</td></tr><tr><td>Asitifikasyon</td><td>[kg SO₂ eşdeğeri]</td><td>3,32 x 10⁻³</td><td>13,5 x 10⁻³</td><td>10,2 x 10⁻³</td></tr><tr><td>Ötrifikasyon</td><td>[kg PO₄ eşdeğeri]</td><td>0,277 x 10⁻³</td><td>1,03 x 10⁻³</td><td>0,758 x 10⁻³</td></tr><tr><td>Fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli</td><td>[kg eten eşdeğeri]</td><td>0,294 x 10⁻³</td><td>1,1 x 10⁻³</td><td>0,796 x 10⁻³</td></tr></tbody></table>	Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli	Küresel ısınma potansiyeli	[kg CO ₂ eşdeğeri]	0,96	2,62	- 1,65	Ozon tabakasını inceltme etkileri	[kg R11 eşdeğeri]	0,176 x 10 ⁻⁶	0,562 x 10 ⁻⁶	0,387 x 10 ⁻⁶	Asitifikasyon	[kg SO ₂ eşdeğeri]	3,32 x 10 ⁻³	13,5 x 10 ⁻³	10,2 x 10 ⁻³	Ötrifikasyon	[kg PO ₄ eşdeğeri]	0,277 x 10 ⁻³	1,03 x 10 ⁻³	0,758 x 10 ⁻³	Fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli	[kg eten eşdeğeri]	0,294 x 10 ⁻³	1,1 x 10 ⁻³	0,796 x 10 ⁻³
			Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli																																												
Birincil enerji (yenilenemeyen)	[MJ]	16,3	45,5	- 29,2																																															
Birincil enerji (yenilenebilen)	[MJ]	0,94	3,81	- 2,87																																															
Parametre	1 kg için birim	Üretim ve geridönüşüm potansiyeli toplamı	Üretim	Geridönüşüm potansiyeli																																															
Küresel ısınma potansiyeli	[kg CO ₂ eşdeğeri]	0,96	2,62	- 1,65																																															
Ozon tabakasını inceltme etkileri	[kg R11 eşdeğeri]	0,176 x 10 ⁻⁶	0,562 x 10 ⁻⁶	0,387 x 10 ⁻⁶																																															
Asitifikasyon	[kg SO ₂ eşdeğeri]	3,32 x 10 ⁻³	13,5 x 10 ⁻³	10,2 x 10 ⁻³																																															
Ötrifikasyon	[kg PO ₄ eşdeğeri]	0,277 x 10 ⁻³	1,03 x 10 ⁻³	0,758 x 10 ⁻³																																															
Fotokimyasal ozon oluşturma potansiyeli	[kg eten eşdeğeri]	0,294 x 10 ⁻³	1,1 x 10 ⁻³	0,796 x 10 ⁻³																																															
9	Deneyler ve doğrulama	Aşınma oranları	Deney Bilgileri	1991-1998 zaman aralığı, Hanover, batı cephesi, çatı eğimi 7° ve 45°, 0,7 mm. kalınlığında parlak yüzeyli titanyumlu çinko plakaları aşınma ölçümleri.																																															
			Sonuçlar	Sekiz yıllık ölçümler sonucunda elde edilen ortalama değer 0,52-0,64 µm = 3,76-4,59 g/m2/yıl olarak belirlenmiştir. Yağışlarda bulunan çinko miktarı yoğunluğu ortalama 6-8 mg/l olarak hesaplanmıştır. Bu oran çevre ve yaşayan organizmalar açısından herhangi bir risk oluşturmamaktadır.																																															

10	Ürün kategori kuralları dokümanı ve onaylama	Bu bildirme ve dayandırıldığı kurallar, bağımsız Danışma Kurulu (SVA) tarafından Yapılan incelenerek onaylanmıştır. This declaration is based on the PCR document "Building Metals". Review of the PCR document by the independent Advisory Board (SVA). Chair of the SVA: Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf-Reinhardt (University Stuttgart, IWB). Independent verification of the declaration according to ISO 14025: ☐ internal ☒ external Validation of the declaration: Dr. Eva Schmincke
11	Referanslar	GaBi 4: Software and database for life cycle assessment. IKP, University Stuttgart and PE Europe GmbH, 2001-2005. Hullmann, Heinz (Ed.): Naturally oxidising metal surfaces; environmental effects when using copper and zinc for buildings; 2003, Stuttgart. Pohl, W. H., Behr, R.: Corrosion behaviour of titanium zinc under atmospheric conditions. In: Metall 5/99. Umweltbundesamt (Ed.): Inputs of copper, zinc and lead to water and soils-analysis of the means of emissions and possible measures to reduce these emissions, Dessau. Research report 202 242 20/02, ISSN 0722-186 X. Umweltbundesamt (Ed.): Guideline for the building industry. Reduction of heavy metal inputs from the building industry into the environment, Dessau. Research report 202 242 20/02, ISSN 0722-186 X, (www.umweltbundesamt.de).

EK A.2**Çizelge A.2 : Çevresel ürün bildirgesi özet şablonu.**

Başlık		Alt Başlık	Sonuçlar
1	Yapı Malzemesinin Tanımlanması	Yapı malzemesinin tanımlanması	
		Uygulama alanları	
		Malzemeye ilişkin standartlar	
		Kalite kontrol	
		Yapı malzemesinin özellikleri	
2	Hammaddelerin edinilmesi	Birincil kaynaklar	
		Yan ürünler, ara ürünler, katkılar	
		Hammaddeyle ilgili açıklamalar	
		Hammaddenin çıkarılması ve kökenleri	
		Hammaddenin yerel veya genel elde edilebilirliği	
3	Yapı malzemesinin üretimi	Yapı malzemesinin işlenmesi	
		Üretimde sağlığın korunması	
		Paketleme	
		Üretimde çevrenin korunması	
4	Yapı malzemesinin uygulanması	Uygulama tavsiyeleri	
		İş güvenliği	
		Çevrenin korunması	
		Artık malzemeler	
5	Yapı malzemesinin kullanım aşaması	Bileşenler	
		Uzun dönem dayanımı (durabilite)	
		Çevre ve sağlık etkileri	
6	Beklenmeyen etkiler	Yangın	
		Su	

7	Yaşam süresi sonu aşaması	Söküm		
		Dönüşüm		
		Atık		
8	Yaşam döngüsü değerlendirme	Yapı malzemesinin üretim aşaması	Birimler	
			Sistem sınırları	
			Değerlendirme sınırları	
			Taşıma	
			Hesaplanan dönem aralığı	
			Data (veri tabanı) kullanımı	
			Veri kalitesi	
			Ayrıştırma	
			Kullanım aşaması	
		Geridönüşüm	Ayrıştırma yöntemi	
			Değerler	
		Değerlendirme sonuçları	Yaşam döngüsü envanteri	
			Etki değerlendirmesi	
9	Deneyler ve doğrulama	Aşınma oranları	Deney Bilgileri	
			Sonuçlar	
10	Ürün kategori kuralları dokümanı ve onaylama			
11	Referanslar			

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gaye Günaydın

Doğum Yeri ve Tarihi: Trabzon, 13.06.1985

Lisans Üniversite: Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü