İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE YAPI MALZEMESİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BİR SİSTEM ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Türkmen BAYRAKTAR

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Telnolojisi

EKİM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE YAPI MALZEMESİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BİR SİSTEM ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fatma Türkmen BAYRAKTAR
(502071720)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Eylül 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Ekim 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Leyla TANAÇAN (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Aslıhan TAVİL (İTÜ)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (MSGSÜ)

EKİM 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile yapı malzemelerinin çevresel etkileri vurgulanarak karar vericilerin malzeme seçiminde fonksiyonellik, estetik, maliyet gibi parametrelerin yanı sıra malzemelerin çevresel etkilerini de göz önünde bulundurarak bir seçim yapmaları amaçlanmıştır. Bu seçimin yapılabilmesi için dünyada birçok farklı uygulaması olan yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi temel alınmış ve Türkiye' nin kendi olanaklarına göre sınırlandırılmış bir sistem önerilmiştir.

Beni bu konu üzerinde çalışmaya yönlendiren ve çalışmamın her aşamasında önemli fikirleriyle bana yol gösteren; yorumları ve desteğiyle çalışmanın ortaya çıkmasında önemli payı olan sayın hocam Prof. Dr. Leyla Tanaçan' a,
Çalışmalarım sırasında benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kuzenim Çağlar Kaynak' a ve arkadaşlarım Çiçek Tezer, İrem Onar, Özge Akdoğanbulut, Utku Karabayraktar, Çağdaş Mutlu ve Orhan Bilge' ye;
Yüksek lisans eğitimine başladığım günden beri bana çalışmalarımla ilgili her konuda yardımcı olan arkadaşım Yüksek Mimar Uğur Kaya' ya;
Araştırmalarım sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Taşkışla Kütüphanesi çalışanlarına;
Bu noktaya gelmemde en büyük emeğe sahip olan annem Şerefnur, babam Nuri Bayraktar' a ve varlıklarıyla bana mutluluk veren ablam İpek, kardeşlerim Gökçe, Ayça, Aybike, Almıla ve Kürşat Bayraktar' a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ekim 2010

Fatma Türkmen Bayraktar

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ... **iii**
İÇİNDEKİLER ... **v**
KISALTMALAR ... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ... **xiii**
ÖZET ... **xv**
SUMMARY ... **xvii**
1. GİRİŞ ... **1**
1.1 Sorunun Tanımlanması ... 2
1.2 Çalışmanın Amacı ... 2
1.3 Çalışmanın Kapsamı ... 3
1.4 Çalışmanın Yöntemi ... 3
1.5 Sürdürülebilir Kalkınma ... 3
1.6 Sürdürülebilir Mimarlık ... 7
1.7 Bölüm Sonucu ... 8
2. YAPI MALZEMELERİNİN ÖZELİKLERİ VE ÇEVRE ETKİLERİ ... **9**
2.1 Yapı Malzemelerinin Özelikleri ... 9
2.1.1 Yapı malzemelerinin içsel özelikleri ... 9
2.1.1.1 Mekanik özelikler ... 9
2.1.1.2 Fiziko-kimyasal özelikler ... 10
2.1.1.3 Isısal özelikler ... 10
2.1.1.4 Su ve nem ile ilgili özelikler ... 10
2.1.1.5 Akustik özelikler ... 10
2.1.1.6 Işıkla ilgili özelikler ... 10
2.1.2 Yapı malzemelerinin dışsal özelikleri ... 10
2.1.2.1 Ekonomik özelikler ... 11
2.1.2.2 Kültürel özelikler ... 11
2.1.2.3 Toplumsal özelikler ... 11
2.1.2.4 Çevresel performans özelikleri ... 12
2.2 Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkileri ... 13
2.2.1 Yapı malzemelerinin hava, su ve toprağa etki eden yayılımları ... 13
2.2.1.1 Havaya etki eden yayılımlar ... 13
2.2.1.2 Suya etki eden yayılımlar ... 15
2.2.1.3 Toprağa etki eden yayılımlar ... 16
2.2.2 Yapı malzemelerinin çevresel etkileri ... 16
2.2.2.1 Küresel ısınma ... 16
2.2.2.2 Asitlenme ... 17
2.2.2.3 Ozon incelmesi ... 17
2.2.2.4 Fotokimyasal duman ... 17

2.2.2.5 Ötrofikasyon 18
2.2.2.6 Ormansızlaşma, çölleşme ve toprak erozyonu 18
2.2.2.7 Ekolojik zehirlilik 19
2.2.2.8 Su kaynaklarının tükenmesi 19
2.2.2.9 Biyolojik çeşitliliğin kaybolması 19
2.2.2.10 Doğal yaşamın değişimi 20
2.2.2.11 İnsan sağlığının bozulması 20
2.2.2.12 Fosil yakıtların tükenmesi 20
2.3 Bölüm Sonucu 21
3. YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD) YÖNTEMİ 23
3.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Kavramı 23
3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Aşamaları 26
3.2.1 Amaç ve kapsam aşaması 27
3.2.2 Yaşam döngüsü envanter analizi aşaması 29
3.2.2.1 Yapı malzemelerinin girdileri 29
3.2.2.2 Yapı malzemelerinin çıktıları – atık 32
3.2.3 Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi aşaması 34
3.2.4 Yorumlama aşaması 35
3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Süreçleri ve Malzeme Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar 36
3.3.1 Hammadde edinimi ve üretim süreci 36
3.3.2 Taşıma süreci 37
3.3.3 Yapım/kurulum ve kullanım/bakım süreci 37
3.3.4 Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci 38
3.4 Bölüm Sonucu 38
4. DÜNYADA YAPI SEKTÖRÜNÜN ÇEVRESEL ETKİLERİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR 41
4.1 Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (The Construction Products Directive-CPD) 41
4.2 IPP (Integrated Product Policy – AB Birleşik Ürün Politikası) 42
4.3 ISO 14001 – (Environmental Management Systems – Requirements With Guidance For Use - Çevre Yönetim Sistemleri – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu) 45
4.4 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) Yöntemi Temel Alınarak Yapılan Değerlendirmeler 47
4.4.1 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemi kullanılarak tüm yapıyı değerlendiren sistemler - Yeşil bina sertifika sistemleri 47
4.4.1.1 BREEAM (British research establisment environmental assessment method - Yapı araştırma kuruluşu çevresel değerlendirme yöntemi - İngiltere) 47
4.4.1.2 LEED (Leadership in energy and environmental design - Enerji ve çevre dostu tasarımda liderlik – ABD) 52
4.4.1.3 ATHENA™ (Kanada) 53
4.4.1.4 BEPAS (Building environmental performance analysis system – Yapı çevresel performans analiz sistemi - Çin) 56
4.4.1.5 CASBEE (Comprehensive assessment system for building environmental efficiency - Yapı çevresel verimliliği için kapsamlı değerlendirme sistemi- Japonya) 57

4.4.2 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanılarak yapı malzemelerini değerlendiren araçlar 60
4.4.2.1 BEES (Building for environmental and economic sustainability – Çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik için yapı – ABD) 60
4.4.2.2 EPM (Environmnetal preference method - Çevresel seçim yöntemi – Hollanda) 61
4.4.2.3 ERG (Environmental resource guide – Çevresel kaynak rehberi – Amerika) 64
4.4.3 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanan ürün etiket kuruluşları 73
4.4.3.1 AB Eko-etiketleme şeması (EC Eco-labelling scheme) 73
4.4.3.2 Blue angel (Mavi melek - Almanya) 75
4.4.3.3 Eco mark (Eko marka - Japonya) 76
4.4.4 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanan ürün bildirim kuruluşları 76
4.4.4.1 GreenFormat (ABD) 76
4.4.4.2 GreenSpec (İngiltere) 79
4.4.4.3 EPD (Environmental product declaration – Çevresel ürün bildirimi) 82
4.5 Bölüm Sonucu 85
5. TÜRKİYE' NİN ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ VE TÜRKİYE' DE ÇEVRESEL ETKİLERİ AZALTMAYA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR 87
5.1 Türkiye' nin Çevresel Göstergeleri 87
5.1.1 Yıllık yağış ortalaması 87
5.1.2 Su kaynakları potansiyeli 88
5.1.3 Sıcaklık 89
5.1.4 Hammadde ve enerji 90
5.1.5 Atık 93
5.1.6 Sera gazı salınımı 94
5.2 Türkiye' de Çevresel Etkileri Azaltmakla İlgili Yapılan Çalışmalar 95
5.2.1 Hazırlanan mevzuatlar 96
5.2.1.1 Çevre kanunu 96
5.2.1.2 Hava kalitesinin korunması yönetmeliği 97
5.2.1.3 Su kirliliği kontrolü yönetmeliği 98
5.2.1.4 Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği 98
5.2.1.5 Radyasyon güvenliği yönetmeliği 98
5.2.1.6 Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği 98
5.2.1.7 Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği 100
5.2.1.8 Ozon tabakasını incelten maddeler hakkında yönetmelik 101
5.2.1.9 Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği 101
5.2.1.10 Atık yağların kontrolü yönetmeliği 101
5.2.1.11 Sanayi kuruluşlarının enerji tüketiminde verimliliğin arttırılması için alacakları önlemler hakkında yönetmelik 101
5.2.1.12 Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği 102
5.2.1.13 Binalarda enerji performansı yönetmeliği 102
5.3 Bölüm Sonucu 103
6. TÜRKİYE' DE YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ SİSTEMİ İÇİN BİR ÖNERİ 105
6.1 Amaç ve Kapsam Aşaması 105

6.2 Envanter Analizi Aşaması 107
6.3 Etki Değerlendirmesi Aşaması 113
6.4 Yorumlama Aşaması 120
6.5 Yöntemin Türkiye'de Üretilen Bir Malzeme Üzerinde Örneklenmesi 121
6.5.1 Amaç ve kapsamın belirlenmesi aşaması 122
6.5.2 Envanter analizi aşaması 123
6.5.3 Etki değerlendirmesi aşaması 128
6.5.4 Yorumlama aşaması 131
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 133
KAYNAKLAR 135
ÖZGEÇMİŞ 139

KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği
AIA : American Institude of Architects
BEES : Building for Environmental and Economic Sustainability
BEPAS : Building Environmental Performance Analyses System
BM: Birleşmiş Milletler
BRE : British Research Establisment
BREEAM : British Research Establisment Environmental Assessment Method
CAPs : Criteria Air Pollutants
CASBEE : Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CBA : Cost-Benefit Analysis
CSI : Construction Specifications Institute
EC : European Commission
EIA : Environmental Impact Assessment
EPA : Environmental Protection Agency
EPA : Environmental Protection Agency
EPD : Environmental Product Declaration
EPM : Environmental Preference Method
ERA : Environmental Risk Assessment
ERG : Environmental Resource Guide
ETA : European Technical Approval
HAPs : Hazardous Air Pollutants
IPP: Integrated Product Policy
ISO: International Stardard Organization
JSBC : Japan Sustainable Building Consortium
LCA: Life Cycle Assessment
LCC : Life Cycle Cost
LEED : Leadership in Energy and Environmental Design
MEA : Millennium Ecosystem Assessment
MFA : Material Flow Analysis
NIST : National Institude of Standart Technology
SEA : Strategic Environmental Assessment
SETAC : Society of Environmental Toxicology and Chemistry
UNCED : United Nations Conference on Environment and Development
UOB : Uçucu Organik Bileşikler
USGBC : U.S. Green Building Council
VAT : Value Added Tax
VOCs : Volatile Organic Compounds
WCED : World Commission on Environment and Development
WRI : World Resources Institute
YDD: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
YDE : Yaşam Döngüsü Envanteri
YDED : Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi

YMY : Yapı Malzemeleri Yönetmeliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Sera gazlarının kaynakları ve etkileri 14
Çizelge 3.1 : Bazı hammaddelerin dünyadaki rezerv durumu 30
Çizelge 4.1 : EPM için bir örnek – Dış pencere çerçevesi 64
Çizelge 4.2 : Malzeme edinim ve üretim süreci için örnek envanter analiz föyü 70
Çizelge 4.3 : EPA' ya Ait Çevresel Etki Kategorileri 71
Çizelge 4.4 : SETAC Tarafından Hazırlanan Etki Kategorileri 72
Çizelge 4.5 : ERG için Hazırlanan Etki Kategorileri 72
Çizelge 4.6 : ERG Etki Değerlendirmesi Matris Örneği 73
Çizelge 4.7 : GreenSpec' te dış kapıların çevresel özeliklere göre karşılaştırılması 80
Çizelge 4.8 : Sertifikalanmış bir çevresel bildirim (ÇÜB) örneği (Electrolux 2000) 83
Çizelge 4.9 : Dünyadaki değerlendirme sistemlerinin karşılaştırılması 86
Çizelge 5.1 : Türkiye' deki bazı madenlerin rezerv durumları 90
Çizelge 6.1 : Yapı malzemesi bilgi föyü 108
Çizelge 6.2 : Hammadde edinim ve üretim süreci için envanter listesi 110
Çizelge 6.3 : Yapım/kurulum süreci için envanter listesi 111
Çizelge 6.4 : Kullanım/bakım süreci için envanter listesi 112
Çizelge 6.5 : Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci için envanter listesi 113
Çizelge 6.6 : Etki kategorileri ve alt başlıkları 114
Çizelge 6.7 : Etki grupları, etki göstergeleri, etmenler, birimler ve ilgili yönetmelikler 117
Çizelge 6.8 : Malzeme değerlendirme föyü 119
Çizelge 6.9 : X malzemesi için hammadde edinimi ve üretim sürecini gösteren malzeme bilgi föyü 120
Çizelge 6.10 : Çimento örneğinde hammadde edinim ve üretim süreci envanter listesi 126
Çizelge 6.11 : Çimento örneğinde yapım/kurulum süreci envanter listesi 127
Çizelge 6.12 : Çimento örneğinde kullanım/bakım süreci envanter listesi 127
Çizelge 6.13 : Çimento örneğinde yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci envanter listesi 128

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Sürdürülebilirliğin üç ana alanı 4
Şekil 3.1 : ISO 14000 serisi standartları 24
Şekil 3.2 : Bir ürünün şematik yaşam döngüsü 24
Şekil 3.3 : Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamalarının birbirleriyle olan ilişkisi 27
Şekil 3.4 : Envanter analizi için basitleştirilmiş prosedürler 34
Şekil 3.5 : Etki analizinin unsurları 35
Şekil 4.1 : BEPAS' ın modeli 57
Şekil 4.2 : CASBEE' nin temel bölümleri 58
Şekil 4.3 : CASBEE' nin değerlendirme kategorilerinin sınıflandırılması 59
Şekil 4.4 : CASBEE ile yapının sürdürülebilirlik derecelendirmesi 59
Şekil 4.5 : BEES' in YDD yaklaşımı 61
Şekil 4.6 : Ürün gruplarına göre eko-etiket lisansları 74
Şekil 4.7 : GreenFormat' ta çevresel açıdan ele alınan bir ürünün bilgi föyü 78
Şekil 5.1 : Yıllık toplam yağış ortalaması 88
Şekil 5.2 : Türkiye' deki su kaynakları potansiyeli 88
Şekil 5.3 : Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 89
Şekil 5.4 : Türkiye ve dünya ortalama sıcaklık dağılımı 89
Şekil 5.5 : Türkiye' de kullanılan enerjinin sektörlere göre dağılımı 91
Şekil 5.6 : Türkiye' nin yıllara göre enerji ihtiyacı 93
Şekil 5.7 : Türkiye' de 2008 yılındaki katı atıkların dağılımı 93
Şekil 5.8 : Türkiye' nin toplam sera gazı yayılımları (milyon ton CO_2 eşdeğeri) 94
Şekil 5.9 : Sera gazı salınımlarının sektörlere göre dağılımı 95
Şekil 6.1 : Bina ve yapı malzemeleri yaşam döngüsü süreçleri 106
Şekil 6.2 : Bir sistemin yaşam döngüsünü oluşturan süreçlerinin her birinde yer alan sistem girdileri ve çıktıları 107
Şekil 6.3 : Malzemenin yaşam döngüsü sürecinin akış şeması 108
Şekil 6.4 : Değerlendirme sisteminin akış şeması 121
Şekil 6.5 : Çimento örneğinde hammadde edinim ve üretim sürecini gösteren akış şeması 124

TÜRKİYE' DE YAPI MALZEMESİ YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BİR SİSTEM ÖNERİSİ

ÖZET

Yapılar bir yandan insanların barınma ihtiyaçlarını karşılarken bir yandan da çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedirler. Bu durum sonucunda dünyada insan ve çevre sağlığı sorunları için bir çözüm olabilecek sürdürülebilirlik kavramının uygulanabileceği yöntemler geliştirilmiştir ve halen yapıların bu etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bu doğrultuda bu çalışmada yapı malzemelerinin yaşam döngülerinde çevre etkilerini belirlemek için Türkiye' nin mevcut durumunu dikkate alan bir değerlendirme sistemi geliştirilerek tasarım aşamasında karar vericilerin yapı malzemesi seçimlerinde çevreye en az zarar verecek malzemeleri seçmeleri amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle dünyada yapıların, yapı malzemelerinin ve ürünlerin çevresel etkilerini belirlemek için kullanılan bir standart olan ISO 14040 - Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile bu yöntemi temel alan sistemler ve araçlar incelenmiştir.

Bu bilgiler doğrultusunda Türkiye' deki mevcut durum irdelenmiş; ülkenin sıcaklık, yağış, hammadde ve enerji kaynaklarının durumu ile atık ve sera gazı salınımı miktarlarıyla ilgili veriler ortaya konarak ülkenin çevresel profili incelenmiştir. Ardından çevresel konularla ilgili ülke ihtiyacı doğrultusunda hazırlanan yönetmelikler belirlenmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi temel alınarak ve Türkiye' nin çevresel konularda mevcut durumu hakkında yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak ülkenin olanakları ve çevresel etkilerle ilgili getirilen sınırlamalar doğrultusunda yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerinde çevresel etkilerini değerlendiren bir sistem önerilmiştir.

Bu sistem için incelenen yönetmeliklerdeki değerlerle belirlenebilecek etki grupları (İklim değişikliğine olan etkiler, ekosistemlere olan etkiler gibi) ve etki göstergeleri (küresel ısınma, ozon tabakasının incelmesi, asitlenme, fotokimyasal duman gibi) oluşturulmuş; bu etki göstergelerine neden olan etmenler (CO_2, NH_3 gibi) ve bu etmenlerin sınır değerlerini içeren yönetmelikler (Ozon tabakasını incelten maddeler hakkında yönetmelik, Binalarda enerji performansı yönetmeliği gibi) birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. Bunun sonucunda malzemenin tüm yaşam döngüsü süreçlerindeki girdi ve çıktılardan meydana gelen etmenlerin değerleriyle sınır değerlerin karşılaştırıldığı bir sistem oluşturulmuştur.

Çalışmanın en son aşamasında önerilen sistem, Bursa ilinde üretim yapan bir çimento fabrikasıyla anket yapılarak çimento yapı malzemesi ile örneklenmiştir. Hammadde edinim ve üretim sürecinden sonra malzemenin yapıya dahil olduğu noktada çimento yapı malzemesi, beton yapı malzemesinin bileşeni olarak incelenmiştir. Hammadde edinim/üretim sürecinde nicel veriler kısmen elde edilmiş olsa da diğer süreçlerde girdi ve çıktıların miktarları bilinmemektedir. Envanter listelerindeki veri eksikliği; su kaynaklarının tüketilmesi, ülke hammadde

rezervlerinin tüketilmesi, gibi etki göstergelerine ait herhangi bir yasal sınırlama çalışması olmaması; değerlendirmeyi yapacak bir bilimsel kurulun olmaması sonucunda çimentonun yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel etkileri ile ilgili yorum yapılsa da sistemde önerildiği gibi küçük derecede etki, orta derecede etki, büyük derecede etki gibi kesin bir yargıya varılamamıştır.

Çalışmanın sonucunda, sistemin çalışması için bir takım gereksinimler olduğu görülmüştür. Bunlar; sistem için YDD yönteminin temel alınması, ülkede herhangi bir alt ya da üst sınır değeri olmayan konularla ilgili yasal çalışmalar yapılarak sınır değerlerin belirlenmesi, firmalar tarafından ürettikleri ürünlere ait girdi, çıktı, üretim teknolojisi gibi verilerin toplanarak bir veritabanı oluşturulması, ilgili kurumlar tarafından bu değerlendirmeyi yapacak bir bilimsel kurul oluşturulması ve bu bilimsel kurulun Türkiye için etki göstergeleri arasındaki sıralamayı belirleyecek önem katsayılarını belirlemesidir.

A PROPOSAL OF BUILDING MATERIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT SYSTEM FOR TURKEY

SUMMARY

Although buildings provide residents with shelters, they also damage the environment and public health. Consequently, methods through which sustainability concept can be applied are being tried to be implemented in developed countries aiming to minimize these negative effects.

In this study, an evaluation system, which considers the conditions in Turkey has been introduced in order to determine the effects of building materials on the environment throughout their lifecycles. To do this, ISO 14040- Life Cycle Assessment which is being applied worldwide in order to determine the environmental effects of buildings, building materials and products have been investigated. Also systems and tools based on this standard have been examined.

According to the gathered information current situation in Turkey has been assessed and environmental profile of the country has been determined in the light of national data regarding temperature, rainfall, raw material, energy sources, waste and emission of green house gases.

Afterwards, regulations prepared by considering the national needs have been determined. Considering this information a system which evaluates the environmental effects of building materials during their life cycle processes has been proposed based on life cycle assessment method and considering the studies on the current situation of Turkey in terms of environmental issues. While developing the system, the national resources and limitations on environmental effects have been considered.

Impact categories (impacts to climate changes, ecosystems etc.) and impact indicators (global warming, acidification, smog etc.) have been determined in the light of information obtained from the regulations investigated in order to propose the system. The factors (CO_2, NH_3 etc.) causing these impact indicators and regulations (Regulation on substances causing the ozone depletion, Regulation on the energy performance in building etc.) on the limiting values of these factors have been attributed. Consequently, a system which compares factors consisting of the inputs and outputs during the whole life cycle processes of building materials to the limit values has been developed.

In the last part of the study the developed system has been tested for cement via a survey conducted in a factory in Bursa. Cement has been considered as a compound element of concrete after raw material acquisition/production stages. Although, in raw material acquisition/production stages quantitative data has been obtained to some extend in other stages quantities of inputs and outputs are not known. Lack of data in the inventory lists; lack of legal regulations to limit the depletion of water resources and of national raw material sources; lack of a scientific committee to

assess the environmental effects, deprived us from drawing exact conclusions on the dimensions of the impact.

Consequently, it has been observed that certain aspects are required to enable the system to function properly. These are; LCA based methodology, determination of limit values via legal attempts wherever required, establishment of databases by the companies on the inputs, outputs, production technologies etc. of their products and establishment of a scientific committee for assessment purposes which is capable of determining the weighting factors of impact indicators for Turkey.

1. GİRİŞ

İnsan, yaşamını doğayla denge içinde devam ettirebilir. Ancak dünyadaki nüfusun artışı, teknolojinin gelişmesi gibi sebeplerle insan gereksinimleri de artmış, kontrolsüz göçler meydana gelmiş ve bu durum plansız kentleşmeyi beraberinde getirmiştir. Çevreyle olan ilişki göz ardı edilerek kontrolsüz bir şekilde büyüyen kentler insanın doğayla olan dengesinin giderek bozulmasına sebep olmaktadır. Bu durumun en büyük etkenlerinden biri yapı sektörüdür. İnsanların barınma sorununun çözümü olan yapılaşma, çevresel etkileri de beraberinde getirmiştir. Binaların yaşam döngülerinde yoğun bir şekilde kullanılan fosil yakıtlar hava kirliliğine, zehirli gaz içeren malzemelerin kullanımı sera gazı salınımlarıyla küresel ısınmaya neden olmuştur. Bu etkiler binaların çevreye verdikleri zararlardan sadece birkaçıdır.

1970' lerdeki petrol kriziyle insanlar doğanın ve doğal kaynakların yok olacağının farkına varmaya başlamışlardır. 1990' lı yıllarda ise küresel ısınma ve dünya üzerindeki etkisi giderek önem kazanmıştır. Bu etkilerin kendini göstermesiyle "sürdürülebilirlik" kavramı ortaya çıkmış ve devletler çevre kirliliğine karşı önlemler almak için bir araya gelerek çeşitli konferanslar düzenleyip bir dizi kararlar almışlardır.

William Rees'e göre yapılı çevreyi inşa etmek ve onarmak için dünya genelindeki malzemelerin %40' ı tüketilmektedir [1]. Gelişmiş ve gelişen ülkelerin yapı sektöründe, kaynak tüketimi sorununun üstesinden gelmek ve çevresel kaygılara hitap etmek için, yapıların çevresel performansını değerlendiren bir yöntem olan YDD (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi) yöntemi kullanılmaktadır [2]. Bu yöntem uluslararası standartlar serisi olan ISO 14040' a bağlı olarak yapı malzemelerinin yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini belirlemektedir. Son yıllarda YDD bir yöntem olarak, çevresel etiketleme, ürün çevresel geliştirme, eko-tasarım ve politika değerlendirmesi gibi bir dizi kullanımla genel kabul görmüştür. YDD' ye olan ilginin artmasıyla YDD' yi uygulayacak yazılım araçları ve veri tabanları gelişmiştir. Bu yazılım araçlarının birçoğu ve veritabanları; yapılara, yapı elemanlarına ve yapı malzemeleri ve ürünlerine lisans vermek için kullanılmaktadır [2,3].

YDD çeşitli kurum ve kuruluşların çalışmalarında da temel alınmıştır. SETAC' ın (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu) YDD' de özel bir teması vardır. SETAC çalışma grupları ve konferanslar başlatmıştır ve YDD yönteminde birkaç rapor ve kılavuz üretmiştir. Ayrıca AB (Avrupa Birliği) ürün politikalarında bir araç olarak YDD' yi kullanmaktadır ve YDD' nin önemli bir rol oynadığı bir Birleşik Ürün Politikası (IPP-Integrated Product Policy) geliştirmiştir [4].

1.1 Sorunun Tanımlanması

Yapılar bir yandan insanların barınma ihtiyaçlarını karşılarken bir yandan da çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedirler. Yapıların insan ve çevreye olan zararı, yapının yapım sürecinden başlarken yapı malzemeleri için bu süreç, malzeme yapı üretimine katılmadan çok daha önce, kendi üretimi için gereken hammadde edinimi sürecinden başlayıp yok edilişine kadar sürmektedir.

Dünya' da binaların ve yapı malzemelerinin sürdürülebilir niteliklerini ölçmek ve değerlendirmek için farklı ülkelerde o ülkelerin çevresel, ekonomik ve sosyal durumlarına bağlı olarak özgün sistemler yer alırken Türkiye' de bu noktada bütünsel bir sistem bulunmamaktadır. Türkiye' nin sürdürülebilir kalkınması için yapma çevre gelişiminin çevresel, sosyal ve ekonomik performansının ölçülmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada tespit edilen sorun doğrultusunda *"yapı malzemelerinin çevresel etkilerini belirlemek için yaşam döngüsü değerlendirmesi doğrultusunda Türkiye şartlarında bir sistem belirlenmesi"* amaçlanmıştır. Bir malzeme, üretimi sırasında çevreye en az zararı verirken kullanım aşamasında kullanıcının sağlığı için ciddi olumsuz etkiler gösterebilir. Bu nedenle önerilen bu sistem doğrultusunda mimarlar, mühendisler, yükleniciler, kullanıcılar ya da diğer karar vericilerin bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin hammadde edinimi, üretimi, yapım ve kurulumu, kullanım ve bakımı, mümkünse yeniden kullanımı, geri dönüşümü ya da yok edilişine kadar her aşamasındaki etkileri bilerek karar vermeleri amaçlanmaktadır.

Önerilen bu sistem ile bir malzemenin seçiminde maliyet, estetik gibi parametrelerin yanında malzemenin çevresel performansının da bir parametre olması amaçlanmıştır.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

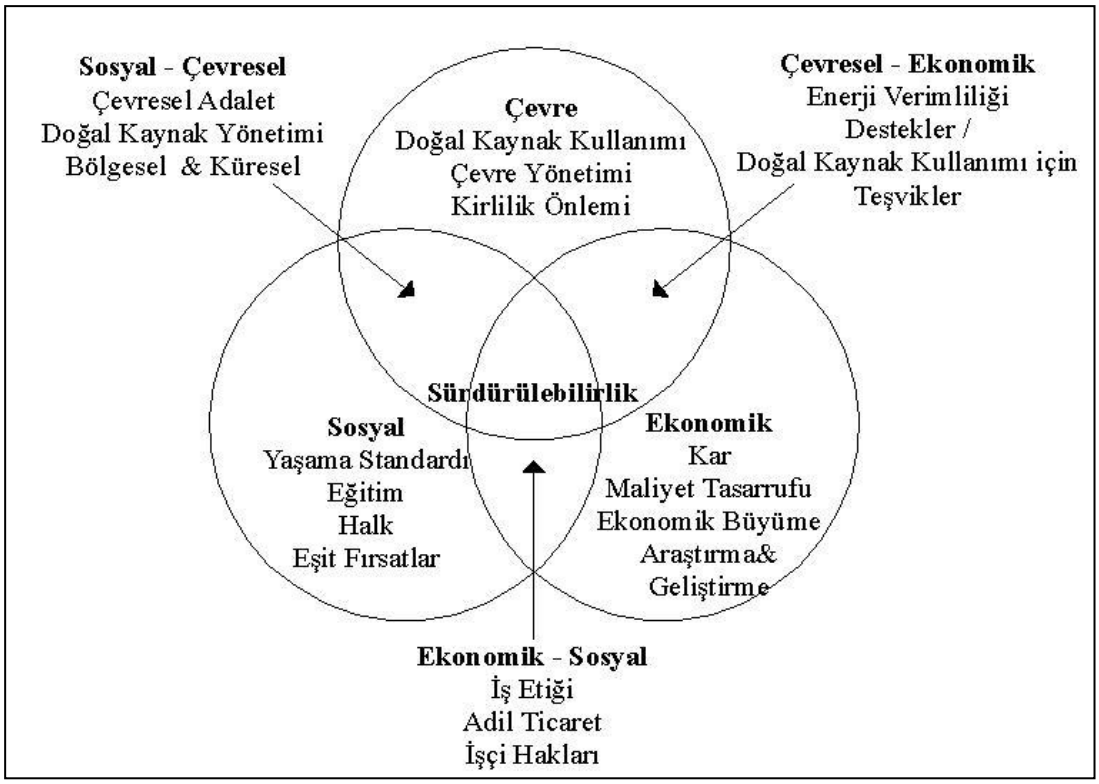
Bu çalışma yapı malzemelerinin özeliklerini ve çevresel etkilerini içermektedir. Bu doğrultuda dünyada kullanılan sürdürülebilir bina değerlendirme sistemleri ve YDD araçları çalışmanın kapsamındadır. Ayrıca çalışma, önerilen sistem dahilinde konuyla ilgili Türkiye' deki yönetmeliklere bağlı olarak belirlenen çevresel etki kategorilerini içermektedir. Çalışmada önerilen sistem, çimento yapı malzemesiyle örneklenmiştir.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada öncelikle sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir mimarlıkla ilgili genel bir değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra çalışmanın konusu olan yapı malzemeleri özelikleri incelenip malzemenin dışsal özeliklerinden yola çıkılarak çevreye olan etkileri irdelenmiştir. Bu etkilerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi açıklanarak dünyada yapı sektörünün çevresel etkileriyle ilgili yapılan çalışmalarla ilgili örnekler incelenmiştir. Çalışmada önerilen sistem Türkiye' ye yönelik olacağı için ülkemizin çevresel durumu istatistiksel verilerle ortaya konmuştur. Bu veriler doğrultusunda Türkiye' nin olanakları ve sınırlamalarıyla şekillenen bir sistem önerilerek bu sistem çimento yapı malzemesi üzerinden örneklenmiştir. Örnek çalışma yapılırken veriler, çimento üreticisi ile bir anket yapılarak elde edilmiştir.

1.5 Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilirlik; doğal sistemlerin sağlığını ve verimliliğini azaltmadan insan ihtiyaçlarını karşılayan bir denge sunar. İnsan nüfusunun, nadir kaynaklara olan talebin ve kirliliğin artmasıyla birlikte sürdürülebilirlik, zamanın dikkat çekici konusu olmuştur [5]. Sürdürülebilirliği çevre, sosyal, ekonomik olmak üzere üç ana alanın kesişimi oluşturur. Şekil 1.1' de ifade edilen bu üç alan kendi arasında da etkileşimdedir.



Şekil 1.1: Sürdürülebilirliğin üç ana alanı [Url-1]

Sürdürülebilir kalkınma; yaşam kalitesini artırarak sosyal, ekonomik ve çevresel koşulları yükseltmek ve böylece insanlara sağlıklı bir çevrede yaşama olanağı sunmak olarak açıklanabilir. Gro Harlem Brundtland' a göre sürdürülebilir kalkınma "*durağan bir kavram olmayıp, aksine, günümüz kadar geleceğin gereksinmeleriyle de uyumlu olmak şartıyla, kaynakların kullanımı, yatırımların yönlenmesi, teknolojik ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda yön değiştirebilen bir gelişme sürecidir"* [6].

Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi üzerine 1972 yılında gerçekleştirilen Stockholm' daki konferans, ilk kez sürdürülen bir kalkınmayı üretmek için doğal yaşamı korumaya olan ihtiyaca ve bunun için uluslararası bir işbirliğine gidilmesine dikkat çekmiştir. Konferansta belirtilen düşünce, sosyal, ekonomik ve kalkınmaya yönelik politika faktörlerini de ele alarak çevresel problemleri çözmeye dayalıdır. Konferansta benimsenen Stockholm bildirisi, ortaklaşa gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından şekillendirilmiştir. Bildiri, çevre koruması ve kalkınmasının uygulanması için pratik tavsiyelere ek olarak onların ilkelerini içerir ve uluslararası sürdürülebilir kalkınma politikasının temel taşlarından biri olarak kabul edilir [Url-1].

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) 1987 yılında ‘Ortak Geleceğimiz’ (Our Common Future) isimli bir rapor hazırladığından beri sürdürülebilir kalkınma tüm milletlerde büyük önem kazanmıştır [2]. ‘Brundtland Raporu’ olarak da bilinen bu raporda kritik küresel çevre problemlerinin, öncelikle güneydeki yoksulluğun ve Kuzey'deki üretimin ve tüketimin sürdürülemeyen örneklerinin sonucu olduğu belirtilmiştir. Rapor, 'sürdürülebilir kalkınma' olarak bilinen kalkınmayı ve çevreyi birleştiren bir strateji ortaya koymuştur. Bu rapora göre sürdürülebilir kalkınma; "*gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilecek kalkınma*" olarak tanımlanmıştır.

1992 yılında Türkiye’nin de içinde olduğu 178 millet, Rio de Janeiro' da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı' nda (UNCED) toplanmıştır. UNCED' de, yoksulluk, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında büyüyen boşluk, çevresel, ekonomik ve sosyal problemler gibi konular için çözümler aranmıştır. Amaç; sürdürülebilir kalkınma için dünya genelinde strateji belirlemektir [Url-1]. Üye ülkeler küresel ısınma ve ozon tabakasının delinmesi gibi sorunlara karşı, küresel ısınmaya neden olan başlıca gazların yayılımlarını azaltmaya yönelik ölçüler koymak, yaşayan yağmur ormanlarını korumak, dünya ekosisteminin biyolojik çeşitliliğini korumak ve sürdürülebilir kalkınma gibi stratejiler geliştirmek üzere anlaşmışlardır [7]. Bu toplantı sonucunda sürdürülebilir kalkınmanın dört ana ölçütü oluşturulmuştur. Bunlar;

- Gündem 21,
- İklim Değişikliği Sözleşmesi,
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi,
- İlkelerin Bildirimi’ dir.

Gündem 21, gelecek yüzyıl için kalkınmanın daha çok sürdürülebilir örneği başarmak adına yapılacak eylemlerin kapsamlı bir programıdır [8]. Gündem 21 her ülkenin yeryüzünün ekolojik dengesinin bozulmasına engel olarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesini öngörmektedir [6].

İklim Değişikliği Sözleşmesi, küresel ısınmaya sebep olan sera gazı salınımlarını azaltmak için ülkeler arasında yapılan anlaşmadır.

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi dünyadaki doğal ortamları ve biyolojik çeşitliliği korumak adına ülkeler arasında yapılan bir anlaşmadır.

İlkelerin Bildirimi dünyadaki ormanların sürdürülebilirliğini, korunmasını ve yönetimini ifade eder.

Basit bir deyişle Gündem 21 çevresel eylemleri; iklim değişikliği çoğunlukla enerji kullanımını; biyolojik çeşitlilik ve orman korunumu ekolojiyi temsil eder [8].

1997 yılındaki Rio + 5 konferansı, UNCED' deki anlaşmaların yerine getirilmesiyle ilgili ilk kapsamlı durum değerlendirmesidir. Bu konferansta, sürdürülebilir kalkınmaya olan bağlılığı kuvvetlendirmek hedeflenerek başarısızlıklar belirlenmiş, başarılar tanınmış, öncelikler belirlenip Rio' da bahsedilmemiş olan problemler görüşülmüştür [Url-1]. Konferansın başlıca amaçları şu biçimde belirlenmiştir:

- "Sürdürülebilir Kalkınma' nın hayata geçirilmesinde önem taşıyan konuları ve başarılı uygulamaları belirlemek.
- Sürdürülebilir Kalkınma' yı ilerletecek formel ve enformel yönetişim ve işletme sistemlerinin kurulması için ortaklıklar sağlamak, gerekli girişimlerde bulunmak ve öneriler geliştirmek.
- Sürdürülebilir Kalkınma' yı her düzeyde uygulamaya koymak için çok yönlü işbirliği çabalarını desteklemek.
- Sürdürülebilir Kalkınma' nın küresel düzeyde yürütülmesi konusunda önerilerde bulunmak.
- Ekonomik küreselleşmenin olumsuz sonuçlarına karşı yerel ve ulusal sürdürülebilirliği desteklemek
- Sivil toplumun örgütlenmesi, yönetim sistemlerinin ve ekonomik girişimlerin yeniden düzenlenmesine yönelik yapısal reformlar konusunda çeşitli girişimlerde bulunmak" [Url-2].

2002 yılında gerçekleşen Johannesburg Konferansı, Birleşmiş Milletler konferanslarının onuncu yıldönümünde yapılmış "genel değerlendirme" nitelikli bir konferanstır. Soyut ve genel nitelikli vaatlerin ötesinde, somut projelerin tartışıldığı ve geliştirildiği bir küresel etkinlik olmuştur. Konferansa özel sektör kuruluşları ve sivil toplum örgütlerinin de etkin bir biçimde katılmasının, sürdürülebilir gelişme yaklaşımının uygulamaya geçirilmesine önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

Sürdürülebilir Gelişme Konferansı'nda iki temel uluslararası belge kabul edilmiştir. Bunlar, "Eylem Planı" ve "Johannesburg Bildirgesi"dir. Bunların yanı sıra, hükümetlerin özel sektör temsilcileri ve sivil toplum örgütleri ile imzaladığı "ortak girişim" metinlerinden de söz edilebilir [Url-2].

1.6 Sürdürülebilir Mimarlık

"*Sürdürülebilir mimarlık içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür*" [6]. Başka bir tanımla sürdürülebilir mimarlık "*Besin ya da kaynak tüketimini en aza indiren mimari tasarıma doğal kaynakların uygunluğunu artırmak için bir yaklaşımdır*" [9]. Bir mimar projelendirme aşamasından itibaren tüm süreçlerde tasarladığı yapının çevresel etkilerini göz önünde bulundurarak karar vermelidir. Bu doğrultuda sürdürülebilir yapı tasarımı belirli kriterlerle yapılmaktadır. Bu kriterler:

- Yapısal varlık oluşturması
- Yaşam kalitesini artırması
- Konforlu ve estetik olması
- Toplumun fakir kesimi için konut mülkiyeti ediniminin sağlanması
- Toplu yapım süreçlerinin desteklenmesi
- Biyolojik çeşitliliği engellememesi
- Çevreye en az etki göstermesi
- Hafif, güvenilir ve sağlıklı olması
- Değişen çevre ve sosyal durumlar karşısında dayanıklı olması
- Yöresel yapım, bakım, onarımı ve güvenli bir şekilde yok edilmesi
- Hizmet ömrü sonunda kolayca geri dönüştürülebilmesi ya da tekrar kullanılabilmesi
- Enerjinin ve malzemenin etkin kullanılması
- Kullanılan malzemelerin güvenli olmasıdır [10,11].

Sürdürülebilir mimarlığın yapılmasında, tüm yaşam döngüsü süreçlerinde çevreyle olan etkisi düşünüldüğünde malzeme önemli bir ölçüttür. Bu ölçütün temel ilkeleri ise şunlardır:

- Yerel malzemeler
- En az çevresel etkiye sahip malzemeler
- Kentsel ısı adası etkisini azaltan malzemeler
- Düşük yayılımlı malzemeler
- Alan çalışmasında enerji tüketimini azaltan ve düşük oluşum enerjili malzemeler
- Alan çalışmasında su tüketimini azaltan ve suyu az kirleten malzemeler
- Dayanıklı malzemeler
- Yenilenebilen kaynaklardan üretilen malzemeler
- İnşaatta kullanmak için yeniden işlenen malzemeler
- En az işlenmiş malzemeler
- Geri dönüşebilen ya da geri dönüşüm potansiyeli olan malzemeler
- Ürün geri alma programları ile üreticilerden alınan malzemeler
- Sertifikalı ahşap kullanımı
- Zehirli kimyasallar ya da yan ürünlerden sakınan malzemeler [10,11,12,13]

1.7 Bölüm Sonucu:

Bu bölümde sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir mimarlık kavramları incelenerek yapı malzemesi ölçeğinde sürdürülebilirlik irdelenmiştir. Bu noktada bir malzemenin sürdürülebilir olduğuna karar verebilmek için onun özeliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda bir sonraki bölümde malzemenin özelikleri incelenecektir.

2. YAPI MALZEMELERİNİN ÖZELİKLERİ VE ÇEVRE ETKİLERİ

Bu bölümde, çalışmanın konusu olan yapı malzemelerinin özeliklerinin incelenerek malzemenin değişmeyen içsel özeliklerinin yanı sıra dış etkenlerle değişen dışsal özelikleri de irdelenerek malzemenin çevreyle olan ilişkisi vurgulanmıştır. Bu noktada malzemelerin hammadde ediniminden yok edilmesine kadar olan süreçlerinde harcadığı hammadde, enerji ve su ile meydana gelen yayılımlar doğrultusunda çevreye olan etkileri de bu bölümde incelenmiştir.

2.1 Yapı Malzemelerinin Özelikleri

"Yapı malzemeleri kendi özelikleri oranında insanın yaşamı için gerekli fiziksel ortamı ve yapının gelecek çağlara devrini sağlayarak yapıyı oluşturan çeşitli elemanlar" olarak tanımlanır [14]. Yapı malzemeleri ve bileşimleri, bir yapının hizmet süresinde istenilen fonksiyonda hizmet vermelidir. Beton, taş, metal gibi bazı malzemeler bunu sağlarken ziftli çatı malzemeleri, boya gibi bazıları ise daha erken sürede hizmet ömrünü doldurabilir [15]. Bu nedenle malzemelerin performansını anlayabilmek için öncelikle onların alt başlıklarda içsel ve dışsal özeliklerini incelemek gerekebilir.

2.1.1 Yapı malzemelerinin içsel özelikleri

Malzemelerin içsel özelikleri malzemenin doğrudan kendi yapısına bağlı özeliklerdir. Bu özelik malzemenin atom yapısına göre değişiklik gösterir, dolayısıyla sabit çevre koşullarında değişiklik göstermez [16]. İçsel özelikler de kendi içinde alt sınıflara ayrılmaktadır:

2.1.1.1 Mekanik özelikler

Mekanik özeliklerin kaynağı atomlar arası bağ kuvvetidir. Bu özelik içyapıya ve çevre koşullarına göre de değişiklik gösterebilir, dış kuvvetlerin etkisiyle malzemede değişiklik meydana gelebilir [16,17]. Basınç ve çekme dayanımı, kayma dayanımı,

burulma dayanımı, süneklik gibi özelikler bir yapı malzemesinin mekanik özelikleridir [15,18].

2.1.1.2 Fiziko-kimyasal özelikler

Malzemenin fiziksel yoğunluk, su emicilik, su geçirimliliği, katı-sıvı-gaz halleri, asit-baz karakterleri, korozyona karşı dayanım gibi özelikler malzemenin fiziko-kimyasal özelikleridir.

2.1.1.3 Isısal özelikler

Malzemenin ısısal özelikleri, malzemenin ısı geçirgenliği ve iletkenliği, ısısal genleşmesi, ısı biriktirme kapasitesi, erime sıcaklığı ve özgül ısısını kapsar. Malzemenin yangına karşı dayanımı da ısısal özelik içinde ele alınır. Isısal enerji emen malzemelerin iç enerjisi artar ve sıcaklığı yükselir. Isısal özelikler malzemenin türüne, içyapıya ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterirler [18].

2.1.1.4 Su ve nem ile ilgili özelikler

Yapı malzemeleri su ile temas etmeleri sonucu bünye yapılarının özeliklerine göre sudan etkilenirler. Bu özelikler, malzemenin içerdiği nem miktarı, hava geçirimliliği, donma mukavemeti, su geçirimliliği gibi özeliklerdir [18].

2.1.1.5 Akustik özelikler

Bir malzemeye çarpan ses dalgaları malzemenin içsel özeliğine göre kısmen yansır, kısmen emilir ve kısmen iletilir. Malzemelerin ses iletimi, ses yansıtma ve yutuculuğu akustik başlığı kapsamındadır [15,18].

2.1.1.6 Işıkla ilgili özelikler

Elektromanyetik dalgalarla malzemelerin etkileşiminin iki yönü vardır. Bunlardan ilki gelen dalgada etkileşme sonucu oluşan değişmelerdir. Bunlar kırılma, yansıma ve emilme şeklinde olabilir. Etkileşimde ikinci yön ise malzemeye çarpan dalgaların çevreye yayacağı radyasyon dalgalarıdır [17]. Bu etkileşimler sonunda malzemenin yapısına göre göstereceği tepki malzemenin ışık ile ilgili özeliğini gösterir.

2.1.2 Yapı malzemelerinin dışsal özelikleri

Bu özelikler malzemenin dışında gelişen olaylarla malzemenin ilişkisini gösterir. Bir tasarımcının seçtiği malzeme, insan hayatına, doğaya, kaynaklara ve dünyanın geleceğine etki eder [15]. Bu nedenle dışsal özelikler de içsel özelikler kadar önem

taşır. Bir malzeme kültürel, çevresel, ekonomik ve toplumsal durumlara göre değişiklik gösterebildiği gibi bu durumlar da malzemeden etkilenebilir. Bir yapı malzemesinin dışsal özelikleri aşağıdaki kategorilerle şekillenebilir:

2.1.2.1 Ekonomik özelikler

Binalar belirli maliyetlerle yapılırlar. Bu maliyeti şekillendiren parametrelerden biri de malzemedir. Yapının inşa edilme maliyeti "yapım maliyeti" ya da "ilk maliyet" tir. Bu maliyet genelde şirketlerin bir yapı için ihaleye girerken hazırladıkları teklif fiyatıdır. LCC (Life Cycle Cost - Yaşam Döngüsü Maliyeti) ve LCA (Life Cycle Assessment - Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi) ise bir kurum ya da mal sahibinin, yapının tüm hizmet ömrü boyunca yapacağı toplam maliyeti hesaplamak için oluşturmak durumunda olduğu, maliyet ve değerlendirme modellerinden biridir. LCC günümüzde hastane, müze, üniversite gibi yapıların sahipleri ya da kullanıcıları tarafından kullanılmaktadır [19].

2.1.2.2 Kültürel özelikler

Bir toplumun, sahip olduğu mimari kültürel değerin bilincinde olması ve buna özen göstermesi o toplumun huzur ve refahında önemli bir rol oynar. Müzelerin, gösteri salonlarının, tarihsel önemi olan yapıların tespitinin yapılarak bu yapıların korunması için zorunlu hükümler getirilmesi iyi bir yönetimin sorumluluklarından biridir. Yapıların savaşlar ya da diğer yıkımsal ekonomik ve sosyal ayaklanmalar sırasında hasar görmesi normaldir. Ancak sosyal ve siyasi istikrar olduğunda, düşüncenin kültürel çizgilerinin üretimin çeşitli biçimleri karşısında geliştirme, değiştirme ve etkileşim şansı vardır. 2. dünya savaşından beri özel yapıların kültürel değerini tanımlayacak araştırmaların geliştirilmesi mimari düşünce için bir şans olmuştur [19]. "Ayrıca, bu yapıların devam eden hizmeti ve yapım sistemlerindeki malzemelerin ölçülebilir değerleri, geçmiş kültürel üretimin mirasında yükselen basamak değeri olan toplumlara sundukları manevi değer ile yüksektir" [19].

2.1.2.3 Toplumsal özelikler

Toplumun mevcut durumu yaşadığı bölgedeki binaların durumundan çıkarılabilir. Öyle ki, toplumsal sağlığın ve refahın bozulmaya başladığı terk edilmiş, bozulmuş ya da eksik malzeme kullanılarak yapılmış yapılardan anlaşılabilir. Yapılar somut nesneler olmalarına karşın, sembolik değerleri bu somutluğun ötesindedir. Bununla beraber yapılar toplumlar hakkında güvenilir veriler sağlayabilirler. Bir toplum eğer

bir yere yatırım yapacaksa oranın geleceğiyle ilgili iyimser bir durum hissederse bu yatırımı gerçekleştirir. Örneğin New York' taki Manhattan' a yapılan büyük yatırımlar oradaki toplumun bu alan için gelecekteki refah beklentisinden kaynaklanmaktadır. Aynı şekilde AB' ye üye olan bir ülkenin AB tarafından kalkındırılacağı düşüncesi bu ülkelere olan yatırımı artırmaktadır. Bunun tersi bir durum Orta-Batı Amerika' da gözlemlenmektedir. Bu bölgedeki gerileme toplumun bölgedeki kültürel ve ekonomik geleceğine duyduğu güvensizlikten kaynaklanır. Örneğin Detroit' de büyük otellerin ve ticari yapıların terk edilmiş olması halkın gelecekte bir Rönesans olmayacağına ve birkaç on yıl önce yapılmış olan çok büyük yatırımların bir işe yaramayacağına inandığını göstermektedir. Zamanında bu yatırımlar büyük oranlarda kaynak tüketmiş olsa da bugünkü için değerleri yoktur [19].

Bu nedenle toplumun beklentileri ve istekleriyle belirlenen dışsal özelikleri malzemenin kendisinden kaynaklanan içsel özeliklerini ortadan kaldırabilecek güçtedir. İçsel ve dışsal özelikler arasındaki bu etkileşim insan eliyle yapılmış olan eserlere soyut anlamda bir değer biçmemizi sağlar [19].

2.1.2.4 Çevresel performans özelikleri

Bu özelikler malzemenin çevreyle olan ilişkisini gösterir. Dolayısıyla çevresel performans özelikleri malzemenin çevresel etkilerini tanımlamak için önemlidir. Bir tasarımcının seçtiği malzeme, insan hayatına, doğaya, kaynaklara ve dünyanın geleceğine etki eder [15]. Yapı malzemelerinin çevresel etkilerini hesaplarken en çok değerlendirilen parametreler enerji, zehirlilik ve geri dönüştürülebilirliktir [19]. Yapı malzemelerinin çevresel performansı kaynak kullanımını kullanışına, çevresel etkilerine, insan sağlığına olan etkilerine, sürdürülebilir alan tasarımını ne kadar desteklediğine ve doğal kaynakları ne kadar koruduğuna göre değişmektedir. Örneğin bir malzemenin oluşum enerjisinin (embodied energy) değeri bölgenin üretim teknolojilerine, taşıma enerji girdisine, yerel yapım uygulamalarına göre değişir [16]. Dolayısıyla çevresel performans özelikleri de bununla beraber değişmektedir. Çünkü oluşum enerjisinin miktarı ne kadar artarsa çevresel etkisi de o kadar artar.

2.2 Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkileri

Bir ürünün yaşam döngüsünün aşamalarında oluşan girdiler (kaynaklar, enerji ve su) ve çıktılar (yayılımlar, atık sular ve katı atıklar) ekosistemlerimizin, dünyamızın ve bizim sağlığımızı etkileyen çeşitli etkilere sebep olur. Bu etkiler inşaat alanlarının çevresindeki biyolojik bölgelerde ve uzak ekosistemlerde kendini gösterir. Her ölçekteki etki birbiriyle ilişkilidir; her yerel faaliyet küresel sonuçlar doğurmaktadır [20,21].

Çakıl ve taş gibi en küçük süreçlerle üretilen malzemelerin ekolojik yükü büyük değildir ancak metal, beton ve plastik gibi uzun süreçli malzemelerin büyük gizli akışları vardır. Bir ürünün ekolojik yükü bir üründeki işlenmemiş malzemeler için geri dönüştürülmüş maddeler kullanılarak azaltılabilir. Şunu da belirtmek gerekir ki; hiç bir yayılım birbiriyle aynı etkiyi vermez. Bir kimyasal maddenin küçük bir yayılımı, başka bir kimyasalın büyük bir yayılımından daha zararlı olabilir.

Atık yönetimi stratejisinin anahtar kelimeleri 'azalt', 'yeniden kullan' ve 'geri dönüştür' dür. Tüketim azaltılarak atık miktarı en aza indirilebilir [24]. Tekrar kullanım en iyi seçenektir. Geri dönüşümdeki gibi tekrar işlemden geçerken ilave aşamalar gerektirmez. Metaller gibi bazı malzemeler birçok kez geri dönüştürülebilir. Çevresel olarak en az tercih edilen yöntem ise katı atık sahalarının kullanılmasıdır. Ancak bu yöntem günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir [24].

2.2.1 Yapı malzemelerinin hava, su ve toprağa etki eden yayılımları

2.2.1.1 Havaya etki eden yayılımlar

Havaya yayılan atıklar; sera gazları, çözünmez parçacıklar, sağlığı tehdit eden, çevreye zarar veren ve özeliklere hasar veren kirlilikler (CAPs- Criteria Air Pollutants) ve tehlikeli hava kirleticileridir (HAPs- Hazardous Air Pollutants). ABD' de EPA (Environmental Protection Agency – Çevre Koruma Ajansı) altı adet kriter hava kirleticisi belirlemiştir. Bunlar: Karbonmonoksit, Kurşun, Azotoksit (çeşitli Azotoksit'lerden bir tanesi), Ozon (UOB – Uçucu Organik Bileşenler' den yayılan), Parçacıklı Madde ve Kükürtdioksittir [Url-3]. Çoğu hareketli yayılımlar özellikleri itibariyle uzaktaki toprak ya da suya ulaşıp ekosistemlere zarar verebilmektedir. Endüstriyel süreçlerden kaynaklanan hava yayılımları enerji için fosil yakıt tüketimine, malzemelerin kimyasal dönüşümüne, işlemlerden kaynaklanan tozlara ve

kötü kokulu gazlara sebebiyet vermektedir. Sera gazlarının kaynakları ve etkileri Çizelge 2.1' de gösterilmektedir [20].

Çizelge 2.1: Sera gazlarının kaynakları ve etkileri [20]

Sera gazı ya da belirtisi	**Ana kaynaklar (Elektrik ve Yapı Malzemesi Üretimiyle İlişkili)**	**Sağlık Etkileri**	**Çevre Etkileri**
Karbondioksit (CO_2) Sera gazı	Fosil yakıtların (petrol, doğalgaz, kömür), katı atıkların, ahşap ürünlerinin yanması ve kirecin dönüşümü gibi kimyasal reaksiyonlar. Ayrıca CO_2 biyolojik karbon döngüsünden dolayı bitkiler tarafından atmosferden emilir.	Küresel iklim değişikliği dışında etkisi yok.	Küresel ısınmaya neden olan sera gazları
Azotdioksit (N_2O) Sera gazı	Hem akışkan hem durağan fosil yakıtların yanmasından çıkar.	Kötü hava kalitesi, akciğer tahribatı ya da solunumla ilgili hastalıklar	Küresel ısınma, toprak ve su kalitesini düşüren asit yağmuru, görüşü azaltan asit aerosollerinin biçimlenmesi, Hem ozon tabakasının hem de atık katı parçacıkların boyutunun incelmesine neden olur.
Florlu Gazlar- Hidrofloro-karbon, Perfloro-karbon, Kükürt hekza florid (SF_6) Yüksek Küresel Isınma Potansiyel	Elektrik enerjisi iletimi, magnezyum üretimi, alüminyum eritme yayılımları, ozon incelten CFC, HCFC, halonlar gibi maddeler için yenilemeler, bazı sentetik polimerler için hammadde olarak HFC-23 ün üretimi	Perflorokarbonlar kalıcı ve biriken bir gazdır. İnsan kanında yükselen bir yoğunlukta bulunabilir ve mesane kanserine sebep olabilir.	Küresel ısınmaya yüksek derecede sebep olur. Perflorokarbonlar çevrede kalıcıdır. SF_6 İklim Değişikliği Hükümetler arası Panelinde (IPPC) en yüksek sera gazı potansiyeli olan gaz olarak belirlenmiştir.
Metan (CH_4) Sera gazı	Kömür, doğalgaz ve petrolün üretimi ve taşınması; demir ve çeliğin üretimi, belediye katı atık alanlarında organik atığın çürümesiyle açığa çıkar. Doğal kaynaklar; bataklık, karınca ve okyanuslardır.	Metan zehirsizdir ancak boğucu olduğu için kapalı alanlarda tehlikelidir. Yüksek derecede yanıcıdır.	Küresel ısınmaya sebep olur.

Çizelge 2.1: Sera gazlarının kaynakları ve etkileri (devamı) [20]

Seragazı ya da belirtisi	**Ana kaynaklar (Elektrik Üretimi ve Yapı Malzemesi Üretimiyle İlişkili)**	**Sağlık Etkileri**	**Çevre Etkileri**
Kükürtdioksit (SO_2) Cap Dolaylı Seragazı	Kükürt içerikli yakıtların, yakılmasından çıkar.	Solunumla ilgili hastalıklara sebep olan dumanın ana bileşenidir ve akciğer hasarına yol açabilir.	Toprak ve su kalitesini düşüren asit yağmuru ve asidifikasyon, görüşü azaltan asit aerosollerin biçimlenmesi. Katı parçacıkların incelmesi
Uçucu Organik Bileşikler (UOB) Dolaylı Seragazı	En büyük enerji ilişkili kaynakları yakıt depolama tanklarından kaçan yayılımlar ve boru hatları, çözücü kullanımı, eksik yanma	Astım gibi kalıcı hastalıklar, göz tahrişi, solunum sistemi hastalıkları. Kanserojen madde	Bitki örtüsüne zarar verir. Azot oksitle reaksiyonu sonucu toprak seviyesinde ozon oluşturur.
Karbonmonoksit (CO) Dolaylı Seragazı	Eksik yanma ürünü. En büyük kaynak taşıtlardır. Bazıları durağan kaynaklardır.	Vücut hücrelerine ve dokulara oksijen taşıyan kanın kapasitesini düşürür. Onarılamayan kardiyovasküler ve akciğer fonksiyonlarına zarar verir.	Sera gazı belirtisidir. Metanın oluşumuna sebep olur.

2.2.1.2 Suya etki eden yayılımlar

Su, bir malzemenin yaşam döngüsünün tüm süreçlerinden etkilenir. Suya olan yayılımlar atık sulardan kaynaklanır ve hava yayılımlarıyla kıyaslandığında nicelik olarak atık yükü daha azdır. Bununla beraber getirdiği çevresel yük ise büyüktür. Malzeme süreçlerine bakıldığında;

- Hammadde edinimi doğal yaşamın bozulmasıyla su kalitesine etki edebilir,
- İşleme ve üretim süreçlerinde su kullanır ve su kütlelerini kirleten atık su meydana gelir,
- Malzemelerin döşenmesiyle inşaat çevresi atık sudan etkilenebilir (örneğin şantiyedeki betonun temizlenirken meydana getirdiği atık su),
- Malzemelerin yok ediliş süreçleri yer altı ve yüzey sularına olumsuz yönde etki edebilir [20].

2.2.1.3 Toprağa etki eden yayılımlar

Yapının yapım ve yıkım aşamalarından kaynaklanan atıklar doğrudan katı atık sahalarına atılarak ya da yakıldıktan sonra katı atık sahalarına atılarak toprağa karışmaktadır. Amerika' da her yıl yaklaşık 136 milyon ton yapım ve yıkım atığı ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların sadece %20-30 u tekrar kullanılmakta ya da geri dönüştürülmektedir [20].

2.2.2 Yapı malzemelerinin çevresel etkileri

Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerindeki girdileri ve çıktıları küresel iklim değişikliği, asidifikasyon, ozon incelmesi, hava kirliliği, fotokimyasal duman, ötrofikasyon, toprak erozyonu, ekolojik zehirlilik, su kaynaklarının tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin kaybolması, doğal yaşam değişimi, insan sağlığının bozulması, fosil yakıt tükenmesi gibi çevresel sorunlara neden olmaktadır.

2.2.2.1 Küresel ısınma

Küresel iklim değişikliği; yeryüzü ikliminin ısı, yağış, rüzgâr ve tüm diğer durumlarında uzun vadeli değişikliği olarak tanımlanır. İklim değişikliği deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, daha şiddetli rüzgârlar, biyoçeşitliliğin azalması, besin zincirinin azalması ve nüfusun yer değiştirmesi ile gezegendeki yaşamın çeşitli durumlarına etki etmektedir. Küresel iklim değişikliğinin bir çeşidi olan küresel ısınma; hava ve okyanusların ortalama sıcaklığının yükselmesidir. Küresel ısınma yeryüzünden enerjinin sıcaklık olarak tekrar yayılmasıyla ve sera gazlarıyla atmosferde emilip tutulmasıyla oluşur. Bu sera gazı etkisi uzaya giden ısı miktarını düşürür ve dünyanın sıcaklığının artmasına sebep olur [20,25].

Sera gazları (GHG-Green House Gasses) karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azotdioksit (N_2O), ozon (O_3), kükürt hekza florid (SF_6), perflorokarbonlar (PFC_S), ve kloroflorokarbonlar (CFC_s) içerir. Bunun dışında doğrudan olmasa da dolaylı şekilde küresel ısınmaya sebep olan gazlar vardır. Bunlar karbonmonoksit (CO), azotoksit (NO_X,) ve metan dışı uçucu organik bileşikler ($NMVOC_S$- Non-Methane Volatile Organic Compounds) dir.

Sera gazı salınımları genellikle yapı malzemelerinin üretiminde gereken fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan yayılımlardan meydana gelir. Örneğin kömür yakımındaki

süreçlerden elde edilen enerjiden dolayı çelik üretiminde oluşum enerjisi çok yüksektir.

2.2.2.2 Asitlenme

Asitlenme yüzey sularında ya da toprakta öncelikli olarak kükürt ve azot bileşenleri gibi asitleşen gazların suda çözülmesi ya da katı parçalara tutunmalarıyla meydana gelir. Bu bileşenler kuru ya da ıslak birikim süreçleri doğrultusunda asit yağmuru şeklinde ekosistemlere ulaşırlar. Asit yağmurunun öncelikli kaynakları fosil yakıt yakımından kaynaklanan kükürtdioksit ve azotoksit, hidroklorik asit, hidrojenflorür yayılımlarıdır [20, 25, 26].

Asit yağmurları ırmakların, akarsuların ve okyanusların pH' ını düşürerek balıklara ve diğer su hayvanlarına zarar verirler. Bu durum su kütlelerinin biyolojik çeşitliliğini düşürür. Toprak biyolojisi de bu durumdan olumsuz etkilenmektedir.

Asit yağmurları ayrıca kireçtaşı, granit, beton ve metaller gibi yapı malzemelerinin aşınmalarını da hızlandırır. Bazı paslanmaz çeliklerin paslanmasına sebep olur.

Avrupa Birliği talimatlarıyla desülfürizasyon (kükürtten arındırma) sistemlerinin kullanımı ve kömür kullanımının azaltılmasıyla 1990 yıllarında Avrupa'daki asit yağmurlarında ciddi bir azalma görülmüştür. Yine de 1999' da yapılan bir ankette Avrupa' daki ağaçların %25' inin asitlenme yüzünden zarara uğradığı anlaşılmıştır [25].

2.2.2.3 Ozon incelmesi

Stratosferin üzerinde ozon tabakası zararlı ışınların dünyaya ulaşmasını engeller. Kloroflorokarbonlar ya da halonlar gibi yapı sektöründe kullanılan ve ozon tüketen maddelerin yayılımları ozon tabakasının inceltip ultraviyole (UV) ışınlarının dünyaya ulaşmasına sebep olmaktadır [25].

2.2.2.4 Fotokimyasal duman

Duman, endüstriyel ve yakıt yayılımlarının zemin seviyesinde tutulan ve güneş ışığıyla tepkisinden sonra dönüşmesiyle sonuçlanan bir çeşit kava kirliliğidir. Örneğin ozon havanın bir bileşenidir ve UOB' in NO_X ile reaksiyonu sonucu meydana gelir. Yapımda kullanılan malzemelerin ve donanımların taşınması, dumandan kaynaklanan yayılımlara sebep olur ve insan sağlığına olumsuz yönde etki eder [20].

2.2.2.5 Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, bitki gelişiminin aşırı uyarılmasına sebep olan azot ve fosfor gibi besin maddelerinin toprağa ya da suya katkısıdır. Tarımsal gübre, kentsel yüzeysel akış, atık su boşaltımı ve erozyon sonucu suyun çok miktarda besin alımı ötrofikasyona neden olur [25].

Ötrofikasyon aslında doğal bir süreçtir, ancak insan aktiviteleriyle hızlandırılır ve bu durum düzenin başkalaşmasına ve ekolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olur. Ayrıca, yosun patlamasına sebebiyet vererek sualtının güneş ışığı alamayarak buradaki bitkilerin ölmelerine sebep olur. Su yosunlarının ölmesi sudaki oksijeni azaltır ve bu durum balıkların ve su hayvanlarının sağlığını etkiler [20,25].

Ötrofikasyon etkileri suyun tadını değiştirerek canlılara etki eder ve yüzme, balık tutma gibi aktiviteleri olumsuz etkiler. 1993' te dünyada yapılan bir araştırmada Asya'daki göllerin %54' ü ötrofiktir. Bu oran Avrupa'da %53, Kuzey Amerika'da %48, Güney Amerika'da %41 ve Afrika'da %28 dir [20].

2.2.2.6 Ormansızlaşma, çölleşme ve toprak erozyonu

Ormanların dünyanın toplam biyolojik çeşitliliğinin yarısını oluşturduğu düşünülmektedir. Bununla beraber her saniyede dünyada iki yağmur ormanı alanı yok olmakta, ılıman kuşak ormanları her yıl 4 milyon hektar alan kaybetmektedir [25]. Ormansızlaşma, ormanların büyük ölçekli yok edilmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, küresel ısınma, toprak erozyonu ve çölleşme gibi olumsuz çevresel etkilere sebep olur. Ormansızlaşmaya; yoksulluk, ekonomik gelişme, hükümet politikaları, teknolojik gelişme ve kültürel faktörler sebep olmaktadır. Ormanlık alan; tarım, maden, yeni binaların ya da yolların yapımı için temizlendiğinde ya da ağaçlar kereste ya da yakıt için kesildiğinde meydana gelir.

Ormanlar ortadan kaldırıldığında karbon tutma, doğal yaşam, erozyon kontrolü ve su döngüsünün düzeni gibi ekolojik hizmetler sağlayamazlar [20].

Küresel ölçekte ormansızlaşma toprağın albedosuna (güneş ışınlarını yansıtma oranına), yüzey sıcaklığına, suyun buharlaşmasına ve yağış düzenine etki eder [25].

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, doğal ormanlarını ortadan kaldırma toprağın rüzgar, erozyon, tuzlanma ve toprağın neminin çabuk buharlaşması, bütün bunlar biyolojik çeşitlilik ve doğal hayatı değiştirir. Çölleşme 250 milyon insanı etkilemektedir ve 1

milyar üzerindeki insanı etkilemesi de muhtemeldir. Dünya topraklarının %40ı çölleşmeye elverişli kuru alanlardır [20].

2.2.2.7 Ekolojik zehirlilik

Üretim süreçlerinde fosil yakıt yanması ve zehirli tarım ilaçlarının çevreye doğrudan uygulanması sonucunda çıkan yan ürünler gibi zehirli malzemeler ekosistemlere yayılabilir [26]. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen maddeler –ki bu maddeler hayvan ve bitkiler için de zararlı olabilir- ekosistem üzerinde olası etkiler ve biyoçeşitliliğin kaybına da sebep olur [20].

2.2.2.8 Su kaynaklarının tükenmesi

İnsan faaliyetleri ve toprak kullanımları sonucunda su kaynaklarının yeraltı suyu rezervlerinin sınırı aşan kullanım oranları ve yer altı su tabakasının (akufer) yeniden doldurulmasına engel olan eylemler doğrultusunda su kaynakları tükenmektedir. Su kaynaklarının tüketimiyle; su döngüleri bozulur, kirlilikleri seyreltmek için mevcut su ve insanların günlük kullanımı için gereken su azalır, bitki ve hayvan toplulukları için gereken su kaynakları azalır [20].

2.2.2.9 Biyolojik çeşitliliğin kaybolması

Biyoçeşitlilik, 1992 BM Dünya Zirvesi'nde "*suda yaşayan canlılara ilaveten karasal, denizsel ve diğer su organizmalarını içeren tüm yaşayan organizmalar ve parçaları oldukları ekolojik kompleksler arasındaki değişkenliktir: Biyoçeşitlilik, canlı türleri içinde ve birbirleri arasındaki ve ekosistemlerdeki çeşitliliği içerir*" şeklinde tanımlanmıştır [20].

Ekosistemlerin biyoçeşitliliği atmosferin kimyasallarını ve su rezervlerini düzenlemede, besinleri geri dönüştürmede ve verimli toprakları geliştirmede büyük rol oynar. Biyoçeşitlilik hastalıkların yayılımını kontrol eder, insanlar için yiyecek ve ilaç sağlar ve lif, boya, reçine, yapıştırıcı, kauçuk, lastik ve yağ gibi endüstriyel malzemeler için kaynaklar sağlar.

Küresel iklim değişikliği, ormanların ve doğal ortamların tahribatı ile hava, su ve toprak kirliliği geçen birkaç yüzyıldır biyolojik çeşitlilik kaybına sebep olmuştur. Binyıllık Ekosistem Değerlendirmesi (MEA- Millennium Ecosystem Assessment), soy tükenme oranlarının fosil kalıntıların çeşitlilik oranlarından 100 kat daha büyük olduğunu belirtmiştir [20].

Su ve toprak kaynaklarını koruma ve düzenleme, besin birikimi ve zinciri, kirliliği azaltma, gıda, tıbbi kaynaklar, ahşap ürünleri, su doğal ortamı ve bunun gibi birçok eylem gibi çeşitli hizmetler ve kaynaklar sunan ekosistemlerin çeşitliliği gerekliliğinden dolayı insanlık için önemlidir. Eğer biyolojik çeşitlilik ortadan kalkarsa insan teknolojisiyle tekrar elde edilemez [25].

2.2.2.10 Doğal yaşamın değişimi

Doğal ortamlar, insan faaliyetlerinin sebep olduğu değişimle başkalaşmış ya da yok olmuştur. Doğal ortam başkalaşımı yapı malzemelerinin üretimi için malzemelerin madencilik ve hasatından doğan bir sonuçtur. Doğal ortam başkalaşımı su niceliği ya da niteliği gibi çevresel koşulları değiştiren endüstriyel süreçlerden kaynaklanan hava, su ve toprak yayılımlarının sonucu olarak meydana gelir. Doğal başkalaşımın değişmesi ekosistem fonksiyonunda değişikliklere ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olur [20].

2.2.2.11 İnsan sağlığının bozulması

Olumsuz insan sağlığı etkileri, hem insan yapımı hem de doğal oluşan zehirli maddelerin açığa çıkmasıyla oluşur. Bu maddelerin çoğu plastik, metal, çözücü ve yapıştırıcıların üretim, kullanma ya da yok edilişinden kaynaklanır. Hammadde çıkarımından kalan bazı maden artıkları doğal ortamları ve havzaları kirletir. Zararlı kimyasallar üretim ve işleme süreçlerinde suya yayılabilir ve içilebilen su rezervlerine karışabilir. Bazı üretim süreçleri çalışan sağlığını riske atabilir. Ayrıca kullanım sürecinde zift dolgu gibi malzemeler temasla insan sağlığını etkileyebilir. Yaygın kullanılan yapıştırıcılar, boyalar, derzler ve bakım ürünleri zararlı kimyasallar ve UOB' ler içerebilirler [20].

2.2.2.12 Fosil yakıtların tükenmesi

Fosil yakıtlar, endüstrileşmiş dünya için ilk sıradaki enerji kaynağıdır. Bu yakıtların yenilenmesi milyon yıllar aldığı için yenilenemeyen kaynak sayılmaktadırlar. Rezervleri azaldığı için, çıkarma ve arıtma bedellerinin artacağı düşünülmektedir [26]. Fosil yakıtlar, bir ürünün yaşam döngüsü boyunca hammadde çıkarımında, taşımada, yapımda ve bakımda kullanılacak araçları çalıştırmada; elektrik için, endüstriyel süreçlerde ısı ve güç üretmek için, makinaları çalıştırmak için ve plastik, çözücü ya da diğer sentetik polimerlerin üretimi için hammadde olarak kullanılır.

Endüstri sektöründe fosil yakıtların maliyetleri ve elektriğin kazanımı yükseldiği için bazı üreticiler güneş, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerji gibi alternatif enerji kaynaklarını araştırmaktadırlar [20].

2.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde yapılan literatür araştırmasıyla yapı malzemelerinin özeliklerinden dolayı havaya, suya ve toprağa yayılan yayılımları sonucunda bir çok çevresel etkiye sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber farklı özeliklere sahip malzemelerin farklı çevresel etkilere sebep olacağı, bu nedenle her malzemenin ayrı ele alınması gerektiği bilinmelidir.

3. YAPI MALZEMELERİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD) YÖNTEMİ

Bu bölümde yapı malzemelerinin hammadde edinimi; üretim; kullanım, bakım ve onarım; geri dönüşüm, yeniden kullanım ve yok etme süreçlerinde meydana gelen ve bir önceki bölümde belirtilen çevresel etkilerini değerlendirmek için dünyada ortak bir dil olarak kullanılan ISO 14040 – Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi irdelenmiştir. Bu doğrultuda yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçleri tanımlanarak bir yapı malzemesi seçerken bu süreçler göz önünde bulundurulduğunda dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

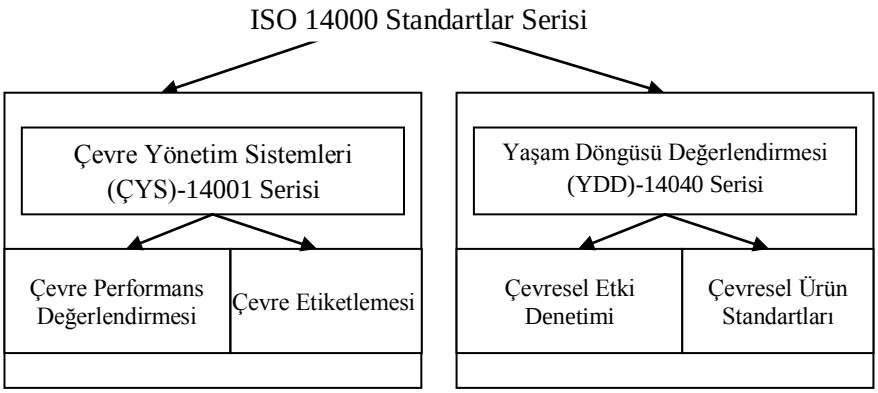
3.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Kavramı

Değişik sistemlerin çevresel duruma ilgisinin artmasıyla çevresel etkileri değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler, araçlar ve göstergeler geliştirilmiştir. Bunlara örnek olarak; Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA - Life Cycle Assessment), Stratejik Çevre Değerlendirmesi (SEA - Strategic Environmental Assessment), Çevresel Etki Değerlendirmesi (EIA - Environmental Impact Assessment), Çevresel Risk Değerlendirmesi (ERA - Environmental Risk Assessment), Maliyet - Fayda Analizi (CBA - Cost-Benefit Analysis), Malzeme Akış Analizi (MFA - Material Flow Analysis) ve Ekolojik Ayakizi (Ecological Footprint) verilebilir [27]. Bu tez çalışmasında ise YDD (Yaşam döngüsü değerlendirmesi) irdelenecektir.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) Çevre Yönetim Sistemi Standartlar dizisi olan ISO 14000’ in standartlarından biridir. ISO 14000’ i oluşturan standartlar işlevsel olarak Şekil 3.1’ deki gibi düzenlenmiştir:

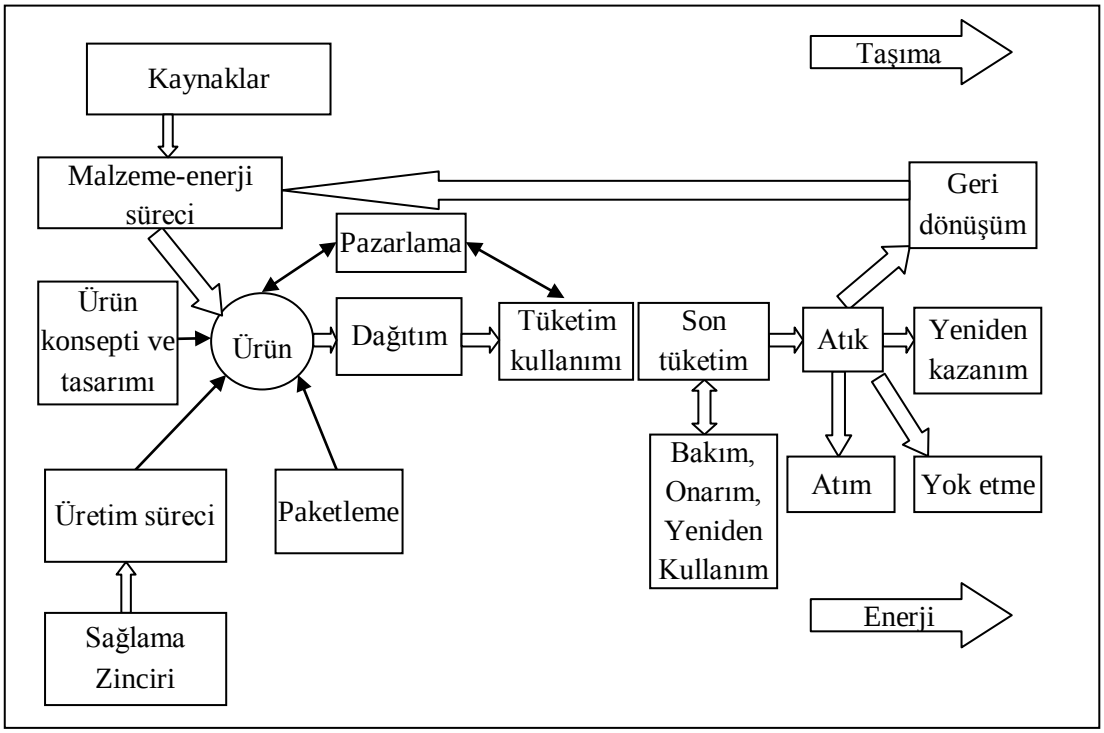
- Çevre Yönetim Sistemleri: 14001, 14002, 14004
- Çevre Denetimi: 14010, 14011, 14012
- Çevresel Performans Değerlendirmesi: 14031
- Eko-etiketleme: 14020, 14021, 14022, 14023, 14024, 14025

- Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi: 14040, 14041, 14042, 14043 [Url-4].



Şekil 3.1: ISO 14000 serisi standartları [7]

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), bir ürünün başından sonuna yani hammadde çıkarımından üretimine, kullanımına, ömrünü tüketmesine varsa geri dönüşüm ve yok oluşuna kadar, yaşam döngüsünde çevresel durumunu ve olası çevresel etkilerini (kaynak kullanımı ve yayılımların çevresel sonuçlarını) irdeler. Şekil 3.2' de malzemelerin yaşam döngüsü süreçlerinin birbiriyle ilişkisi görülmektedir [Url-5].



Şekil 3.2: Bir ürünün şematik yaşam döngüsü [Url-5]

YDD harcanan enerjinin, atık oluşumunun ve uzaklaştırılmasının, doğal kaynakların kullanımının ve tüketiminin miktarını ölçer. Bu değerlendirmeler ürünün beşikten mezara (cradle to grave) kadar olan sürecinde incelerken kapsam araştırmacı tarafından sınırlandırılabilmektedir. YDD yinelemeli bir teknik olup YDD' nin her aşaması diğer aşamalarının sonuçlarını kullanır. Yani bu aşamaları birbirinden ayrı düşünmemek gerekir. Bu yinelemeli yaklaşım çalışmanın ve sonuçların kapsamlı ve tutarlı olmasını sağlar [28].

YDD,

- Ürünlerin yaşam döngülerinin çeşitli noktalarında çevresel performanslarını geliştirmek için imkanları desteklemede,
- Endüstri, devlet, toplum örgütlerinin karar-vericilerine bilgi vermede,
- Çevresel performansların ölçüm tekniklerini içeren göstergeleriyle ilgili seçimde,
- Pazarlamada (eko-etiket planının uygulanması, çevresel bir iddianın oluşumu, çevresel ürün bildirimi üretimi) destek sağlar [2].

Yaşam döngüsü değerlendirmesi yeni bir fikir değildir. İlk olarak 1960larda çevre ve enerji konularına uygulanan yaşam döngüsü değerlendirmesi son yıllarda birçok sebepten dolayı önem kazanmıştır. Bu sebepler:

- Geçmişteki çoğu çevresel program kirliliğin sudan havaya ya da havadan katı atığa taşınmasını belirtmiştir. Ancak çevresel problemleri çözmede artık daha bütünsel çözümler gerekmektedir.
- Kirlilik önlemiyle ilgili son vurgular endüstri ve hükümetleri ürünlerin tüm yaşam döngülerinde üretim süreçlerinin hem işlem öncesi hem işlem sonrası sonuçlarına yönlendirmiştir. Bazı şirketler kullanımda daha güvenilir ürünler aramakta ve ürün işlem sonrası güvenilir kullanımı desteklemek için ürün yönetim fikirlerini kendi müşterileriyle ilişkilerine entegre etmektedirler.
- Şirketler ve bütün endüstriler 'yeşil pazarlama' nın avantajlarını gördükleri için; yaşam döngüsü değerlendirmesi bir ürün ya da malzemenin çevresel üstünlüğünü kanıtlamak için artarak kullanılmaktadır.
- Çeşitli ülkelerdeki çevresel etiketleme programlarını yerine getirmek için çabalar, bu programlara destek veren bilgiyi edinme ve analiz etmede bir araç olan yaşam döngüsü değerlendirmesine olan ilgiyi artırmıştır [29].

YDD' nin etkileri özet olarak ve dengeli bir biçimde sunan bütünsel bir yaklaşımı vardır. Örneğin enerji YDD' de bir faktördür; ancak tek kaynak faktörü değildir. Enerji başlığı altında hem üretim aşamasındaki oluşum enerji hem kullanım aşamasındaki enerji hem de yok etme aşamasında ortaya çıkacak enerji vardır. YDD' nin ilkesi yapı tasarımından kaynaklanan kötü etkileri azaltmak, geri dönüşümü artırmak ve en az ekolojik tahribata neden olan malzemeleri seçmek ve bunun sonucunda kaynak etkilerini azaltarak çeşitliliği artırmaktır. YDD insan faaliyetlerini doğayla uyumlu hale getirmeyi amaçlar [8].

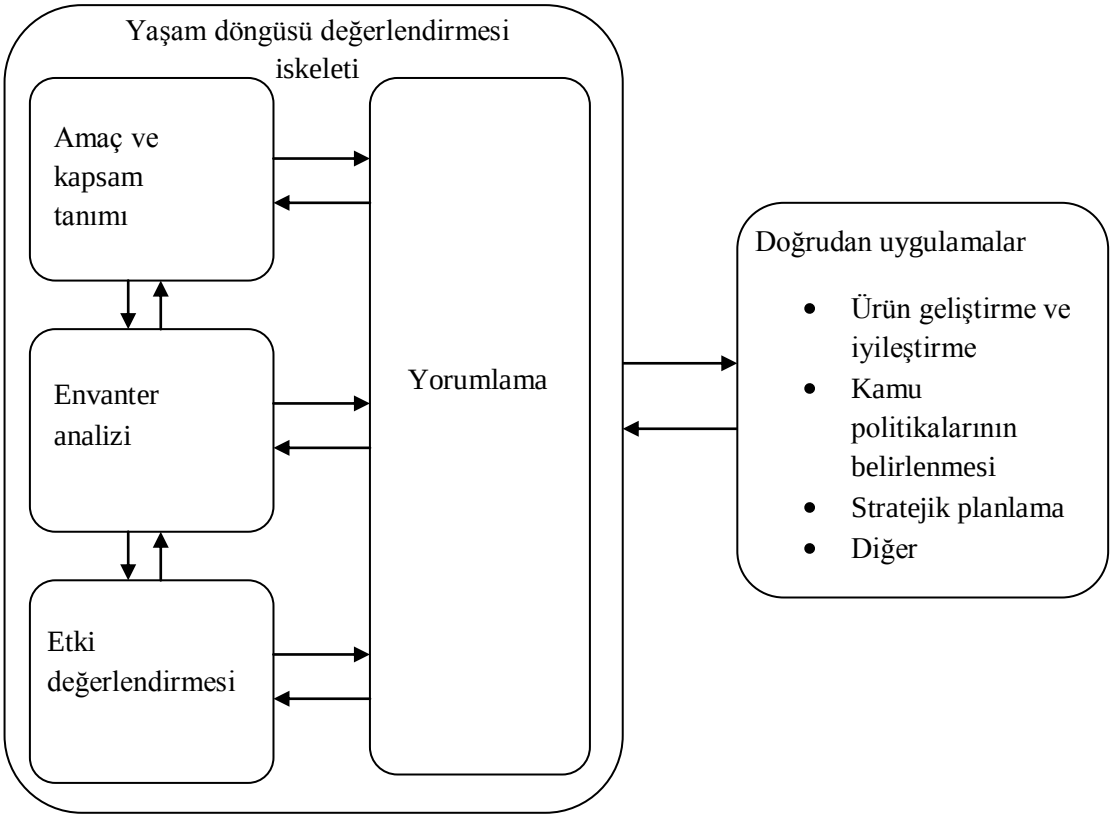
Günümüzde kabul edilmiş tek bir YDD yöntemi yoktur. Çevre Koruma Ajansı (EPA), Amerikan Test ve Malzemeler Topluluğu (ASTM), Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) ve Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO) kurumlarının her biri YDD' yi geliştirmek için çalışmaktadır. Bununla beraber YDD' nin sürdürülebilirlik için yararlı ve önemli bir yöntem olduğu kabul edilmektedir [30].

3.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Aşamaları

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin 4 aşaması vardır. Bunlar;

- Amaç ve kapsam aşaması
- Envanter analizi aşaması
- Etki değerlendirmesi aşaması
- Yorumlama aşaması' dır [31].

Şekil 3.3' te Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamalarının birbirleriyle olan ilişkisi görülmektedir [31].



Şekil 3.3: Yaşam döngüsü değerlendirmesinin aşamalarının birbirleriyle olan ilişkisi [31]

3.2.1 Amaç ve kapsam aşaması

Amaç ve kapsam aşaması, çalışmanın konusunu ve sınırlamalarını içerir. Bu aşama çalışmanın kimin için ve neden yapıldığına cevap vermelidir. Kapsam yeterince açıkça anlatılmalı ve çalışmanın derinliği, detayları amaçla uyumlu olmalıdır. Kapsam, çalışılan ürün sistemini, ürün sisteminin fonksiyonunu, fonksiyonel birimi, sistem sınırlarını, ayırma yöntemlerini, seçilen etki kategorilerini ve etki değerlendirmesi yöntemlerini, veri gereksinimlerini, tahminleri, sınırlamaları, ilk veri kalitesi gereksinimlerini, çalışma için gereken raporun tip ve formatını içermelidir. [29,30]

Amaç ve kapsam bazı alt başlıklarda incelebilir:

- Fonksiyon: Bir sistem, birtakım fonksiyonlara sahiptir ve bu fonksiyonlardan bir ya da birkaçı YDD' nin amaç ve kapsamına bağlı olarak seçilir Fonksiyonel Birim: Ürünlerin geliştirdiği fonksiyonların nicel ölçüsü 'fonksiyonel birim' olarak tanımlanır [27].
- Referans Akışları: Fonksiyonel birimin esas amacı, girdi ya da çıktıların ilgili olduğu bir referans belirlemektir. Bu referans YDD sonuçlarını

karşılaştırabilmek için gereklidir. YDD sonuçlarını karşılaştırmak, değişik sistemler değerlendirildiğinde doğru sonuç vermeyebilir, bu nedenle emin olmak için benzer öğeler karşılaştırılmalıdır. Her ürün sisteminde tasarlanan fonksiyonu tamamlamak için referans akışını belirlemek önemlidir. Örneğin; fonksiyonu tamamlamak için ürünün miktarı gereklidir [29].

"Örneğin, ellerin kurulanması fonksiyonunda, kağıt havlu ve hava üfleme ile kurutma sisteminin her ikisi de incelenir. Seçilen fonksiyonel birim, her iki sistemde de kurutulan aynı sayıdaki el çiftleri cinsinden ifade edilebilir. Her bir sistem için, sırasıyla her bir el çiftinin kurutulması için gerekli ortalama kağıt kütlesi veya ortalama sıcak hava hacmi gibi referans akışı belirlemek mümkündür. Her iki sistem için de, referans akışlara dayalı olarak girdilerin ve çıktıların bir envanterini toplamak mümkündür. Basit yaklaşımla, yani kağıt havlu kullanılması durumunda, envanter toplanması tüketilen kağıtla ilgilidir. Hava ile kurutma durumunda ise, bu durum, elleri kurutmak için gerekli sıcak havanın kütlesiyle ilgilidir" [28].

- Sistem Sınırlamaları: Sistemdeki birim süreçleri tanımlar. YDD, fiziksel sistemlerin anahtar öğelerini tanımlayan modeller gibi ürün sistemlerini tanımlayarak yürütülür. Birçok yaşam döngüsü aşamasında birim süreçler ve akışlar dikkate alınmalıdır. Bunlar:
    - Hammadde temini
    - Ana süreçlerdeki girdiler çıktılar
    - Dağıtım, taşıma
    - Yakıt, ısı ve elektriğin üretim ve kullanımı
    - Ürünlerin kullanım ve bakımı
    - Ürünlerin ve süreç atıklarının yok edilişi
    - Ürünlerin yeniden kullanılması
    - İkincil malzemelerin yeniden üretilmesi
    - Ana ünitelerin üretimi, bakımı ve devreden çıkarılması
    - Aydınlatma ve ısıtma gibi ilâve işlemler [31].
- Veri Niteliği Gereksinimleri: Veri niteliği çalışmanın güvenilirliği için önemlidir [31].

3.2.2 Yaşam döngüsü envanter analizi aşaması

Envanter analizi, veriyi toplar ve bir ürün sistemindeki girdi ve çıktıların miktarını ölçer. Bu veriler; enerji girdileri, hammadde girdisi, ikincil girdiler, diğer fiziksel girdiler, ürünler, ortak ürünler, atıklar, hava yayılımları, suya ve toprağa giden akıntılar ve diğer çevresel durumlardır. Bir malzeme ya da ürün hem doğa hem endüstriden gelen birçok girdiyle çoklu birim süreçlerle üretilmektedir. Bu süreçler doğaya çeşitli atıklar olarak geri döner. Girdiler hammaddeler, işlenmemiş ya da geri dönüştürülmüş kaynaklar, enerji ve sudur. Çıktılar ise "atık" olarak değerlendirilir ve bunlar havaya, suya, toprağa karışan yayılımlar ve diğer atıklardır. Ara ürün ve son ürün de atık olarak kabul edilmektedir [20]. Bir ürünün malzeme akışı iki türlüdür; doğrudan ve dolaylı akış. Doğrudan akışlar malzeme analizlerinde hesaplanan yakıt, maden, metal ya da sudur. Dolaylı akışlar ise doğrudan akıştan oldukça büyük olan ve ülke ekonomisine girmeyen toprak erozyonu, maden filizi atığı, havaya, suya, toprağa olan yayılımlar ve akıntılardır [20].

3.2.2.1 Yapı malzemelerinin girdileri

Yeryüzü kaynakları genellikle 'yenilenebilir' ya da 'yenilenemeyen' olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilen kaynaklar düzenli olarak hasat edilen ve canlanan kaynaklardır. Bu kaynaklar üretim ve bakım için uygun koşullar sağlandığı sürece yenilenebilir olmaya devam edeceklerdir. Ozon tabakasının incelmesi, yenilenebilen kaynaklar için uygun koşulların zamanla değişebileceğine iyi bir örnektir [21].

Yenilenemeyen kaynaklar ise hasatla kendini yenileyemeyen ya da kendini çok uzun zamanlarda yenileyebilen kaynaklardır. Bu kaynakların çoğu sınırlıdır; örneğin metaller ve petrol bitmek üzereyken bazı bölgelerde kum ve çakıl azalmaya başlamıştır. Ayrıca yanlış temin yöntemlerinden dolayı yenilenebilen kaynak olan ahşap bazı ülkelerde giderek azalmaktadır [21]. Üretilen malzemelerin sadece %5' i yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır [20]. Çizelge 3.1' de bazı hammaddelerin dünya genelindeki rezerv durumu verilmiştir [23].

Çizelge 3.1: Bazı hammaddelerin dünyadaki rezerv durumu [23]

Hammadde	İstatistiksel Rezerv (Yıl)
Maden	
1. Agrega (kum, çakıl)	Çok geniş
2. Arsenik	21
3. Boksit	220
4. Borik tuzu	295
5. Kadmiyum	27
6. Krom	105
7. Kil, pişmiş ürünler için	Çok geniş
8. Bakır	36
9. Toprak, mühürlü (earth, stamped)	Çok geniş
10. Altın	22
11. Alçıtaşı	Çok geniş
12. Demir	119
13. Kurşun	20
14. Kireç	Çok geniş
15. Kaya tuzu	Çok geniş
16. Nikel	55
17. Perlit	Çok geniş
18. Kuartz	Çok geniş
19. Çakmaktaşı	Çok geniş
20. Taş	Çok geniş
21. Sülfür	24
22. Kalay	28
23. Titanyum	70
24. Çinko	21
Fosil	
25. Karbon	390
26. Doğalgaz	60
27. Petrol	40

- **Hammadde Girdisi**

Yapı endüstrisi dünyada yemek üretiminden sonra en büyük hammadde tüketicisidir [22]. Her yıl dünya genelinde üç milyon tondan fazla hammadde yapı malzeme ve ürünü üretmek için kullanılmaktadır ve bu rakam toplam küresel ekonomi akışının yaklaşık %40 -50' sidir [20].

Malzemelerle ilgili çoğu çevresel etki malzemelerin çok erken süreçlerinde; son ürünü elde etmek için hammaddeleri hasat ederken ya da maden olarak çıkarırken meydana gelmektedir. Hammadde temini sırasında doğal ortamlar genellikle yok edilir ve çevredeki ekosistemler bu süreçte oluşan atıkların havaya, toprağa, suya yaydıkları kirlilikle etkilenmektedirler. Orman kesimiyle meydana gelen toprak erozyonu bitkisel toprağın (humus) kaybolmasına ve akarsu yataklarının tortulaşmasıyla sonuçlanabilir. Çakıl madenciliği ve taş ocakçılığı doğal ortamları fotosentez süreçlerini engelleyerek, bitki örtüsüne toz bırakarak doğrudan ya da dolaylı bir şekilde etkileyebilir [20].

- **Enerji Girdisi**

Diğer bir kaynak olan enerji ise yenilenemeyen enerji (fosil yakıtlar; kömür, petrol, doğal gaz, bitümlü şist, nükleer fisyon ya da füzyona elverişli) ve yenilenebilir enerji (hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş, biokütle, dalga, hidrojen enerjisi) olarak ayrılmaktadır [22].

Yakıt tipi enerji kullanımından kaynaklanan çevresel etkilerin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür. Örneğin enerji için kömür kullanan üretim sektörü doğalgaz kullanana göre çok daha fazla etki gösterir. Bununla beraber yükselen doğalgaz fiyatlarından dolayı kömür kullanımı doğalgaza nazaran daha yaygındır [20]. Bugünkü tahminlerde 40-60 yıl için yeterli miktarda doğalgaz ve petrol vardır. Kömür rezervleri, asit yağmurları ve karbondioksit yayılımından dolayı 1000 yıl kadar kullanılabilecektir. Çevrecilere göre kömürün alternatif enerji kaynağı olarak kullanılması büyük bir ekolojik krize neden olabilir. Bu nedenle ya uranyum ve toryum kullanarak nükleer güç korunmalı ya da güneş, rüzgar, suyla elde edilen yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Bununla beraber nükleer enerjiyle ilgili ciddi riskler ve atık problemleri vardır. Yenilenebilir enerji kaynakları güvenlidir ancak bu kaynaklardan yararlanmak zordur. Son yılların büyük sorunu olan sera gazı salınımlarının ana kaynağı da fosil yakıtlarla üretilen enerjidir [23].

Bir malzemenin tüm süreçlerinde kullanılan toplam enerjiye "oluşum enerjisi" denmektedir. Toplam enerji; yakıtın çeşidinin (kömür, petrol, doğalgaz), temin ve süreçler için gereken enerji miktarının, dönüşüm ve taşıma sırasındaki enerjinin toplamıdır. Bir ürün birden fazla malzemeden yapıldıysa o ürünün oluşum enerjisi içerdiği malzemelerin oluşum enerjilerinin toplamıdır. Örneğin; çelik-ahşap bir bankın oluşum enerjisi hesaplanırken hem çeliğin hem ahşabın oluşum enerji girdileri hesaba katılmalıdır. Bir ürünün oluşum enerjisini hesaplamak değişen kriterlere göre farklılık göstermektedir. Bu kriterler; bölgesel ve ulusal durumlar, üretim süreçleri, malzemedeki geri dönüşüm içeriği, enerji kaynakları ve çalışma parametreleri (ham madde aşamasından fabrika aşamasına, fabrika aşamasından fabrika aşamasına) olarak sıralanabilir [20,24].

Yapı endüstrisinin üretim sürecinde enerji kullanımı;

- Merkezi olmayan üretim (tek bir noktada yapılan üretim yerine yerel üretim) ile daha az taşımacılık yaparak ve yerel malzemeler üreterek,
- Enerji kaynaklarını yüksek verimlilikle kullanarak,
- Elektrik santralleriyle kullanıcı arasındaki mesafenin azaltılmasıyla dağıtım hattındaki enerji miktarı azaltılarak,
- Çelik endüstrisinde açık maden eritme ocağından ark ocağına geçiş ya da çimento yakımında geleneksel dönme ocaklardan bacalı ocaklara geçiş gibi gelişmiş üretim teknikleriyle üretim yapılarak azaltılabilir.

Yapım sürecinde ise;

- Az taşımacılık gerektiren yerel malzemeler kullanarak
- Düşük oluşum enerjili ve dayanıklı yapı malzemelerine öncelik vererek
- Beton yerine tuğla gibi çabuk kuruyan malzemelerin seçilip yapının doğal olarak kurumasına izin vererek
- Çoğu yapı malzemesinin üretim aşamasında çok miktarda enerji harcadığını göz önünde bulundurup tekrar kullanılabilen ya da geri dönüştürülebilen malzeme seçerek enerji kullanımı azaltılabilir [23].

3.2.2.2 Yapı malzemelerinin çıktıları - atık

Kaynakların aşırı tüketimi atık üretimini beraberinde getirmiştir. Atık; malzemenin yaşam döngüsünün tüm süreçlerinde oluşan insan ve çevre sağlığına etki eden bir çıktıdır. Atık; gaz, sıvı ya da katı halde olabilir ve hava, su ya da toprağa yayılabilir;

kontrollü yok edilebilir ya da diğer süreçler için geri dönüştürülebilir. Dünya Kaynak Enstitüsü (WRI) sanayi ekonomisine giren yıllık kaynak girdilerinin yarımla üç çeyreğe (3/4)' e kadar olan kısmının doğaya bir yıl içinde geri döndüğünü belirtmiştir [20].

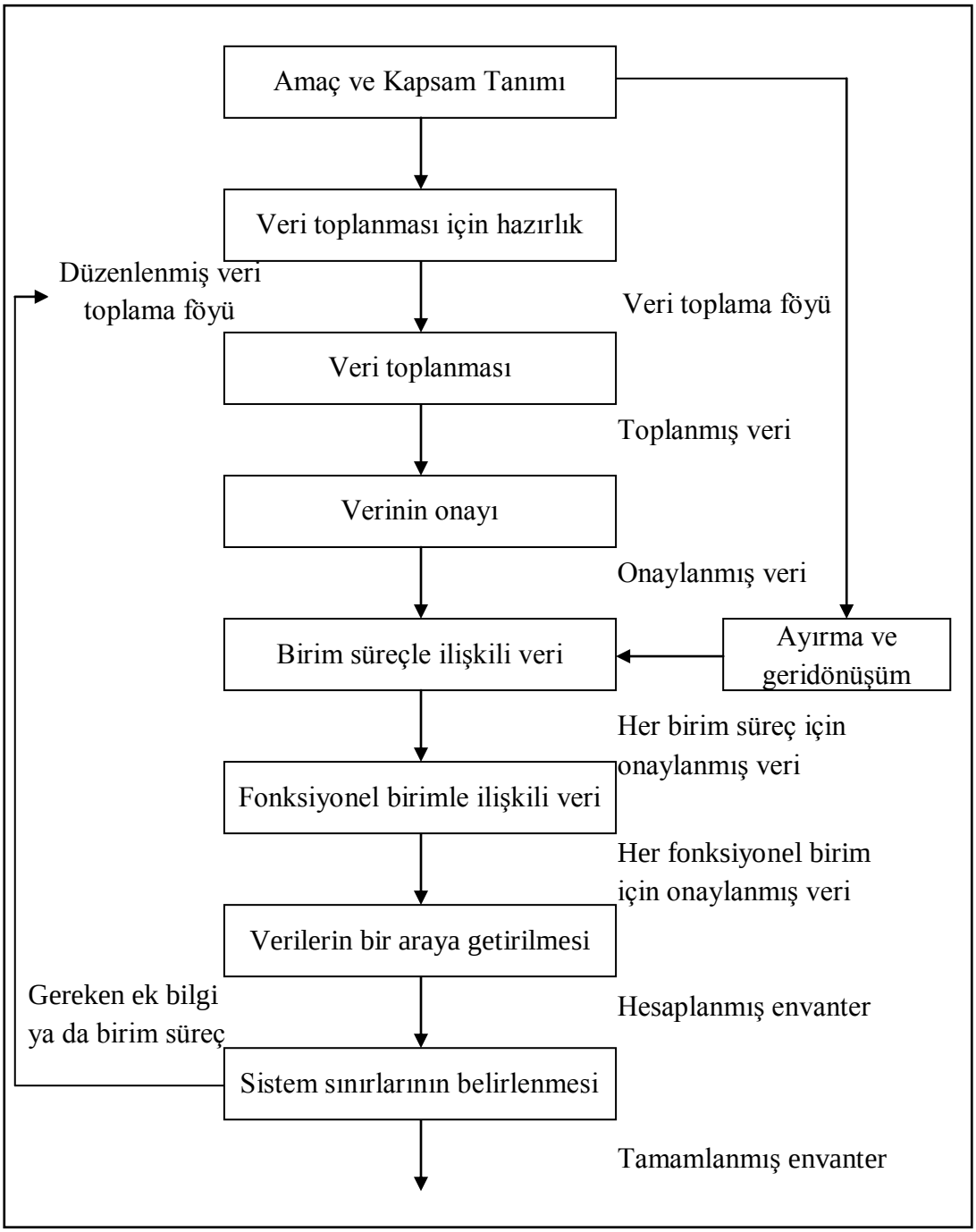
Atmosfer, endüstriyel atıklar için en büyük boşaltım alanıdır. Atığın %68'i havaya, %22'si toprağa %1'inden azı suya karışmaktadır; %10'u eksik bilgiden dolayı bilinmemektedir [20].

Malzemeler ve ürünler yaşam döngülerinin bütün aşamaları boyunca çevreye ve ekosistemlere negatif etkilere sebep olabilirler:

- Malzemelerin çıkarım aşamasında madencilik ve hasat işlemleri doğal yaşama etki edebilir ve suyollarının tortullaşmasına, tarım toprağının kaybına, akışı artıran bitki örtüsünün ortadan kalkmasına sebep olabilir. Madencilikten kaynaklanan atık yığınları toprağa, karaya ve yerüstü sularına ağır metaller sızdırabilir.
- Üretimden kaynaklanan yayılımlar ve atıklar tesisin hem yakın hem uzağındaki havaya, suya ve toprağa etki edebilir.
- Malzemelerin ve ürünlerin bütün yaşam döngüsü aşamaları arasında taşınması yenilenemeyen yakıt kullanır ve bu yakıtlar çeşitli zehirli gazların yayılımına sebep olurlar.
- Yapım ve bakım süreçlerinde malzemeler uçucu organik bileşikler (UOB) (VOC-Volatile Organic Compounds) yayan çözücüler, yapıştırıcılar, su geçirmezler ve cilalar içerirler ya da çevreye zehirli kimyasallar yayarlar. Sabitleşmemiş yollardan çıkan tozlar hava kalitesine ve yakındaki bitki örtüsüne ve mahsullere etki edebilir.
- Malzeme ve ürünlerin kullanımından yok edilmesi ise atık sahalarının dolmasına, toprak ve suya ve eğer yakılırlarsa hava kalitesine etki edebilirler [20].

Envanter analizi aşaması birçok veri gerektirir ve bu verileri oluşturmak, YDD' nin en çok emek ve zaman gerektiren süreçlerinden biridir. Bu çoğunlukla, yapılan çalışmada ürün sistemi için uygun verinin eksikliğinden kaynaklanır. YDE' yi kolaylaştırmak ve veri derlemesinde tekrardan kaçınmak için, son on yıllarda birçok veritabanı geliştirilmiştir. Bunlar, çoğunlukla YDD yazılım araçlarıyla

kombinasyonda önerilen ulusal veya bölgesel veritabanları, sanayi veritabanları ve uzmanların veritabanlarınıdır [27]. Şekil 3.4'te bir yaşam döngüsü envanter analizinin işlem adımları görülmektedir [32].

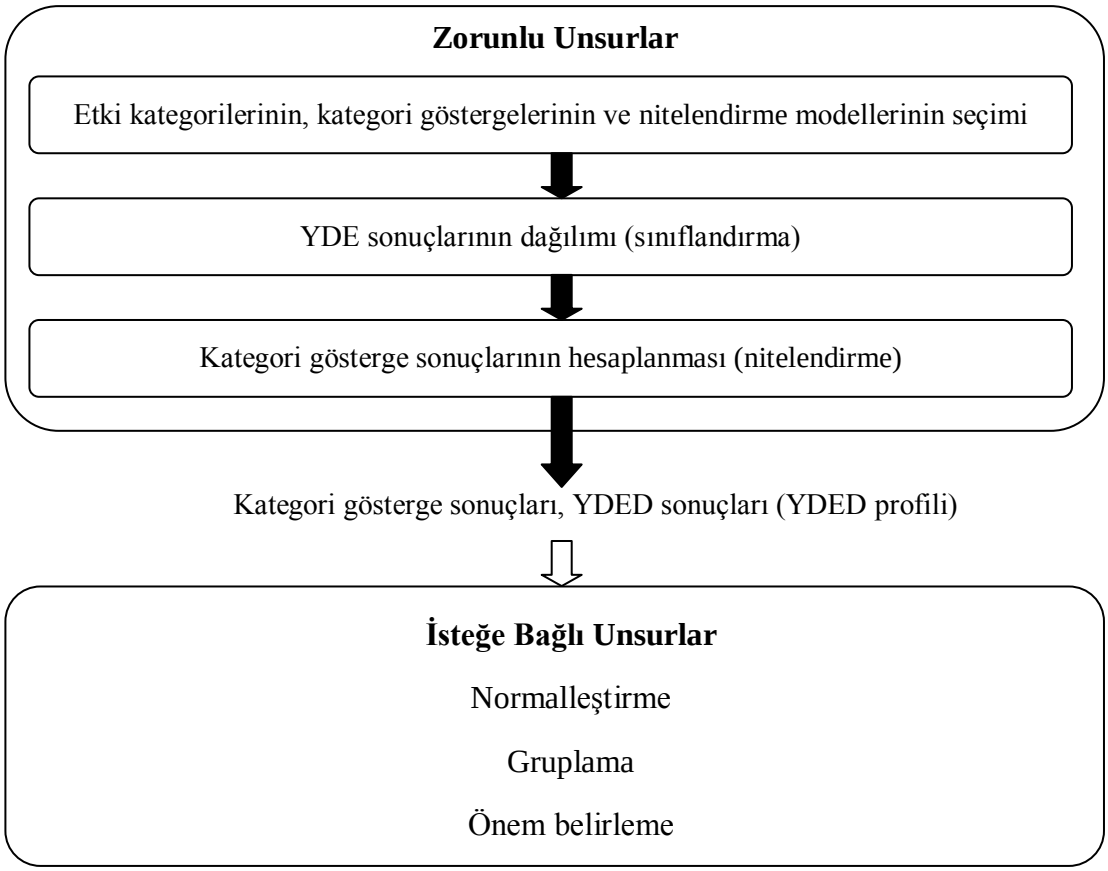


Şekil 3.4: Envanter analizi için basitleştirilmiş prosedürler [32]

3.2.3 Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi aşaması

Etki analizinde envanter analizi sonuçları kullanılarak olası çevresel etkilerin büyüklüğü hesaplanır. YDED' de envanter sonuçları, "Koruma alanları" olarak

adlandırılan, araştırmacının YDD' yi kullanarak korumayı amaçladığı varlıklara (doğal kaynaklar, insan sağlığı gibi) olan potansiyel etkilere çevrilir [7]. Etki analizinin farklı unsurlara ayırmak gerekli ve faydalıdır [29]. Şekil 3.5' te bu bölümler gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Etki analizinin unsurları [28]

3.2.4 Yorumlama aşaması

Yorumlama aşaması envanter analizinden ve etki değerlendirmesinden elde edilen verilerin birlikte göz önüne alındığı aşamadır. Bu aşama, çalışmanın amaç ve kapsam aşamasına uyumlu bir şekilde, bir YDD' nin sonuçlarını anlaşılabilen, eksiksiz, tutarlı bir sunum sağlamak içindir [28].

3.3 Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Süreçleri ve Malzeme Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Yapı malzemeleri yaşam döngüsü süreçlerinde çevreye birçok etki göstermektedirler. Bununla birlikte, bir malzeme her sürecinde farklı etki gösterebilmektedir. Bu nedenle bir malzeme seçerken o malzemenin yaşam döngüsü süreçlerinin her birinde dikkat edilmesi gereken hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

3.3.1 Hammadde edinimi ve üretim süreci

Çoğu yapı malzemesinin yaşam süreci, ağaç, demir maden cevheri, kömür, kireçtaşı, çakıl ve alçıtaşı gibi ham maddelerin edinimiyle başlar [Url-6]. Yapı malzemeleri seçilirken, yapı malzemelerinin yapımında kullanılan hammaddeleri elde etmek için maden çıkarımının ve hasadın etkileri düşünülmelidir. Geri dönüşüm içerikli malzemelerle üretilen yapı malzemeleri hammadde çıkarımını, katı atık sahalarına giden atık miktarını ve üretim süreçlerinde gereken enerji miktarını azaltır [29].

Bu durumda bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin hammadde edinimi ve işlenmesi sürecinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Hammaddenin zehirli olup olmadığı,
- Hammaddenin yenilenebilir kaynaktan olup olmadığı,
- Hammaddenin sertifikalı sürdürülebilir bir kaynaktan olup olmadığı,
- Hammaddenin tarımsal ya da endüstriyel bir yan ürün olup olmadığı,
- Ürün ya da malzemenin değerlendirilmiş bir kaynaktan olup olmadığı,
- Ürünün geri dönüştürülmüş içeriği olup olmadığı [26].

Hammadde edinimi sürecinde çevreye zarar vermeyen bir malzeme üretim sürecinde etki edebilir. Örneğin, plastik, yapıştırıcı ve kaplama yapımında kullanılan petrokimyasallar, üretim aşamasının çeşitli süreçlerinde çok zehirlidir. Buğday-saman özlü elyaf levha, ürün halinde zehirsizken üretim aşamasında fabrika çalışanları için tehlikelidir. Neredeyse bütün boyalar, yapıştırıcılar ve reçineler, üretimleri sırasında yüksek miktarda zehirlidirler. Bu nedenle üretim aşamasında en az çevresel zarara neden olan ürünler seçilmelidir [29].

Bu durumda bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin üretim sürecinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Üretimde ne kadar enerji kullanıldığı,
- Üretim tesisinin enerji kaynağının cinsi (enerji etkin mi yoksa alternatif ya da yenilenebilir kaynak mı?),
- Üretimde ne kadar su kullanıldığı,
- Üretim tesisinin suyu kullanış biçimi (suyu koruyor mu yeniden mi kullanıyor?),
- Üretimle ilgili meydana gelen katı, sıvı, gaz atık miktarı,
- Üretim sürecinde zehirli yayılımların yok edilip edilmediği,
- Üretim sürecinde ozon inceltici malzemelerin yok edilip edilmediği,
- Üretimden meydana gelen atıkların durumu (yeniden kullanılıyor mu ya da geri dönüştürülüyor mu?) [26].

3.3.2 Taşıma süreci

Yapı malzemelerinin imalatçıdan çalışma alanına taşınması çevresel kirlilik için bir faktördür. Yerel malzemenin kullanımı ile yerel şirketler desteklenirken taşıma sürecindeki kirlilik de azaltılmış olur [29].

Bu durumda bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin taşıma sürecinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Ürün ya da malzemenin yerel üretimli olup olmadığı,
- Ürün ya da malzeme için yapılan paketlemenin niteliği (az, geri dönüşümlü ya da tekrar kullanılan paketleme yapılıyor mu?),
- Üreticinin etkin nakliye yöntemlerini kullanıp kullanmadığı [26].

3.3.3 Yapım/kurulum ve kullanım/bakım süreci

Yapı malzemelerinin yapıya uygulanması aşamasında çalışan sağlığı olumsuz etkilenebilirken boyalar ve yapıştırıcılar çoğunlukla UOB içerir. Halılar; stiren butadiyen lateks desteği ve yapıştırıcılardan dolayı zehirlilik gösterir. Ekolojik malzemeler, kullanım aşamalarında bir binanın hava, aydınlatma, su ve enerji tüketimi ve toplam konfor gibi ölçütlerde iç hava kalitesini etkilemektedir [29].

Bu durumda bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin uygulama ve kullanım süreçlerinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Ürünün dayanım süresi,

- Ürünün UOB, formaldehit ya da diğer zararlı kimyasalları içerip içermediği,
- Ürünün mineral elyaf içerip içermediği,
- Ürünün uygulama sırasında çalışan için zararlı olup olmadığı,
- Ürün için zehirsiz, düşük UOB' li yapıştırıcılar, incelticiler ve bakım ürünlerinin mevcudiyet durumu,
- Ürün için gereken bakım ihtiyacı [26].

3.3.4 Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci

Bir yapı malzemesinin geri dönüşümünün olmaması ya da tekrar değerlendirilememesi kaynak kullanımının artmasına ve atık olarak yok edildiğinde hava, su ve toprağın kirlenmesine bunun sonucunda da ekosistemlerin bozulmasına neden olur. Oysa bir malzeme geri dönüştürüldüğünde ya da yeniden kullanıldığında yaşam döngüsünde hammadde çıkarımı ve üretim süreçlerini tekrar yaşamayacak; geri dönüşümsüz bir malzeme gibi atık sürecinden geçmeyecektir. Bu süreçler olmadığı için, süreçlerden kaynaklanan çevresel etkiler de görülmeyecektir.

Bu durumda bir yapı malzemesi seçerken o malzemenin tekrar kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçlerinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Ürün ya da malzemenin kurtarılabilirliği,
- Üreticinin ürün için bir geri kazanım programı geliştirip geliştirmediği,
- Ürün ya da malzemenin geri dönüştürülebilirliği,
- Ürün ya da malzemenin biyolojik olarak parçalanabilirliği [26].

3.4 Bölüm Sonucu

Bu bölümde yapılan literatür araştırması sonucu yapı malzemesinin her sürecinde farklı çevresel etkiler gösterebileceği söylenebilir. Bu doğrultuda bir yapı malzemesini seçerken tek bir süreç yerine tüm süreçlere bakmanın yararlı olacağı anlaşılmaktadır. Çünkü bir malzeme üretim sürecinde en az çevresel etkiyi gösterirken aynı malzemenin kullanım aşamasında gösterdiği çevresel etki çok büyük olabilir. Aynı şekilde bir malzemenin neden olduğu yayılımın miktarı küçükken çevresel etkisi büyük olabilir. Bu nedenle malzemenin tüm süreçlerindeki etkilerinin nicelikleri ve nitelikleri incelenerek bir sonuca varılması gerekmektedir.

Bu amaç doğrultusunda kullanılan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi dünyada farklı kuruluşlar tarafından temel alınmış, her kuruluş kendi belirlediği ölçütlere göre bu yöntemi yorumlamıştır.

4. DÜNYADA YAPI SEKTÖRÜNÜN ÇEVRESEL ETKİLERİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde dünyada yapı sektörünün çevresel etkileriyle ilgili farklı kuruluşlar tarafından yapılan çalışmalar incelenerek yaşam döngüsü değerlendirmesini temel alan çalışmalar belirledikleri ölçütlere göre birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

4.1 Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (The Construction Products Directive-CPD)

Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, Avrupa Komisyonu (EC) Yönetmeliklerinin mimarlar için en önemlilerinden biridir. Yönetmelik İngiltere'de 1991 yılında çıkarılmıştır. YMY, satış amaçlı herhangi bir yapı ürünü ya da bileşenlerinin yapıda kullanılmasına izin vermek için altı önemli gereksinimi sağlamalarını bekler. Bunlar;

- Mekanik dayanıklılık ve kararlılık
- Yangın anında güven
- Hijyen, sağlık ve çevre
- Kullanımda güven
- Gürültüye karşı korunma
- Enerji ekonomisi ve ısı korunumu

Bu yönetmeliğin ana amacı yapı malzemelerinin asgari düzeyde performans standartlarını ve CE uygunluk markası taşımasını sağlayarak Avrupa Birliği ülkeleri içinde eşit haklar içinde ve herhangi bir engelle karşılaşmadan dolaşımını sağlamaktır. Bu şekilde uygun yapı malzemelerinin ülkeler arası serbest dolaşımı sağlanırken kullanıma uygun olmayanların çekilmesi de bu yolla sağlanmaktadır. Bu altı gereksinimin her biri değerlendirilen ürünle ilgili bir dizi ölçüt ya da standart gösteren 'Yorumlayıcı Belgeler' ile tamamlanır. Uygunluk markası (CE) alan bir ürün yönetmeliğin teknik gereksinimlerini sağlamış farz edilir. Ürün kalitesinin

onayı ve ürünün CE markasını alması aşağıdaki seçeneklerden birini yerine getirmiş olmasına bağlıdır;

- Yapı ürünleri için Avrupa Standartlarına uyumluluk
- Avrupa Teknik Uyumluluğu (ETA)
- Kabul edilmiş ulusal bir standart

Yapı ürününün üreticileri, eğer ürünün kalitesi bağımsız denetleme ile garantilenmişse ve fabrika üretim kontrol sistemi ISO 14001 gibi bir kalite güvence taslağıyla korunuyorsa CE Markası' nı 'Uygunluğun Onaylanması' ibaresinin altında gösterebilirler. Bu pahalı ve zaman alan bir süreçtir ve küçük üreticiler için bir dezavantaj olabilir [11].

Yönetmelik, Maastricht Anlaşması 'dengeli ve sürdürülebilir gelişme' ye bağlılık konusunda uyuşmazlık gösterir. Serbest ticareti desteklemek için üye ülkeler arasında yapı malzemelerinin dolaşımı büyük ölçüde çevre ve enerji maliyetleri oluşturur [7]. Bu nedenle bir ürünün üretilip diğer bölgelere taşınması yerine, üretildiği bölgede kullanılmasına teşvik edilmesi sürdürülebilirlik adına daha doğru bir yaklaşım olur [8].

Yönetmelik ayrıca enerji korunumuyla ilgili olarak da çelişkilidir [8]. Yapıların kullanımı sırasında enerji kullanımının korunma ihtiyacı altıncı beklenen gereksinimdir ancak burada enerjinin tam yaşam döngüsü değerlendirmesinden bahsedilmemiştir. Avrupa Birliği Komisyonu üyeleri, yapı ürünlerinin yaşam döngüsü analizlerinden bahsetmeyerek 'dengeli ve sürdürülebilir gelişme' nin geniş kapsamlı hedefinden kendilerini uzaklaştıran ekonomik tartışmalara izin vermektedirler. Bu sorunun çözümü, bir yapı ürününün çevresel etkisini değerlendirirken 'ürün mesafesi' fikrini benimsemek olabilir. Bu durum malzemelerin yerel kullanımını destekleyebilir. 'Ürün mesafesi'; bir malzemenin basitçe ağırlığının ve kullanılmadan önce gideceği mesafenin hesaplanmasıdır.

4.2 IPP (Integrated Product Policy – AB Birleşik Ürün Politikası)

Birleşik Ürün Politikası (IPP) ürünlerin yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Ana fikir, ürünün yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerin birleşmesinin gerekli olduğu ve bu durumun kişilerin

ürün seçimi kararlarında etkili olması gerektiğidir. IPP, ürünlerin yaşam döngüsü çevresel etkilerini kuvvetle etkileyen ve özellikle ürünlerin eko-tasarımı, bilgili tüketici seçimi, ürün bedellerinde 'kirletici öder' ilkesi gibi yaklaşımları geliştirmek için olanak sunan karar noktalarına odaklanır. Ayrıca, ürünlerin tüm yaşam döngüsünü hedefleyen araçlar ve aletleri destekler. IPP, tasarımcılar, sanayi, pazarlamacılar, perakendeciler ve tüketiciler gibi birçok farklı paydaşı kapsar.

1997' de Avrupa Komisyonu Birleşik Ürün Politikası (IPP)' nı kapsamlı bir yaklaşım olarak nitelendirip bu konuyla ilgili bir çalışma başlatmıştır. Çalışma, IPP' nin üye ülkelerde gelişimini ve ürün yaşam döngüsü fikrinin endüstri ve tüketiciler tarafından kullanımını incelemiştir. Yazarlar, IPP' nin politika girişimlerinin beş "Yapı Taşı" nın (atık, yenilik, pazarlar, bilgi, sorumluluk) etrafında yapılanan genel bir analizini ortaya koymuşlardır. Temel olarak bu çalışmayla komisyon, 1998'in sonunda bir paydaş çalıştayı düzenlemiştir. Genel sonuç, bir ürünün yaşam döngüsü yaklaşımı ve ilgili paydaş katılımı ile ilgilidir. Konuyla ilgili bir takım araçlar belirlenmiştir. Bunlar; endüstrideki çevre yönetim sistemleri, ürünlerin çevresel etiketi, ürün standartlarına çevresel düşüncelerin eklenmesi, kamu ihalelerinin yeşilleştirilmesi ve çevresel anlaşmalardır. Birleşik Ürün Politikası, 6. Çevresel Eylem Planı' nın büyük yenilik getiren öğelerinden biri olarak ilan edilmiştir.

IPP yeni bir yaklaşım sunar ve önemini üç özelliğiyle vurgular [Url-9]:

- IPP; kirlilik-azaltma ölçülerinin tanındığı, bir ürünün yaşam döngüsüne beşikten mezara kadar tüm süreçte önem verildiği "yaşam döngüsü düşüncesi" ni savunur. Bu yaklaşım bu şekilde çevresel etkilerin yaşam döngüsünün bir aşamasından diğerine kaymasını önler. Bunun yerine toplam çevresel etkiyi azaltır [Url-9].
- IPP, uygun olan pazarla çalışarak kullanılacak politika ölçüsünün tipine göre değişkenlik gösterebilir [Url-9]. Vergiler; ürün standartları ve etiketleme; gönüllü anlaşmalar gibi birçok farklı politika ölçüsü ürünlerin çevresel etkilerini etkiler. Ama IPP' ye göre çok farklı ürün tipleriyle herhangi bir çeşit aracı tercih etmek mantıklı değildir. Önceden gerekli olan tek şey en etkili ölçünün kullanılmasıdır.
- IPP, tüm paydaş ilgisini gerektirir. Ürünlerin uzun ve karmaşık yaşamları boyunca çevresel etkileri, tasarımcılar, sanayi, pazarlamacılar, perakendeciler ve tüketiciler gibi birçok farklı paydaşın hareketleri ile etkilenir. Bu etkileri azaltmak, onların etki alanlarında harekete geçmeleri için bütün paydaşları gerektirir: Örneğin

ürünlerin tasarım ve pazarlamasında imalatçılar; ürün seçimi, kullanımı ve tüketim alışkanlıkları doğrultusunda tüketiciler.

Avrupa Komisyonu, Birleşik Ürün Politikası' nda "Green Paper" (Yeşil Kağıt) ı geliştirmiştir. Ana amacı ürünlerin geniş bir bölümünün yaşam döngüsü boyunca çevresel performanslarını geliştirmek olan Yeşil Kağıt, ekolojik ürünler için bir pazarın gelişimini desteklemek için ürün ilişkili çevresel politikalara yeniden odaklanmak ve güçlendirmekle ilgili bir strateji sunar. Yeşil Kağıt düşüncesine göre geleceğin ürünleri, daha az kaynağı kullanmalı, çevreye karşı daha düşük etkileri ve riskleri olmalı ve şimdiden düşünce aşamasında atık üretimini engellemelidir.

Yeşil kağıt, kapsamlı görüşmelere ve çalışmalara dayanır ve ürün odaklı çevresel politikalar üretmek ve ekolojik ürünler için bir pazarın oluşumuna yardımcı olmak için fikirler sunar. Bundan dolayı, çeşitli paydaşlar için olasılıkları inceler, örneğin etkilenmiş ya da konuya ilgi duyan ve uygulamanın olası yöntemlerini önerenler. Ürünler için birleşik politika, aşağıda ana hatları çizilmiş araçların bir karışımını temel almalıdır [Url-9]:

- Doğru fiyatı almak

Doğru fiyatı almak, ekolojik ürünler için pazarı teşvik etmekte uygun olan en etkili ölçüdür. Tartışma için önerilen fikirler şunlardır:

- Eko-etiketlenen ürünlerde azaltılan VAT (Value Added Tax-KDV) oranları gibi farklılaşmış vergilendirme;
- Yeni alanlara üretici sorumluluk düşüncesinin yayılması;
- Çevresel Koruma için "Devlet Yardımında Yeni İlkeler" bünyesindeki devlet yardım politikasının kullanımı

- Ekolojik ürünler için talebi artırmak

Eğer tüketiciler, ekolojik ürünleri talep ederlerse pazar da bu ürünleri sağlayacaktır. Bununla beraber tüketicilerin farklı ürünler arasından bu ürünleri seçmeleri için kolayca erişilebilir, anlaşılır, konuyla ilgili ve güvenilir olan bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

Yeşil Kağıt, çevresel etiketlemenin mevcut tiplerinin bir incelemesini ve daha geniş etiketlemede bir stratejinin, komisyon tarafından düzenlenip düzenlenmediğinin dikkate alınmasını önerir.

- Ekolojik üretimi güçlendirmek

Bir ürünün pazara dağılımından itibaren etkilerini azaltmak zorlaşır. Ürünlerin çevre dostu tasarımına odaklanarak çevresel etkileri engellenebilir. Eko-tasarımı geliştirmeyi mümkün kılacak yollar şunlardır:

- Yaşam-döngüsü bilgisinin oluşum ve akışını geliştirmek;
- Eko-tasarım esas noktalarını desteklemek;
- Standartlaştırma sürecine çevresel düşünceleri eklemek;
- Paketleme Yönetmeliği ve Elektrik ve Elektronik Aletlerin Yönetmeliği gibi "Yeni Yaklaşım" denilen kanunların yaklaşımını incelemek.

IPP, bütün ürünlere uygulanır. Bütün ürünlerin tüm yaşam döngüsü süreçlerinde ekolojik olmalarına teşvik edecek tek bir araç yoktur, bu ancak birkaç aracın birlikte çalışmasıyla sağlanabilir [Url -9]. IPP' nin kullandığı bu araçlar:

- Devlet Yardımı
- Gönüllü anlaşmalar
- Standartlar
- Çevre Yönetim Sistemi
- Eko Tasarım
- Etiketleme ve Ürün Bildirileri
- Yeşil Düşünce Temini
- Yeşil Teknoloji (Çevresel Teknoloji Eylem Planı)
- Kanunlar (Atık kanunu, kimyasallar, Sürdürülebilir tüketim ve üretim)dır.

4.3 ISO 14001 – (Environmental Management Systems – Requirements With Guidance For Use - Çevre Yönetim Sistemleri – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu)

Bu standardın genel amacı, sosyo-ekonomik ihtiyaçlarla dengeli bir şekilde, çevrenin korunmasını ve kirlenmesinin önlenmesini desteklemektir. Bu standardın bir kuruluş tarafından, ilgili taraflara başarıyla uygulandığının gösterilmesi, uygun bir çevre yönetim sisteminin mevcudiyeti konusunda güvence vermek amacıyla kullanılabilir. Bir dizi çevre yönetim tekniklerinin sistemli bir şekilde benimsenmesi ve uygulanması, ilgili bütün taraflar için en uygun sonuçların ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir. Ancak, bu standardın benimsenmesi, tek başına, çevreyle ilgili en uygun sonuçların elde edilmesini garanti etmez. Bu standart, bir kuruluşun;

- Uygun bir çevre politikası oluşturmasını,
- Önemli çevre etkilerini belirlemek amacıyla, geçmişte, mevcut veya planlanan faaliyetlerinden, ürünlerinden ve hizmetlerinden ortaya çıkan çevre boyutlarını belirlemesini,
- Uymakla yükümlü olduğu yürürlükteki yasal ve diğer şartları tespit etmesini,
- Önceliklerini belirlenmesini ve uygun çevre amaçlarını ve hedeflerini oluşturmasını,
- Politikasını uygulamak, amaçlarına ve hedeflerine ulaşmak amacıyla, bir yapı ve program/programlar oluşturmasını,
- Hem çevre politikasının uygun olduğunu, hem de çevre yönetim sisteminin uygun bir şekilde devam ettiğini sağlamak üzere; faaliyetlerin planlanması, kontrolü, izlenmesi, önleyici ve düzeltici tedbirlerin alınması, denetlenmesi ve gözden geçirilmesinin kolaylaştırmasını,
- Değişen şartlara uyum sağlayabilmesini gerektirmektedir.

Çevre yönetim sistemine sahip olmayan bir kuruluş, başlangıçta, çevresel açıdan mevcut durumunu gözden geçirerek tespit etmelidir. Bunun amacı, çevre yönetim sistemini oluşturmak için bir temel olarak, kuruluşun bütün çevre boyutlarını göz önünde bulundurmasıdır. Kuruluş, bu standardın uygulanmasına ilişkin olarak kendi sınırlarını belirleme serbestliğine ve esnekliğine sahiptir ve bunun için kendi bünyesinin tamamını veya belirli birimlerini seçebilir. Kuruluş, kendi çevre yönetim sisteminin kapsamını tanımlamalı ve belgelemelidir. Kapsamın tanımlanmasının amacı, özellikle, kuruluşun belirli bir bölgede yer alan daha büyük bir kuruluşun bir parçası olması durumunda, çevre yönetim sisteminin uygulanacağı sınırları netleştirmektir. Kapsam tanımlandıktan sonra kuruluşun, bu kapsam dahilindeki faaliyetlerinin, ürünlerinin ve hizmetlerinin, çevre yönetim sistemine dahil edilmesi gereklidir. Kapsam belirlenirken, çevre yönetim sisteminin güvenilirliğinin, kuruluşun sınırlarının seçimine bağlı olacağı hususu bilinmelidir. Kuruluşun bir bölümü, çevre yönetim sisteminin kapsamından hariç tutulduğunda, kuruluş bu durumu açıklayabilmelidir. Çevre boyutlarının belirlenmesinde tek bir yaklaşım bulunmamasına rağmen, tercih edilen yaklaşımda aşağıdaki hususları göz önünde bulundurulabilir:

- Havaya verilen yayılımlar,
- Suya bırakılan atıklar,
- Toprağa atılan atıklar,
- Ham maddelerin ve doğal kaynakların kullanımı,
- Enerji kullanımı,
- Ortama salınan ısı, ışıma, titreşim gibi enerji,
- Atık ve yan ürünler,
- Boyut, şekil, renk, görünüm gibi fiziksel özellikler.

Bu standartta belirtilen çevre yönetim sistemi uygulanarak, iyileştirilmiş bir çevre performansının elde edilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla, bu standart, iyileştirme fırsatlarını belirlemek ve bunları uygulamak amacıyla, kuruluşun, çevre yönetim sistemini düzenli aralıklarla gözden geçireceği ve değerlendireceği varsayımına dayanmaktadır. Bu sürekli iyileştirme sürecinin miktarı, boyutu ve süresi, ekonomik ve diğer konular ışığında kuruluş tarafından belirlenir. Kuruluşun çevre yönetim sistemindeki iyileştirmeler, çevre performans derecesinde daha fazla iyileşmelerle sonuçlanması amaçlanır.

4.4 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) Yöntemi Temel Alınarak Yapılan Değerlendirmeler

Dünyada yapı malzemelerinin çevresel etkilerini ölçmek ve değerlendirmek için ortak bir dil olan YDD standardı bu çalışmanın da yöntemi olacaktır. Bu nedenle bugüne kadar dünyada bu yöntem temel alınarak yapılan çalışmaları incelemek faydalı olacaktır.

4.4.1 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemi kullanılarak tüm yapıyı değerlendiren sistemler - Yeşil bina sertifika sistemleri

Bu başlık altında incelenen sistemler yapıyı bir bütün olarak ele alarak tüm yapının yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel etkilerini değerlendirmektedir.

4.4.1.1 BREEAM (British research establisment environmental assessment method - Yapı araştırma kuruluşu çevresel değerlendirme yöntemi - İngiltere)

BREEAM (BRE Çevresel Değerlendirme Yöntemi) yapılar için geniş çapta kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. BREEAM sürdürülebilir tasarımda

uygulamalar için standartlar belirler ve bir yapının çevresel performansını tanımlamak için bu standartları kullanır [Url-13]. İlk çevresel yapı değerlendirme yöntemi olan BREEAM, Yapı Araştırma Kuruluşu (BRE) tarafından 1990 yılında İngiltere'deki özel girişimcilerle ortaklaşa geliştirilmiştir. Yöntem, tüm yapıyı değerlendirir. İlk olarak yeni ofis binaları için bir kredi ödül sistemi olarak başlamıştır. Zamanla mevcut ofis binaları, süpermarketler, yeni evler, okullar, perakendeci dükkanlar ve hafif endüstri yapıları da değerlendirme içerisine alınmıştır [25]. Yöntem, yeni binalar, mevcut binalar, yenilenecek binalar için kullanılabilmektedir [33]. Kanada, Avustralya, Hong Kong, Yeni Zelanda, Singapur, Norveç ve bazı diğer ülkeler BREEAM' i kullanarak kendi çevresel yapı değerlendirme yöntemlerini geliştirmektedirler. Sistem bir dizi "çevresel kriter" doğrultusunda yapıları kontrol eder ve değerlendirir. Bunun sonucunda "makul, iyi, çok iyi ve mükemmel" şeklinde bir basit derecelendirme yapar. Bu değerlendirme projenin ilk aşamasında mümkün olduğunca erken yapılıp araştırmanın sonuçları yapıların tasarım gelişimi aşamasında kullanılıp buna göre değişiklikler yapılabilir [25,34]. Mimarlık, mühendislik ve yapım profesyonelleri; yatırımcılar; danışmanlar; yapıda ikamet edenler; tesislerin müdürleri; araştırmacılar ve yetkililer bu yöntemin kullanıcılarıdır. BREEAM, yapının yaşam döngüsü boyunca yapı malzemelerinin ve elemanlarının "üretimi, yapım, kullanım, bakım ve yok etme" aşamalarını değerlendirme içine alır [33].

BREEAM' in ele aldığı değerlendirme kategorileri şunlardır:

- Yönetim
- Sağlık ve refah
- Enerji
- Ulaşım
- Su
- Malzeme ve atık
- Alan kullanımı ve ekoloji
- Kirlilik

Yönetim: Bu bölümde BREEAM;

- En iyi uygulama yapılandırması
- Üst düzey yönetimde uygulanmış politikalar

- Etkili kullanılan ve korunan kullanım kılavuzları
- İşlevsel Çevresel Yönetim Sistemi' ni talep ederek etkili yapı yönetimini destekler.

Sağlık ve Refah: Bu bölümde BREEAM;

- Isıtma
- Aydınlatma
- Hava kalitesi
- Gürültü gibi alanlarda kullanıcı kontrolünü azami hale getirmek için tasarlanan çevreyi kredilendirir.

Enerji: Bu bölümde ele alınan konular şunlardır:

- CO_2 yayılımları
- Düşük enerji lambaları
- Sayım
- 'A' dereceli beyaz eşyalar
- Enerji yönetimi

Ulaşım: Bu bölümde ele alınan konular şunlardır:

- Gelişimin konumu
- Park & bisikletçilik olanakları
- Toplu taşıma ve yerel tesislere ulaşım
- Seyahat planının uygulanması

Su: Bu bölümde, aşağıdaki ölçütlerin olduğu yer, BREEAM ile kredilendirilir:

- Su verimlilik uygulamaları (ör. Az sifon suyu olan tuvaletler)
- Su sayacı
- Sızıntı dedektör sistemleri
- Yağmur suyu fiçısı

Malzeme ve Atık: BREEAM; yapıda kullanılan malzemeler düşünüldüğünde sadece kullanılan hammaddeler değil aynı zamanda bir yapıda kullanılan her elemanı oluşturmak için harcanan oluşum enerjisinin de düşünülmesi gerektiğini vurgular ve bunu aşağıdaki durumları kredilendirerek uygular:

- Düşük oluşum enerjili malzemeler. Ör: Tanımlama için Yeşil Rehber' deki 'A' derecesindeki malzemeler
- Yeniden kullanılan mevcut binalar ya da bu binaların parçaları (ör. Yenileme projeleri)
- Donanımlı kaynaklara sahip malzemeler
- Geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı

Alan Kullanımı ve Ekoloji: Bu bölümde BREEAM' in değerlendirdiği projenin uygulandığı alana sorduğu sorular şunlardır:

- Bu alan terk edilmiş bir endüstri bölgesi mi yoksa kullanılmış bir alan tekrar mı kullanılıyor?
- Herhangi bir ekolojik artırma yapılabilir mi?
- Mevcut ekolojik özellik korunuyor mu yoksa tehlikeye mi atılıyor?
- Yapının kapladığı alan en iyi şekilde kullanılıyor mu?

Kirlilik: Asit yağmuru, ozon incelmesi gibi kirliliğin çevresel etkileri bu bölümde ele alınır. BREEAM kirlilik basamağı aşağıdaki durumları destekler:

- Düşük küresel ısınma potansiyeli olan soğutucu ve yalıtıcılar
- En az NO_x yayılımına sebep olan mahal ısıtıcıları
- Düşük akış riski alanındaki yapılar ve yüzey su kaybının azalması

BREEAM değerlendirmesi için malzemeler BRE Global'in Yeşil Rehber' inden elde edilir. Yeşil Rehber, BREEAM' in bir parçasıdır ve İngiltere' deki yapı malzemelerinin çevresel profillerini gösterir. Yeşil Rehber çeşitli binalarda kullanılan 1500 ü aşkın tanım içerir. BRE, altı değişik genel tip yapıda en çok kullanılan yapı malzemelerinin çevresel etkilerini inceler. Bu yapı tipleri:

- Ticari yapılar
- Eğitim yapıları
- Sağlık yapıları
- Dükkanlar
- Konut yapıları
- Endüstri yapıları' dır.

Çevresel derecelendirmeler YDD temel alınarak yapılır. Malzemeler ve elemanlar basit bir temele göre düzenlenmiştir. Böylece tasarımcı ya da belirleyiciler karşılaştırmalı sistemleri ve malzemeleri seçip karşılaştırabilirler. Bu elemanlar:

- Dış duvarlar
- İç duvarlar ve ara bölmeler
- Çatılar
- Zemin kat
- Üst katlar
- Pencereler
- Yalıtım
- Peyzaj
- Yer kaplaması

Bu verilerde en az çevresel etkiyi gösterip en iyi çevresel performansı gösterene A+, en çok çevresel etkiyi gösterip en kötü çevresel performansı gösterene E verilerek bir derecelendirme sistemine gidilir. Yeşil Rehber derecelendirme sistemi ile şu çevresel etkiler değerlendirilir [Url-13].

- İklim değişikliği
- Su alımı
- Maden kaynağı çıkarımı
- Stratosferik ozon incelmesi
- İnsan zehirliliği
- Tatlı suya eko zehirlilik
- Atıkların yok edilmesi
- Fosil yakıt tüketimi
- Ötrofikasyon
- Fotokimyasal ozon oluşumu
- Asidifikasyon

4.4.1.2 LEED (Leadership in energy and environmental design - Enerji ve çevre dostu tasarımda liderlik – ABD)

LEED; enerji tasarrufu, su etkinliği, CO_2 yayılımı azaltılması, iç mekan çevre kalitesinin artırılması ve kaynakların yönetimi gibi ölçütler doğrultusunda performansı artırmak için stratejiler geliştirerek tasarlanan ve yapılan yapılara dair üçüncü taraf doğrulama belgesi içeren uluslararası tanınmış yeşil bina sertifika sistemidir.

Birleşik Devletler Yeşil Bina Konseyi (U.S. Green Building Council - USGBC) tarafından geliştirilen LEED, gerçekçi ve ölçülebilir yeşil bina tasarım, yapım, yönetim ve bakım çözümlerini belirlemek ve gerçekleştirmek için yapı sahipleri ve yöneticilerine kısa bir özet geliştirmektedir.

LEED tüm yapı tiplerine ve bir yapının yaşam döngüsünde her aşamaya uygulanabilir. Aşağıdaki kategoriler LEED' in bir yapının sürdürülebilirlik performansını ölçmede kriter olarak belirlenmiştir. Bu kategorilerin hepsinin yapı tiplerine göre değişiklik gösteren standart bir puanı vardır ve bu puanların toplamı 100 dür. Bölgesel öncelik ve tasarımda yenilikler kategorisiyle fazladan 10 puanla birlikte değerlendirme 110 puan üzerinden yapılır [Url-14]. Değerlendirilen proje;

- 40 ve üzeri puan alırsa 'onaylı'
- 50 puan ve üzeri alırsa 'gümüş'
- 60 puan ve üzeri alırsa 'altın'
- 80 puan ve üzeri alırsa 'platin' olarak ödüllendirilir.

LEED' in değerlendirme kategorileri şunlardır:

Sürdürülebilir alan: Bu kategori önceden işlenmemiş alanların işlenmesini engellemek amaçlıdır. Ayrıca bu kategori bir yapının ekosistemler ve akarsular üzerindeki etkilerini en aza indirir; bölgesel bazda düzenlenen peyzajı destekler; akıllı taşımacılık seçimlerini ödüllendirir; sel suyu akışını kontrol eder ve erozyonu, ışık kirliliğini, ısı adası etkisini ve yapıma bağlı kirliliği azaltır.

Su etkinliği: Bu kategorinin amacı; suyun içeride ve dışarıda akıllıca kullanımını desteklemektir.

Enerji ve atmosfer: Bu kategori, işleme alma; enerji kullanım denetimi; etkin tasarım ve yapım; etkin araçlar, sistemler ve ışıklandırma; şantiye içi ya da şantiye dışında, yenilenebilir ve temiz kaynaklardan üretilmiş enerjinin kullanımı ve diğer yaratıcı stratejiler gibi geniş çeşitlilikteki enerji stratejilerini destekler.

Malzeme ve kaynaklar: Bu kategori sürdürülebilir olarak yetişen, toplanan, üretilen ve taşınan ürünler ve malzemelerin seçimini destekler. Ayrıca yeniden kullanım ya da geri dönüşüm kadar atıkların azaltılması da bu kategoride desteklenir.

İç mekan çevre kalitesi: Bu kategori iç mekandaki havayı iyileştiren, doğal ışıklandırmaya ve manzaraya ulaşım sağlayan ve akustiği geliştiren stratejileri destekler.

Tasarımda yenilik: Bu kategori bir yapının performansını, LEED' de belirtilmeyen yeşil yapı düşüncelerinin ötesinde geliştirmek için yeni teknolojiler ve stratejiler kullanan projeler için fazladan puan verir.

Bölgesel öncelik: USGBC' in bölgesel konseyleri ve üyeleri, ülkenin her bölgesi için yerel olarak en önemli olan çevresel meseleleri belirlemiştir ve her bölge için o yerel önceliklere hitap eden altı LEED kredisi seçilmiştir. Bölgesel öncelik kredisini kazanan bir proje, o kategori için hükmen verilen puana ek olarak fazladan bir puan kazanır. Dört fazla puana kadar bu şekilde kazanılabilir [Url-14].

4.4.1.3 ATHENA™ (Kanada)

ATHENA, Kanada ATHENA Sürdürülebilir Malzemeler Enstitüsü tarafından geliştirilen bir çevresel değerlendirme aracıdır. ATHENA bireysel yapı ürünlerini değerlendirmek yerine kullanıcılara tam bir strüktürün ya da bireysel kurguların yaşam döngülerinin çevresel etkilerini gözden geçirmelerini ve en iyi senaryoya ulaşmak için alternatif tasarımlar ve farklı malzeme birleşimleriyle deney yapmalarını sağlar. Üreticiler de süreçleri karşılaştırmak ve alternatif teknolojilerin ya da üretim süreçlerinin çevresel etkilerini değerlendirmek için bu modeli kullanabilirler. ATHENA bütünsel ve yaşam döngüsü çerçevesi doğrultusunda kavramsal yapı tasarımının karşılaştırmasını sağlar [35].

ATHENA Kuzey Amerika'da iki adet yazılım aracı geliştirmiştir. Bunlardan biri "Yapılar İçin Etki Tahmincisi", diğeri "Elemanlar için Eko-Sayaç" dır.

Yapılar için etki tahmincisi

Kuzey Amerika'da tüm yapı ve düzeneklerini YDD' ye göre inceleyen tek araçtır. Mimarlar, mühendisler ve diğer kullanıcılar hem yeni hem mevcut endüstriyel, kurumsal, ticari ve konut tasarımlarının çevresel içeriklerini karşılaştırıp değerlendirebilirler. Araç aşağıdaki çevresel etkileri göz önünde bulundurur:

- Kaynak çıkarımı ve geri dönüşüm içerikli malzeme üretimi
- İlgili taşımacılık
- Yerinde yapım
- Enerji kullanımı, taşıma ve diğer faktörlerde yöresel farklılık
- Yapı tipi ve varsayılan hizmet ömrü
- Bakım, onarım ve değiştirme etkileri
- Yıkım ve yok etme
- Enerji yayılımlarını ve ön-yanma etkilerini yönetme

Ayrıca enerji, hava yayılımları, su yayılımları, toprak yayılımları ve kaynak kullanımları bakımından beşikten mezara dolaşım sağlarken değerlendirilen yapının sebep olduğu enerji tüketimi, asidifikasyon, küresel ısınma, insan sağlığı solunum etkileri, ozon incelmesi, duman, su ötrofikasyonu, ağırlıklı kaynak kullanımıyla ilgili de değerler verir.

Elemanlar için eko-sayaç

Bu araç önceden "Tahmin Edici" kullanılarak yürütülmüş detaylı değerlendirmelere bağlı olarak ortak yapı elemanları için hızlı YDD sonuçlarını sağlar. Bu araç YDD' yi daha genel tasarım topluluğu için erişilebilir hale getirmek için "Yeşil Bina Girişimi" tarafından "Yeşil Küre" çevresel değerlendirme ve derecelendirme sistemi kullanılmak üzere oluşturulmuştur [Url-16]. Bu aracı kullanmak için ilk olarak aşağıdaki kategorilerden biri seçilir;

- Dış duvarlar
- İç duvarlar
- Çatılar
- Pencereler
- Ara katlar
- Kolonlar ve kirişler

Her kategoride elemanların sayısı, katmanlar ve malzemelerin birleşimlerine bağlı olarak değişir. Örneğin dış duvar kategorisinin içinde sekiz temel duvar tipi, yedi giydirme tipi, üç kaplama tipi, beş yalıtım tipi, ve iki iç bitiş seçeneği vardır. Dış duvarlar için elemanların sayısı, bu seçeneklerin bütün uygulanabilir birleşimlerini sunar. Elemanlar, küresel ısınma potansiyeli, fosil yakıt tüketimiyle oluşan enerji, hava ve su kirliliği ve ağırlıklı kaynak kullanımı gibi bir dizi performans ölçütlerine göre değerlendirilir. Değerlendirme yapılırken aşağıdaki süreçler göz önünde bulundurulmaktadır:

- Kaynak çıkarımı ve üretim
- Ürün üretimi
- Elemanların yerinde yapımı
- Tüm ilgili taşımacılıklar
- Farz edilen yapı hizmet ömrü üzerinde bakım ve değiştirme döngüleri
- Strüktürel sistem yıkımı ve atık sahalarına taşınmasıdır.

Elemanların arasında karşılaştırmaları doğru bir şekilde yapabilmek için aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- Sonuçlar, her birim alan başına sunulmuştur, ama değer biçici yazılımı gerçekte, hesaba çok daha büyük nicelikleri almıştır.
- Bütün elemanların montajının, Birleşik Devletler' in merkezi alanlarında yapılacağı kabul edilmiştir.
- Bütün elemanların bina kaplama malzemelerinin onarım ve değiştirme programlarını etkileyen (örneğin, çatı, kaplama, membran ve pencere sistemleri) 60 yıl hizmet süresiyle "mal sahibinin oturduğu ofis binaları" nda kullanılacağı kabul edilmiştir. Faktörleri kapsayan diğer özel kabuller şunlardır:
- Pencere-duvar oranı,
- Beton dayanımı ve uçucu kül içeriği,
- Alçı panel tipi ve lateks boyayla kalınlığı,
- Tüm ara katların, kolonların, kirişlerin ve çatının canlı yükü,
- Niş boyutları,
- Kolon yükseklikleri,
- Yapım sistemine göre dış duvar kalınlığı,
- Dikme yükseklikleri,

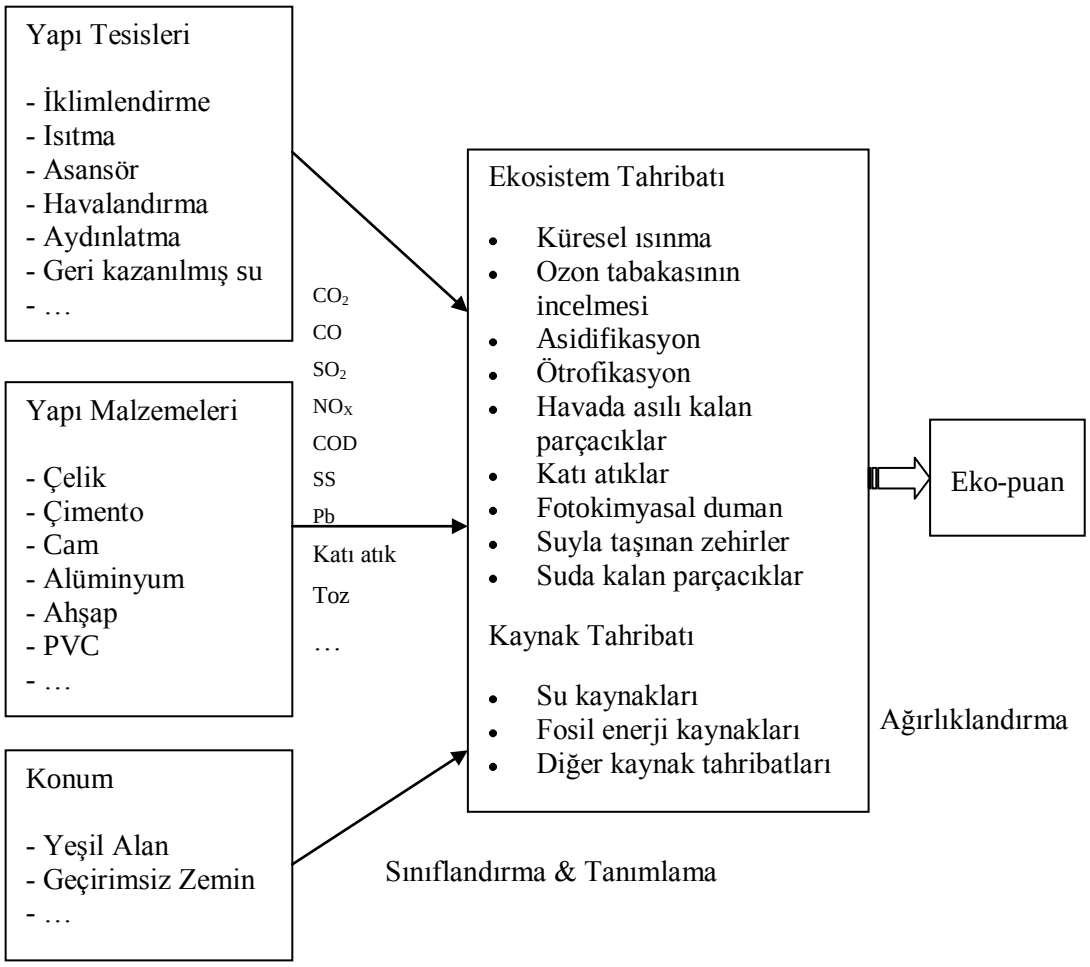
- Dayanım ve açıklık,
- Kaplama malzemeleri

ATHENA temel verinin kalitesinin, herhangi bir yazılım aracının merkezi olduğunu düşünür bu nedenle yapı malzemeleri ve ürünleri için kapsamlı ve karşılaştırmalı veritabanının gelişimini amaçlar [Url-16].

ATHENA' nın YDD veritabanları, tipik konut ve ticari binalarda kullanılan yapısal sistemlerin %90-95' ini kapsar. Enstitü ayrıca, bir binanın elemanlarının şantiyede yapımına bağlı enerji kullanımı ve bunun sonucunda oluşan hava yayılımları; kullanım aşamasında bakım, onarım ve yenileme etkileri ve yıkım ve yok ediş için veritabanlarını saklar.

4.4.1.4 BEPAS (Building environmental performance analysis system – Yapı çevresel performans analiz sistemi - Çin)

BEPAS; Çin' in kendine özgü koşulları dikkate alınarak ve YDD temel alınarak geliştirilen bir değerlendirme yöntemidir. Bu yöntem yapı tesislerini (su tüketimi, elektrik tüketimi gibi), yapı malzemelerini ve yapı çevresini (yapı alanı, arsadaki toplam yeşil alan gibi) inceler ve bunlardan oluşan çıktıların (CO_2, NO_x, katı atık gibi) çevreye olan etkisini etki kategorilerine bir ağırlık faktörü katarak değerlendirir. Bu sistem aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Bununla beraber iç mekan iklimlendirmesi gibi bazı çevresel faktörler, BEPAS' da düşünülmez. Ayrıca, BEPAS' da kesin olmayan varsayımlar vardır; mesela tüketilen ıslah edilen suyun miktarı, suyun toplam tüketiminden basitçe çıkarılarak elde edilir. Şekil 4.1 BEPAS' ın modelini tanımlamaktadır [36].



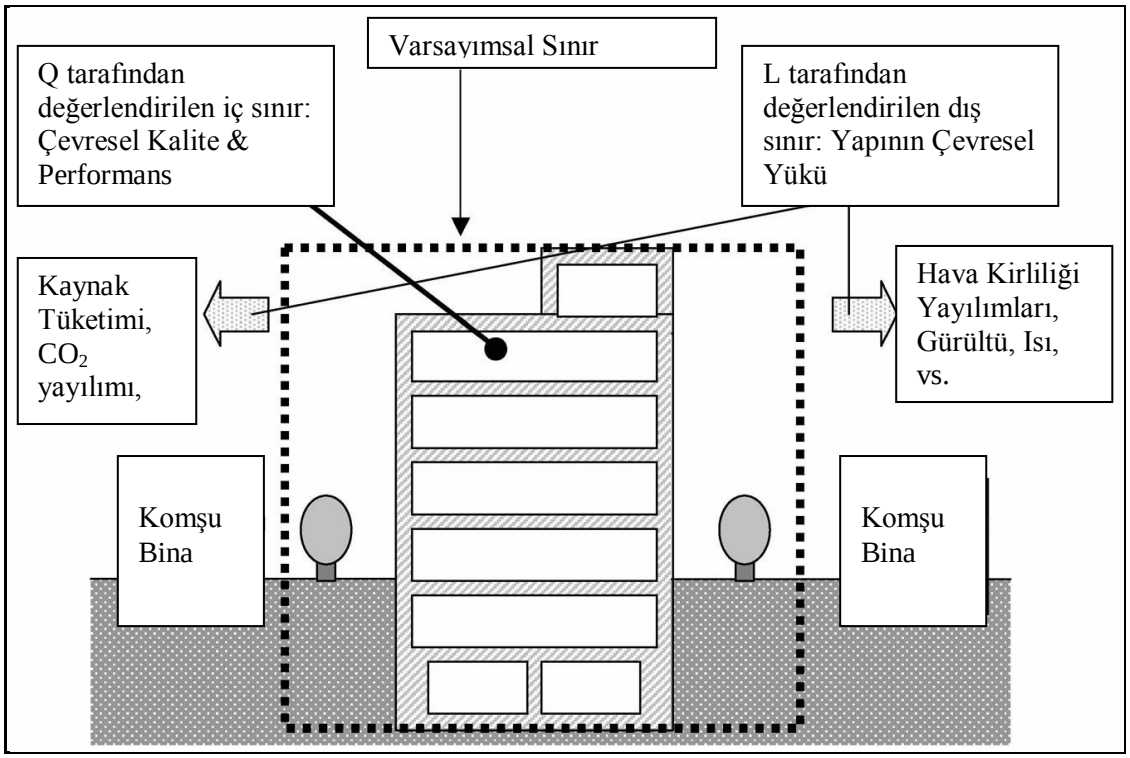
Şekil 4.1: BEPAS' ın modeli [36]

4.4.1.5 CASBEE (Comprehensive assessment system for building environmental efficiency - Yapı çevresel verimliliği için kapsamlı değerlendirme sistemi- Japonya)

CASBEE 2001 yılında Japonya Sürdürülebilir Yapı Kurulu (JSBC) tarafından gönüllü yapı değerlendirme sistemi olarak geliştirilmiştir. Bu yapı değerlendirme sisteminde enerjinin tahmin edilen tüketimi için ayrıntılı istatistiksel değerler, su, toprak kullanımı, malzemeler ve iç mekan çevresel koşulların ölçülebilir durumlarına ek olarak çevresel yayılımlar gereklidir [Url-17]. CASBEE, binanın, doğadan tükettiği kaynakların miktarına karşı binanın çevresel kalitesini değerlendirir ve Şekil 4.2' de görüldüğü gibi iki temel bölüme ayrılır:

1- Yapı çevresel kalitesi (Q): "Kuramsal çevrilen boşluğun içinde yapı kullanıcıları için konforlu yaşamayı geliştirme (Özel mülk)" yi değerlendirir [Url-17].

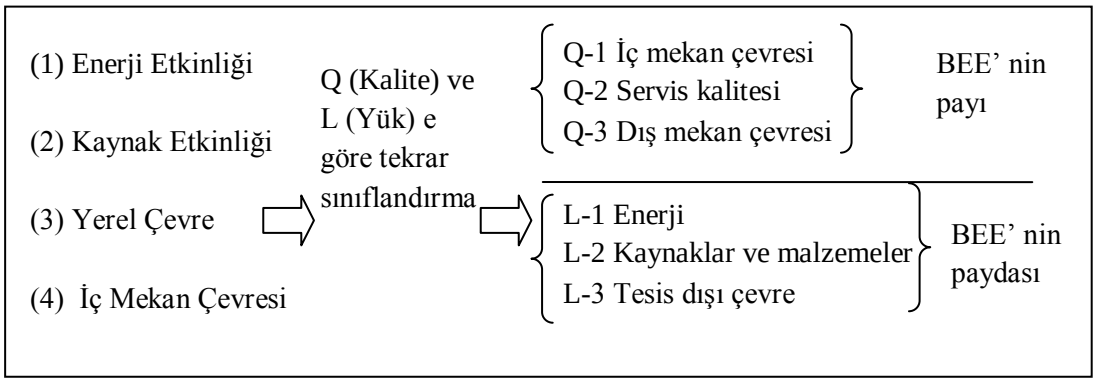
2- Yapı çevresel yükü (L): "Dış tarafa varsayımsal olarak çevrilen boşluğu aşan çevresel etkinin negatif görünüşleri (Ortak mülk)" ni değerlendirir.



Şekil 4.2: CASBEE' nin temel bölümleri [Url-17]

CASBEE' de konular her alt kategoride binanın çevresel performansı temel alınarak paylaştırılır. Bu konular, radar grafiği gibi bir grafikte gösterilen final skorunu elde etmek için ağırlık katsayıları ile çarpılır. Son bina çevresel verimliliği (BEE) skoru, genellikle 0.5 ve 3.0 arasındadır [37].

CASBEE dört değerlendirme alanını kapsar; (1) Enerji Etkinliği, (2) Kaynak Etkinliği, (3) Yerel Çevre, (4) İç Mekan Çevresi. Ancak bu dört hedef alanı aynı düşünceleri temsil etmez bu yüzden aynı esasta onları çözmek mümkün değildir. Bu yüzden bu dört alanın içerdiği değerlendirme kategorileri, sınanıp tekrar düzenlenmiştir [Url-17]. Sonuç olarak, değerlendirme kategorileri Şekil 4.3' te gösterildiği gibi payda Q (Yapı çevresel kalite ve performans) ve paydada L (Çevresel yüklemeleri inşa etmenin azalması) olarak sınıflandırılmıştır. Q, değerlendirme için üç maddeye daha bölünmüştür: Q1 iç mekan çevresi; Q2 servis kalitesi ve Q3 dış mekan çevresi. Benzer şekilde L, L1 enerji; L2 kaynaklar ve malzemeler ve L3 tesis dışı çevreye bölünmüştür.

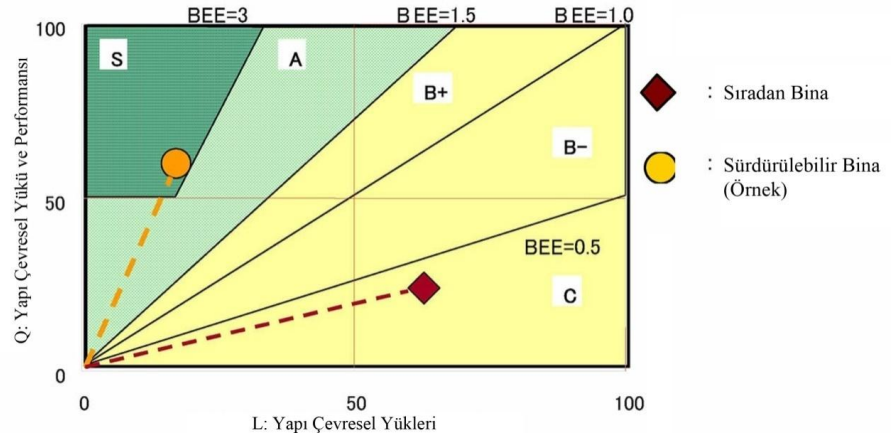


Şekil 4.3: CASBEE' nin değerlendirme kategorilerinin sınıflandırılması

Yapı çevresel etkinliği; bu değerlendirme kategorilerinin sınıflandırılmasıyla oluşan Q (yapı çevresel kalite ve performansı) ile L' nin (yapı çevresel yükü) birbirine oranıyla elde edilir **(4.1)**.

$$\text{Yapı Çevresel Etkinliği (BEE)} = \frac{Q}{L} \qquad \textbf{(4.1)}$$

BEE (Building Environmental Efficiency- Yapı Çevresel Etkinliği)' nin kullanımı, yapı çevresel performans değerlendirme sonuçlarının daha basit ve daha açık sunumunu sağlamıştır [Url-17]. BEE değerleri, Şekil 4.4' teki X ekseninde L (yapı çevresel yükleri) ve Y ekseninde Q'nun (yapı çevresel yükü ve performansı) birbirine oranından elde edilir. Daha yüksek Q değeri ve daha düşük L değeri, daha sürdürülebilir binadır. Bu yaklaşımı kullanarak, bu eğimler ile sınırlanan alanları kullanan yapının çevresel değerlendirmesinin sonuçlarını sunmak mümkündür. Böylece, yapılar için değerlendirme "C sınıfı" (zayıf), "B- sınıfı" , "B+ sınıfı", "A sınıfı" ve "S sınıfı" (mükemmel) olarak yapılır.



Şekil 4.4: CASBEE ile yapının sürdürülebilirlik derecelendirmesi

4.4.2 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanılarak yapı malzemelerini değerlendiren araçlar

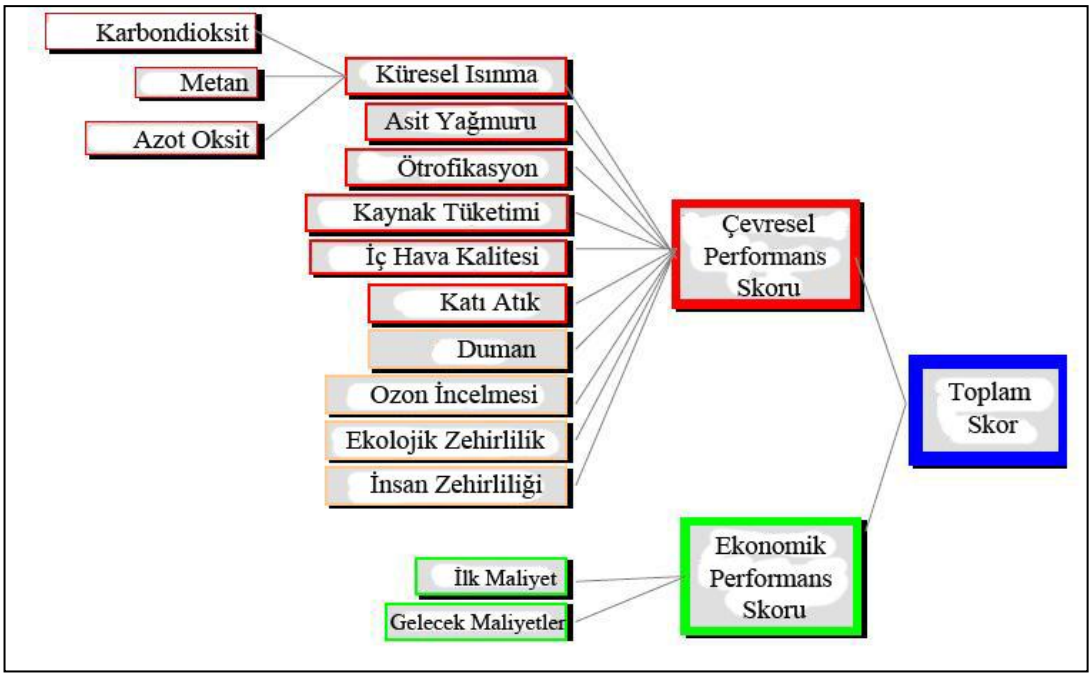
Bu başlık altında yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemini yapı malzemesi ölçeğinde kullanan araçlar incelenmiştir.

4.4.2.1 BEES (Building for environmental and economic sustainability – Çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik için yapı – ABD)

Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik için Yapı (BEES) yapı ürünlerinin çevresel performansını ölçen bir yazılım aracıdır ve Birleşik Devletler Çevre Koruma Kuruluşu (EPA) Çevresel Satın Alma Programı ve Konutta Gelişen Teknoloji için Ortaklık (PATH)' ın desteğiyle Ulusal Standart ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından geliştirilmiştir. BEES bir ürünün yaşam döngüsünü tüm süreçleriyle inceler. Bu süreçlerde aşağıdaki çevresel etkiler ölçülmektedir:

- Asit yağmuru
- Ekolojik zehirlilik
- Ötrofikasyon
- Küresel ısınma
- İnsan zehirliliği
- İç hava kalitesi
- Ozon incelmesi
- Kaynak tüketimi
- Duman
- Katı atık

BEES ilk yatırım, değiştirme, kullanım, bakım ve onarım ve elden çıkarma fiyatlarını kapsayan yaşam döngüsü maliyetini kullanarak ekonomik performansı da ölçer. Şekil 4.5' te YDD için BEES yaklaşımını göstermektedir. BEES toplam performans ölçümünü oluşturmak için ekonomik performansla birlikte çevresel etkileri de kapsayacak çok nitelikli bir karar analizi yapar [Url-15]. BEES kullanıcısı, bağıl önemliliği kullanıcıya bağlı ya da yazılımla sağlanan çevresel ve ekonomik performans skorlarını birleştirmek için bir ağırlık faktörü belirler.



Şekil 4.5: BEES' in YDD yaklaşımı [Url-15]

4.4.2.2 EPM (Environmnetal preference method - Çevresel seçim yöntemi – Hollanda)

EPM 1991'de Woon/Energie (şimdiki adıyla W/E) tarafından sürdürülebilir yaşamda 'konutta denenen yönlendirme komitesi' (SEV) programını temel alarak geliştirilmiştir. Mevcut olup yenilenen ya da yeni binaların oluşumunda kullanılan yapı malzemeleri Çevresel Seçim Yöntemi (EPM) ile çevresel etkilerine göre karşılaştırılır ve sıralanır. Tercih sıralaması bir yapıdaki duvar yapımından çatıdaki su geçirmez membranlara, mutfak ünitelerine kadar her bir yapı elemanı için geliştirilmiştir. Maliyet ya da estetikle ilgili değerlendirme yapılmaz [11].

EPM bir yapı malzemesi ya da ürünün hammadde çıkarımı, üretim evresi, yapım evresi, kullanım evresi ve yıkım evresinden oluşan tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini göz önünde bulundurur. Değerlendirmede göz önünde bulundurulan konular şunlardır:

- Hammadde açığı
- Hammadde çıkarımından kaynaklanan ekolojik tahribat
- Ulaşım dahil bütün süreçlerdeki enerji tüketimi
- Su tüketimi
- Gürültü ve koku kirliliği

- Ozon incelmesine sebep olan zararlı yayılımlar
- Küresel ısınma ve asit yağmuru
- Sağlık durumları
- Afet riski
- Onarılabilme
- Tekrar kullanılabilme
- Atık

EPM' ye göre sürdürülebilir yapı malzemelerini seçmek için temel strateji şu adımları takip eder:

1- Malzemelerin gereksiz kullanımını engellemek ve verimi kullanımını sağlamak
2- Yenilenebilir ve geri dönüştürülmüş kaynakları kullanmak
3- En az çevresel etkiye sahip malzemeleri seçmek [11].

Yöntem, ulaşılabilen malzeme ve ürünleri çevresel tercihe göre karşılaştırıp sıralamayı amaçlar. Sonuç kesin bir değerlendirme değildir ancak çevresel etkiyi temel alan bağlantılı sıralamadır. Bu bölüm EPM' nin iki ana bakışını ayrıntılı olarak ele alır; bunlar EPM' nin yapısı ve sonuçların uygulanmasıdır.

EPM, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile aynı ama basit bir yapıyı takip eder. EPM' de de bir malzemenin tüm yaşam döngüsü ele alınır. EPM 'küresel analiz' ve 'problem analizi' nin bir kombinasyonu olarak düşünülebilir. Yani, bütün ilişkili durumlar göz önünde bulundurulur ancak ulaşılabilir bilgiler temel alınır. Çok büyük etkiler göstermesi beklenen durumlar çok daha fazla araştırılır. Bu şekilde ilişkili farklılıklar ortaya çıkar. Kıyaslamalar, fonksiyonel birim olarak kilogram, metre yerine bir yapı bileşeninin kesin yaşam süresi ele alınarak yapılır. Örneğin yalıtım malzemesinin çevreye verdiği zararı ölçmek için; $1m^2$ yüzeyi yalıtmak için gereken malzemeler karşılaştırılır. Yaşam döngüsünün tüm süreçleri değerlendirmeye alınır. EPM' nin prosedürü YDD gibi amaç tanımı, envanter, sınıflandırma ve değerlendirme olarak 4 bölümden oluşur [11].

Amaç tanımında, malzeme seçiminde uygun alternatifler seçilir ve fonksiyonel birim ile belirli bir uygulama için gereken malzemenin miktarı belirlenir. Envanter aşamasında her alternatifin çevresel etkisinin belirlendiği aşamadır. Bu etkiler kaynakların kullanımı, zehirli gaz yayılımı ve atık üretimi gibi nicel ve nitel olabilir.

Sınıflandırma aşamasında; etkiler, beş ana çevresel durumda değerlendirmelere çevrilir; kaynaklar, enerji, yayılımlar, tahribat ve atık. Diğer üç özellik de dikkate alınır; tekrar kullanım, onarılabilme ve hizmet süresi. Alternatifler artı işareti, sıfır, eksi işareti çok zararlı bir etki varsa x işaretiyle durum/özellik matrisinde karşılaştırılır. Değerlendirmede bu matris olası seçeneklerin çevresel tercihini belirlemede temeldir. Her uygulama için uygunlukları aynı olmadığından her durum için belirlenmiş bir skor ağırlığı yoktur.

Yapı malzemeleri alternatifleri, çevreye en az etki göstereninden en fazla gösterenine doğru sıralanır. Tercih 1, çevresel etkisi en az olandır; dördüncü ve en son sıradaki, önerilmeyen ya da en son tercih edilecek olandır. Aşağıda örneği verilen bu şemayla hızlı bir şekilde göz gezdirme sağlanır:

Yapı elemanları bir dizi bileşenlere ayrılır. Her bileşen için ana çevresel tercih verilir, ardından gerekçeler ve yorumlar belirtilir. Ayrıca çevreyi tehdit eden alternatifler de şemanın sonunda belirtilir. Tamamen objektif bir yargılama olmasına rağmen, 'önerilmez' kategorisindeki sıralama uygun alternatiflerin olmasına bağlıdır.

Her yapı bileşeninin değişik alternatifleri karşılaştırılır. Bir malzeme belirli bir uygulamada bir çevresel etki kategorisinde ciddi tehlikeli etkilere sahipse, özellikle de alternatifleri varsa önerilmemek için yeterlidir.

Çevresel tercihlerin gerekçeleri, çeşitli alternatifler arasındaki seçimin hangi sebepten dolayı yapıldığını belirtir. Örneğin enerji tüketiminde aynı kötü skora sahip iki seçimden birinin enerji tüketiminin azaltılabileceğinin belirtilmesi çevresel tercihin gerekçesidir.

Basit seçim aşamasında en uygun seçenek belirtilir. Bu genelde ikinci ya da üçüncü tercihtir. Çünkü ilk tercihin maliyeti genelde yüksek olur ya da uygulamayla ilgili zorlukları vardır. Basit seçim, pratik çözümdür; düşük çevresel etkiye sahip, uygulaması kolaydır.

Daha nadir ve daha az çevresel etkiye sahip ürün alternatifleri kullanılan durumlarda bazı zorluklar vardır. Maliyet faktörü bu noktada önemlidir. Çevresel açıdan az zararlı ürünlerin maliyetleri kısmen yüksektir; çünkü üretim küçük ölçeklidir ya da yüklenici ürüne yabancı olduğu için ekstra çalışır. Çizelge 4.1' de EPM için bir örnek görülmektedir.

Çizelge 4.1: EPM için bir örnek – Dış pencere çerçevesi [11]

	Tercih 1	*Tercih 2*	*Tercih 3*	*Önerilmez*
Dış Pencere Çerçevesi	Sürdürülebilir, Dayanıklı ahşap, İşlenmemiş yumuşak ağaç	Katı borat ekli yumuşak ağaç	Alüminyum, korunmuş yumuşak ahşap, Geri dönüştürülmüş PVC	Tropik ahşap, PVC
Çevresel tercih	Alüminyum ya da PVC çerçevenin üretim süreci ahşap çerçeveden çok daha fazla çevresel tahribat yapar. 'Geri dönüştürülmüş PVC'önemli bir bölümü geri dönüştürülmüş demektir. Az kaliteli yumuşak ağaç, çok miktarda koruma gerektirir ve 1960-1970lerde yaygın olarak kullanılmıştır. Daha dayanıklı ağaç kullanmak olası bir çözümdür. İşlenmemiş yumuşak ağaç da seçilen ağacın kalitesine göre olası bir çözümdür.			
Önerilmez	Yenilenemeyen ağaç, ekosistemin bozulmasından dolayı önerilmez.			
Basit seçim	Katı borat ekli yumuşak ağaç			
Açıklamalar	İşlenmemiş yumuşak ağaç çerçeveleri çevresel tercih başlığında 10 yıl garanti ile sunulmaktadır. Bu çerçeveler diğer alternatiflerden daha pahalıdır. Alüminyum çerçeveler yaklaşık olarak aynı pahalılıktadır. Yeniden kullanım olasılığı alüminyumun bir avantajıdır.			

4.4.2.3 ERG (Environmental resource guide – Çevresel kaynak rehberi – Amerika)

Çevresel kaynak rehberi (ERG) mimarlar, tasarımcılar, inşaatçılar ve ilgili gruplara çevresel bilgiyi sağlamak için oluşturulmuştur. Rehber, alan seçiminden tasarıma, yapım, kullanım ve yenileme ya da yıkıma kadar tüm aşamaları incelemek için hazırlanmıştır ve yapı malzemelerini incelemektedir.

ERG, ABD Çevre Koruma Ajansı' nın Araştırma ve Geliştirme Ofisi' nin fonuyla Amerikan Mimarlar Enstitüsü' nün bir projesidir. ERG' nin temel öncülü, tasarımcıların her bir projede verdikleri yüzlerce kararda çevresel faktörleri de hesaba katacak araçları oluşturarak, çevre kalitesini arttırmak ve kirliliği önlemek için önemli bir katkı oluşturmaktır [29].

Çevresel yönden bilinçli mimar veya tasarımcı, yer seçiminin çevresel durumu, enerji kullanımı ve koruma, atık yönetimi ve malzeme seçimi gibi yapılı çevreye bütünleşmiş bir yaklaşım izler. Bu yöntem raporunun odağı olan malzeme seçimi, yapılı çevreye şekil veren kararların arasında önemli bir adımdır.

Genellikle, her tasarım elemanı veya özel mimari uygulamalar için birkaç alternatif yaklaşım veya malzemeler vardır. Bu alternatifler, çevresel ağır yükler taşıyabildiği gibi çevresel faydalar da içerebilir.

ERG' de malzeme raporları bir mimarın çeşitli malzemelerin, diğer faktörlerin hepsiyle beraber çevresel etkilerinin de tasarım ve malzeme seçiminde karşılaştırıldığını düşünmesi için ihtiyaç duyduğu bilgiyi sunmak için oluşturulmuştur. Raporlar, hangi malzemenin en iyi olduğunu göstermek yerine kullanıcılara en iyi malzemeleri kendilerinin seçmeleri ve kullanmaları için bilgi sunmaktadır.

ERG' de malzeme raporları, bir yaşam döngüsü yapısı kullanır. ERG için tasarlanan YDD tabanlı yöntem, yaşam döngüsü değerlendirmesinin ana fikriyle beşikten mezara kadar yapı malzemelerinin çevresel etkilerini belirler. Bu yöntem, (SETAC) çevresel toksikoloji ve kimya topluluğu ve Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirilen prensiplerin birçoğunu izler. Yine de, bu yöntem bazı noktalarda bu prensiplerden ayrılır. Bu noktalar şunlardır:

- ERG nicel bilgiye ek olarak nitel bilgi de kullanarak YDD yöntemini yeniden düzenler.
- Birçok YDD çalışmasında envanter analizi yapılırken girdi ve çıktıların miktarlarına değinilir, fakat bunların etkilerinden bahsedilmez. Ayrıca, YDD çalışmalarının birçoğunda etkiler değerlendirilmez ya da etkilerin zararlı sayılabilecek niteliklerinden bahsedilmez..
- ERG yaşam döngüsünün "kullanım" aşamasını genişletmiştir. ERG ye göre YDD yöntemleri tam olarak, kullanım aşamasını geliştirmemiştir. ERG yöntemi, yapı sektörü tarafından ihtiyaç duyulan bilgiyi kapsaması için kullanım aşamasını yeniden değerlendirir.
- ERG, özel ürünlerden ziyade genel malzemelere hitap eder. Bu, malzemelerin ve onların çevresel durumlarının kategorilerinde bilgiyi sağlarken, özel ürün formülasyon bilgisini de korumaktadır.

- Alternatif malzemelerin olası çevresel etkilerinin öneminin belirlenmesinde; müşteri, tasarımcı ya da diğer ilgili karar verici projede kullanacak olduğu çevresel değerler veya kriterleri açıkça seçebilir [29].

ERG nin temelini oluşturan yaklaşım, yer seçimiyle başlayan; tasarım, yapım, kullanımla devam edip yıkım veya yenilemeyle son bulan süreçleri kapsayan yaşam-döngüsü düşüncesini tüm binaya uygular. Bu yaklaşım, yapı tasarımının her aşamasında mimarlar veya planlamacıların çevresel faktörleri anlamalarını ve hesaba katmalarını sağlar. Bu yaklaşımı kullanarak, karar vericiler çeşitli tasarım kararlarının ve malzeme seçimlerinin etkilerini görebilirler.

YDD' nin yapı malzemeleri araştırmasına uyarlanması:

YDD, AIA' nın malzeme araştırması için birkaç sebepten dolayı değiştirilmiştir:

- İlk olarak, yapı malzemeleri diğer tüketici ürünlerinden bazı noktalarda farklıdır:
    - Malzemeler yapıda elemanların bir parçası haline gelir ve yaşam döngüleri bu elemanlara bağlanır.
    - Yok etme aşaması uzak gelecektedir ve olabilecek geri dönüşümü, tekrar kullanımı ya da yok etmeyi tahmin etmek zordur.
    - Binanın yeri, alternatif malzemelerin çevresel durumlarını ölçmekte önemli bir faktör olabilir.
    - Bir malzemenin çevresel durumu, malzemenin binada nasıl kullanıldığına bağlı olarak değişebilir.
- AIA için mevcut fon, projedeki tüm yapı malzemelerinin tam ölçekli YDD' sinin yapılmasına izin vermemektedir. Bu yüzden yöntemde bazı değişiklikler gerekmektedir.
- Mimarların ve tasarımcıların bilgi ihtiyaçları araştırmacılarınkinden farklıdır. Mimarlar ve tasarımcılar, akademik araştırmacıların ihtiyaç duyduğu ölçüm derecelerine ihtiyaç duymayabilirler [29].

EPA ve SETAC tarafından belirlenen YDD yaklaşımına ve yöntemine yapılan değişiklikler şunları içerir:

- Kullanım aşamasının yapı performans karakteristiklerini, malzemelerin yerel ve küresel uygunluğunu ve yararlı ömür ve dayanıklılık fikrini içerecek şekilde genişlemesi

- Envantere ek olarak etki ve iyileştirmeye odaklanma
- Çevresel ve diğer faktörler arasında öncelikleri belirlerken müşteri, tasarımcı ve inşaatçıyı kapsayan kullanıcı değerlerinin açıkça tanımlanması.

Kullanım aşamasının gelişmesi:

AIA malzeme raporunun kullanım aşaması için yeni öğeler eklendi:

- Performans Özellikleri: Alternatif yapı malzemeleri, enerji etkinliği (ısıl performans, aydınlatma yükü) ve iç hava kalitesinde önemli ölçüde değişiklikler gösterebilirler. Bu etkiler olumlu ya da olumsuz olsalar da raporda belirtilmelidir.
- Yerel ve Küresel Uygunluk: Uygunluk düşüncesinin, iki bileşeni vardır. Yerel uygunluk taşımacılık faktörlerine odaklanır: Yerel olarak uygun malzemelerden üretilen ürünler ile, hammaddeleri ve son ürünleri taşımakla oluşacak çevresel yüklerden kaçınılacaktır. Yerel uygunluğa bağlı olarak, verilen bir uygulama için "En iyi" ürün, bir ülkenin bir bölümünden diğerine göre değişebilir. Global uygunluk, sürdürülebilirlikte anahtar konu olan dünya çapında sınırlı kaynakların tüketilmesinin göz önünde bulundurulmasıdır.
- Dayanıklılık ve Yararlı Ömür: Bir uygulamada malzemenin dayanıklılık ve yararlı ömrü, kritiktir. Malzeme A, bütün çevresel parametrelerde madde B' den üstün olsa bile, eğer onun yararlı ömrü madde B' ninkinden çok daha azsa en iyi seçim Madde A olmayabilir [29].

Etki ve iyileştirmeye odaklanma:

YDD yöntem geliştirme çalışmalarının çoğu şimdiye kadar, envanter analizi alanında olmuştur. SETAC, EPA, ve diğerleri, etki değerlendirmesi için yöntemler geliştirmeye başlamıştır. SETAC ve EPA, geliştirme değerlendirmesi için çalışma yapmamıştır ancak bununla beraber çalışma bu alanda ASTM tarafından yürütülmektedir. Etki ve iyileştirme imkanlarıyla ilgili bilgi yapı sektörü için çok önemlidir. Karar vermek için sadece YDD envanter sonuçlarını kullanan karar vericiler “en az en iyidir” ve yayılım miktarı en küçük olan ürün daha iyidir varsayımlarıyla kendi analizlerine bağlı kalırlar. Oysa yüksek ölçüde zehirli bir maddenin küçük bir yayılımı, daha az zehirli bir maddenin büyük yayılımına göre çevreye ve insan sağlığına daha çok zarar verebilir. Bu yüzden malzeme raporlarının

kullanıcılarının atık ve tüketilen kaynaklarının miktarının yanı sıra, insan sağlığına, bitki ve hayvan çeşitliliğine ve ekosistemlere olacak etkileri de bilmeleri önemlidir. Çeşitli etkileri sınıflandıran ve ölçen yaklaşımlar, bu proje için geliştirilmiştir [29].

Kullanıcı değerlerinin açıkça tanımlanması:

Çevresel kriterleri seçerken, belirli bir proje için müşteri ve tasarımcı, hangi çevresel değerlerin, kendileri için en önemli olduğunu kararlaştırmalıdır. Hiçbir bireysel proje, yapı performansında enerji verimliliğini en yüksek dereceye çıkarmak, iç mekan hava kalitesini en üst noktaya çıkarmak, yapıdaki oluşum enerjisini en aza indirmek, zehirli ve zararlı malzemelerin üretimini en aza indirmek, sınırlı kaynaklardan elde edilen malzemelerin kullanımını bırakmak, geri dönüşebilen veya tekrar kullanılan malzemelerin kullanımını en üst seviyeye çıkarmak, bakir malzemesinin kullanımını en aza indirmek, yapı kullanımında üretilen atığı en aza indirmek gibi bütün çevresel amaçlar ve kriterlere hitap edemez. Bu nedenle kullanıcının belirlediği değerler önem kazanmaktadır [29].

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin sunumu:

Raporlama biçimleri, konuyla ilgili mimarların, tasarımcıların, ürün üreticilerinin, araştırmacıların bilginin değişik çeşitlerine odaklanmaları için proje süresince geliştirilmiştir. Bu biçimler, iki farklı türde rapordan oluşur ve her biri hedef kitlenin farklı bölümleri için tasarlanmıştır. Bunlar malzeme raporları ve uygulama raporlarıdır. Malzeme raporları, mimarlar ve tasarımcılara ek olarak malzemeleri üretmek, onarmak, geri dönüştürmek, tekrar kullanmak ya da yok etmek için gereken bileşenler ve süreçler hakkında daha fazla bilgi almak isteyen ürün imalatçıları ve araştırmacılar içindir. Uygulama raporları, farklı malzemelerin kolayca ulaşılabilen karşılaştırmalarını arayan mimarlar ve tasarımcılar içindir.

- *Malzeme raporları*

Malzeme raporları, malzemenin yaşam döngüsü sonucu ortaya çıkan bilgiyi sunar. Bu raporlar, bir malzemenin tüm süreçlerinin ve bileşenlerinin ayrıntılı akış diyagramlarını sunar. Raporda yaşam döngüsünün her aşaması için malzemenin enerji ve su girdisi ile havaya, suya ve toprağa olan yayılımın envanter analizi bulunmaktadır. Bu raporda ayrıca bu girdi ve çıktılar sonucunda olabilecek çevresel etkilerden de bahseder. Rapor özet olarak aşağıdaki konulardan bahseder:

- Yaşam döngüsü boyunca anahtar çevresel konuların bir özeti

- Malzemenin tanım ve yapıdaki kullanım çeşitleri
- Rapordaki malzemelerin YDD' ye göre tam ve kapsamlı akış diyagramları
- Rapordaki malzemelerin tüm süreçlerinin ve bileşenlerinin belirlenip tanımlanması
- Süreçler ve bileşenlerin malzeme, enerji ve su girdileri ile atık çıktılarından oluşan envanter analizleri
- Bu süreçlerin ve bileşenlerin girdi ve çıktılarından kaynaklanan etkilerin tanımı
- Yaşam döngülerinde malzeme ve süreçlere uygulanan düzenlemelerin kısa tanımlamaları

- *Uygulama raporları*

Bu rapor özel uygulamalarda farklı malzemelerin karşılaştırılmaları içindir ve aşağıdaki konulardan bahseder:

- Alternatif malzemelerle ilgili çevresel konuların önemli bölümleri ve önerilerin bir özeti
- Birkaç etki kategorisinde alternatiflerin karşılaştırmalı performansını sunan bir karşılaştırma grafiği
- Her alternatifin etki kategorisi ile düzenlenen çevresel etkilerinin bir özeti
- Mimar ve tasarımcılar için malzeme seçme, malzeme kullanımını azaltma, malzemeleri akıllıca kullanma ve benzer konularda detaylı öneriler
- Her alternatifin teknik raporu temel alan çevresel yaşam döngüsünün özeti
- Referanslar [29]

Malzeme araştırma süreçleri

AIA malzemeleri araştırmalarında kullanılan yaklaşımda dört süreç vardır. Bunlar malzemelerin edinimi ve hazırlanması; üretim; yapım, kullanım ve bakım; geri dönüşüm, yeniden kullanım ya da yok etme. Son iki aşamayla birlikte malzeme yapıya dahil olur ve böylece binanın yaşam döngüsüne bağlanır. Bunun sonucunda da malzemeler için ek zorluklar meydana gelir. Bu aşamaların her biri için envanter bilgi föyü hazırlanmıştır. Çizelge 4.2' de malzeme edinim ve üretim süreci için örnek envanter analiz föyü görülmektedir [29].

Çizelge 4.2: Malzeme edinim ve üretim süreci için örnek envanter analiz föyü [29]

MALZEME / SÜREÇ _____

ÜRÜNÜN TANIMLANAN BİRİMİ _____

GİRDİLER

	Çeşit	Miktar / Birim	Referans
Malzeme Girdisi (1)			
Malzeme Girdisi (2)			
Malzeme Girdisi (3)			
Malzeme Girdisi (4)			
Süreç Enerjisi (1)	Elektrik		
Süreç Enerjisi (2)	Kömür		
Süreç Enerjisi (3)	Doğalgaz		
Süreç Enerjisi (4)	Diğer		
Süreç Enerjisi	Toplam		
İç Enerji			
Oluşum Enerjisi			

Malzemenin Taşınması ☐ Uzun ☐ Orta ☐ Kısa

Taşıma Türü ☐ Kamyon ☐ Tren ☐ Uçak ☐ Gemi ☐ Boru hattı ☐ Diğer

Süreçte Kullanılan Su _____ _____ _____

Tüm bu süreçlerin envanter analizleri sonucunda girdiler ve çıktılardan kaynaklanan etkiler kategorize edilmiştir. Bu etki kategorileri hazırlanırken EPA (Environmental Protection Agency - Çevre Koruma Ajansı) ve SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu) tarafından hazırlanan etki kategorileri incelenmiştir. EPA' ya ait çevresel etki kategorileri Çizelge 4.3' te özetlenmiştir.

Çizelge 4.3: EPA' ya Ait Çevresel Etki Kategorileri [29]

Ekosistem Etkileri	İnsan Sağlığı	Doğal Kaynaklar	Sosyal Refah
Atmosfer Zehir etkileri Ozon tüketimi Seragazı etkisi Görünürlük değişikliği Duman/sis İklim değişikliği (Mikro/makro) **Su** Zehir etkileri Kirlilik Tüketim (yer üstü ve yer altı suyu) Isıl değişim Asidifikasyon Nutrifikasyon Ötrofikasyon Kimyasal değişim **Toprak** Zehir etkileri Tuzluluk Asidifikasyon Verimlilik Erozyon **Diğer** Yer biçimine olan etkiler Biyoçeşitlilik etkileri Doğal yaşam değişimi	**Kronik Etkiler** Kanserojen Mutajenik Teratojenik Nörolojik tahribat Tekrar eden rahatsızlıklar **Kronik Olmayan Etkiler** Kazalar Radyasyon Gürültü Renk, tat Mikroplar	**Stok(Yenilenemeyen)** Fosil yakıtlar Mineraller Nükleer enerji Toprak Atmosfer Hidrosfer **Akış (Yenilenebilir)** Su kaynakları Orman ürünleri Tarımsal ürünler Tatlı su ürünleri Tuzlu su ürünleri Flora – fauna Yer (katı atık sahası gibi) Rüzgar enerjisi Okyanus gel-git enerjisi Güneş enerjisi	**Demografik** Göç Hastalık Verimlilik Ölüm **Ekonomik** Emlak değeri değişimi Enflasyon Fırsat maliyeti Sektöre bağlı etkiler **Sosyal** Devlet ilişkileri Yönetmelikler Yaşam kalitesi **Toplum** Kamu hizmeti Altyapı Memnuniyet **Aile** Yapısal değişiklikler Karar değişiklikleri İstihdam

SETAC tarafından hazırlanan etki kategorileri ise Çizelge 4.4' te görülmektedir.

Çizelge 4.4: SETAC Tarafından Hazırlanan Etki Kategorileri [29]

Ekolojik Sağlık	**İnsan Sağlığı**	**Kaynak Tüketimi**	**Sosyal Refahla Bağlı Ekolojik Sağlık, İnsan Sağlığı, Kaynak Tüketimi**
Yapı Nüfus, toplum ve ekosistem Besin zinciri basamağı Doğal ortam **Fonksiyon** Verimlilik Süreçler (karbon, nitrojen ve kükürt döngüsü gibi) **Biyoçeşitlilik** Doğal ortam kaybı Nadir ve nesli tükenmekte olan türler	Kronik Olmayan Etkiler (Güvenlik konuları) Kronik Etkiler (Hastalıklar)	Stok (Yenilenemeyen kaynaklar) Akış (Yenilenebilir kaynaklar)	Hava, su, toprak niteliği ve niceliği Tarımsal verimlilik Doğal kaynak verimliliği (ahşap gibi) Rekreasyon Maddi hasar Estetik

Tüm bu örnek etki kategorileri doğrultusunda ERG için Çizelge 4.5' teki etki kategorileri oluşturulmuştur.

Çizelge 4.5: ERG için Hazırlanan Etki Kategorileri [29]

Çevre ve Ekosistemler İçin Olası Etkiler	**İnsan Sağlığı İçin Olası Etkiler**	**Enerji Etkinliği**	**Yapı Malzemeleri / Yapı Kullanımına Bağlı Diğer Faktörler**
Atmosfer ve hava kalitesine etkiler Su kalitesine olan etkiler Toprak kalitesine olan etkiler Biyoçeşitlilik ve doğal yaşamın başkalaşımı ya da kaybı Kaynak tüketimi	Çalışanlara etkiler İç hava kalitesinin bina kullanıcılarına etkileri Ulusal, uluslararası topluma etkiler	Ürün ya da malzeme yaşam döngüsünde süreç enerjisi Ürün ya da malzeme yaşam döngüsünde ulaşım enerjisi Tüm binanın enerji kullanımında ürün ya da malzemenin etkileri	Dayanım, ürün ya da malzemenin yararlı ömrü Ürün ya da malzemenin yararlı ömrü boyunca bakım gereksinimleri Yenileme ya da yıkım sırasında ürün ya da malzemenin tekrar kullanılabilirliği ya da geri dönüştürülebilirliği

Bu çevresel etkilerle Çizelge 4.6' daki gibi bir matris oluşturularak malzemeler birbirleri ile kıyaslanabilmektedir. Malzemelerin performansları ise "iyi", "iyi ile

iyiye yakın arası", "iyiye yakın", "iyiye yakın ile yetersiz arası", "iyi ile yetersiz arası", "yetersiz" olarak derecelendirilir.

Çizelge 4.6: ERG Etki Değerlendirmesi Matris Örneği [29]

	Çevre ve Ekosistemler					**Sağlık ve Refah**			**Enerji**			**Bina kullanımı**		
	Hava Kalitesi/Atmosferik Etkiler	Su Kalitesi / Elverişlilik	Alan ve Toprak Kullanımı/Elverişlilik	İşlenmemiş kaynak tüketimi	Biyoçeşitlilik / doğal yaşam kaybıo	Çalışan sağlığı	Kullanıcı Sağlığı – İçmekan hava	Toplum sağlığı ve refahı	Üretim	Taşıma	Kullanımda harcanan enerji etkisi	Ortalama hizmet ömrü / dayanım	Bakım gereksinimleri	Tekrar kullanım / geri dönüşülebilirlik
Malzeme A														
Malzeme B														
Malzeme C														

4.4.3 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanan ürün etiket kuruluşları

Bu başlık altında ürün, sistem ya da malzemeleri yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemiyle değerlendirerek kendi ölçütlerini sağladıkları takdirde onlara etiket veren kuruluşların çalışmaları incelenmiştir.

4.4.3.1 AB Eko-etiketleme şeması (EC Eco-labelling scheme)

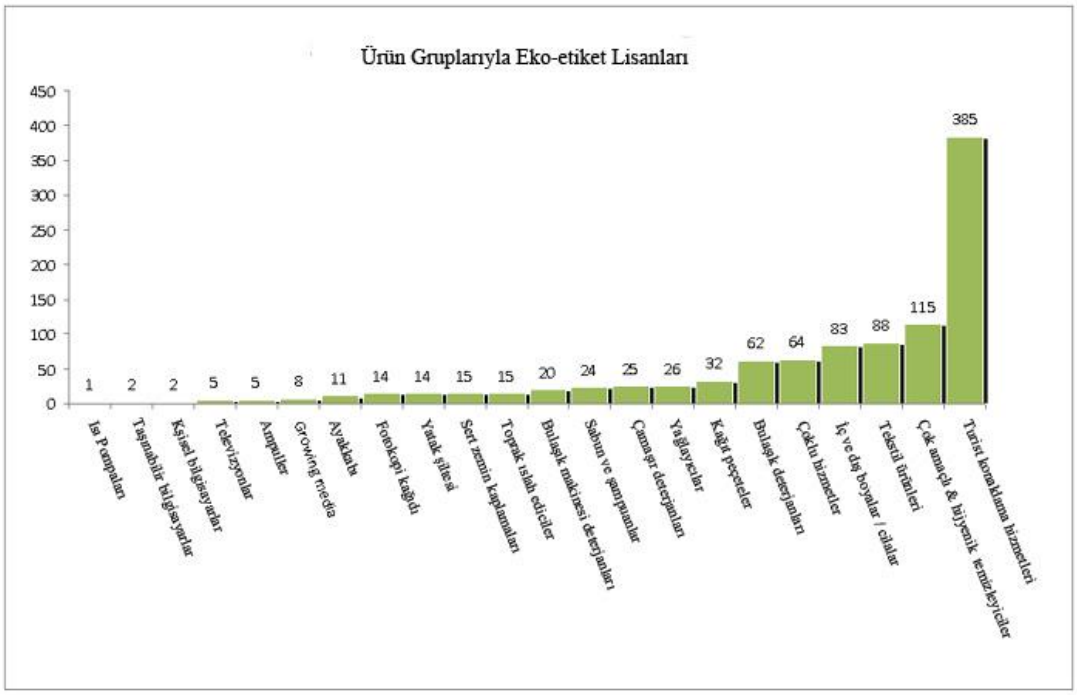
Eko-etiket; iş dünyasının piyasaya çevreye duyarlı ürünler ve hizmetler sürmelerini desteklemek amacıyla 1992'de kurulan gönüllü bir şemadır. Eko-etiketlemenin ana prensibi, tüketicilere satın aldıkları ürünün çevresel etkileriyle ilgili bilgi vermektir. Eko-etiket kazanmış ürün ve hizmetler tüketicilere kendilerini kolayca tanımaları için çiçek logosunu taşırlar. Avrupa Birliği Eko-Etiketleme Şeması günümüzde temizlik ürünleri, çeşitli aletler, kağıt ürünleri, tekstil ürünleri, ev ve bahçe ürünleri, turist konaklaması gibi servisler dahil bir çok ürün grubu ve servisleri kapsamaktadır. Eko-

etiket kriteri tek bir faktöre bağlı değildir; ürünün ya da servisin yaşam döngüsü boyunca tüm süreçlerde çevreye verdiği etkileri analiz eder [7,8,Url-10].

Çeşitli ürünler ya da ürün grupları eko-etiket almak için kendi özelliklerine göre belirli kriterler doğrultusunda değerlendirilirler. Örneğin; Eko-etiket almış bir iç duvar boyasından beklenen performans şöyledir:

- Beyaz pigment kullanımı azaltılmış olmalı
- Pigmentler kesin ekolojik kriterlere göre üretilmeli
- Ürün en az miktarda solvent bırakmalı
- Ürün ağır metaller, kanserojen ya da zehirli maddeler içermemeli

Ürün gruplarına göre eko-etiket lisansları Şekil 4.6' da görülmektedir [Url-10].



Şekil 4.6: Ürün gruplarına göre eko-etiket lisansları [Url-10]

Eko-etiketleme karmaşık bir konudur. Etkilerin değerlendirilmesi kabul edilmiş parametrelere, yapılan kabullere, bilgi düzeyine ve ileride meydana gelebilecek hasarın zamanına bağlıdır. Etki; kısa dönem ve uzun dönem olarak iki aşamada tanımlanır. Çünkü şuan çevreyle dost görünen ürünler ileride çevreye zararlı olarak nitelendirilebilirler [8].

Yapı malzemelerinin ve ürünlerinin eko-etiketleme kapsamında değerlendirilip ekolojik etkilerinin tümüne ulaşılması için; yaşam döngüsü analizi, etki

değerlendirmesi, enerji modellemesi ve çevresel denetlemeler gibi çalışmaların kullanılması gerekir. Bunların dördünün çeşitli kombinasyonlarla kullanılması 'Eko-etiketleme Komitesi' ne değerlendirme kararına ulaşmada güvenilir bir yöntem sağlar [Url-10].

Avrupa Birliği-AB, Eko-etiketleme şeması tüm yapıdan çok yapı bileşenlerini ele alır. Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü çalışmaları sadece kanuni bir faaliyet olarak görünmektedir ve ürünler arasında tutarlı bir yaklaşım geliştirmek için daha yol vardır. Zamanla, tasarımcıya çevreye dost yapılar üretmesi için yardımcı olacak modeller ortaya çıkacaktır. Son dönemlerde İngiltere Eko-etiketleme komitesi etkinin ana ölçütleri olarak enerji kullanımı, su tüketimi ve deterjan kullanımı kriterlerini kullanarak çamaşır makinesini de şemaya eklemiştir. Makine için ortalama hizmet süresi on iki yıl olarak kabul edildiğinde bu etkiler makineyi yapmak ya da yok etmekten çok daha fazla ekolojik önem arz eder [8].

4.4.3.2 Blue angel (Mavi melek - Almanya)

Mavi Melek, 1978' de Almanya'da İçişleri Bakanlığı öncülüğünde kurulmuş bir etikettir. Mavi Melek kendini, hizmetlerin ve ürünlerin pozitif çevresel özelliklerini ayırt etmek için tasarlanan çevresel politikanın piyasa-uygunluk aracı olarak düşünür. Böylece ürünlerin (yiyeceklerin dışında) ve servislerin en iyi olası ekolojik özellikleri için yarışmalarını sağlar [8,Url-11]. Mavi Melek ayrıca sürdürülebilir bir gelişime doğru ekonominin yapısal değişikliğini hızlandırmaya yardım eder. Bugün, yaklaşık 10,000 ürün ve hizmet; 80 ürün kategorisi, mavi melek eko-etiketini taşır.

Mavi Melek aşağıdaki dört kuruluşun sorumluluğundadır:

Çevresel Etiket Jürisi, çevre ve tüketici birlikleri, sendikalar, sanayi, ticaret, sanat, yerel otoriteler, bilim, medya, kiliseler ve birleşik devletlerin temsilcilerinden oluşturulan bağımsız bir karar verme kuruluşudur.

Çevre Doğa Koruması İçin Federal Bakanlık ve Nükleer Emniyet, etiketin sahibidir. Düzenli olarak, çevresel etiket jürisinin kararları hakkında halkı bilgilendirir.

"Eco-etiketleme, Eco-bildiri ve Eco-temin" bölümüyle Federal Çevre Sorunları Müdürlüğü, çevresel etiket jürisinin ofisi olarak görev yapar ve Mavi Melek için temel ödül ölçütlerinin teknik kriterlerini geliştirir. RAL gGmbH ise etiket-ödüllendirme birimidir.

Mavi Melek etiketinin logosunda ürünün ana çevresel özelliklerini belirten bir yazı; örneğin "enerji tasarrufu sağlar" ve ürünün ana koruma amacını; örneğin "kaynakları korur" belirtir. Bu şekilde tüketici ürüne ilk baktığında ürünün çevresel özellikleri hakkında fikir sahibi olur. Mavi Melek, dört tane çevresel soruna değinir. Bunlar sağlık korunumu, iklim korunumu, su korunumu ve kaynak korunumudur. Bilgisayardan ofis mobilyasına, zemin kaplama malzemelerinden bahçe donanımlarına kadar farklı ürün çeşitleri değerlendirilip Mavi Melek damgasını almışlardır.

4.4.3.3 Eco mark (Eko marka - Japonya)

Çevreyi korumaya katkıda bulunmak için tıpkı bir sertifika gibi, bir ürüne vurulan damga olan Eko Mark, tüketicilerin çevre dostu ürün seçimi yapmalarını ve yaşam ve çevrenin ilişkisini düşünmelerini hedefler. Eko Mark Japon Çevre Kurumu tarafından gerçekleştirilen ve ISO 14020 ve ISO 14024 standartlarını temel alan bir programdır. Eko Mark' ta ürün kategorisi; endüstri dünyası, tüketiciler ve bilim adamları gibi temsilcilerden meydana gelen 'Kategori ve Kriter Oluşturan Eko Mark Komitesi' tarafından çevresel koruma için uygun olduğu kabul edilen ürünlerin kategorilerine seçilir. Her ürün kategorisi için Sertifika Kriteri, ürünlerin çevresel yaşam süreçlerini (kaynak çıkarımı, üretim, dağıtım, kullanım, yok oluş ve geri dönüşüm) dikkate alır. Kağıt, tekstil ürünleri, çanta, cam ürünleri gibi çeşitli kategoriler bulunmaktadır [Url-12].

4.4.4 Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanan ürün bildirim kuruluşları

Bu başlık altında yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemini kullanan ve ürünün çevresel etkileri hakkında bir sonuca varmayan, sadece karar vericilere çevresel etkiler hakkında bilgi veren kuruluşların çalışmaları incelenmiştir.

4.4.4.1 GreenFormat (ABD)

GreenFormat, üreticilere sürdürülebilirliği etkileyen ürünlerinin özelliklerini doğru olarak düzenlemelerini ve açıklamalarını sağlayan web tabanlı bir CSI formatıdır. Tasarımcılar, yükleniciler ve yapı işletmecileri yeşil amaçlarına ulaşabilmelerine yardım eden ürünleri özellikleriyle bulmak için GreenFormat'ı kullanırlar. GreenFormat bir ürünün ekolojik olup olmadığını amaçlamak için araştırmaz. Bunun yerine kapsamlı bir anket kullanarak, uygun olan belirli endüstri standartlarını

referans vererek ve her bir üretici girdisi için her kategorinin sonunda boşluk sağlayarak bir ürünün özelliklerini belirtir. Standart ve sertifikalarla sorular aracılığıyla ilişki kurarak sürdürülebilir iddiaları ispatlamak, hem üreticiler hem de tasarımcılar için yarar sağlar [Url-6].

GreenFormat ürününü sıralamak isteyen tüm üreticilere açıktır. CSI herhangi bir ürüne taraf olmaz, bunun yerine yetişmiş yapı profesyonellerinin ihtiyaçlarını karşılayan ürünlerin değerlerini hesaba katmaları ve özgün bir proje için en iyi tercihi yapmaları için onları teşvik eder [Url-6]. GreenFromat' ın beş kategori başlığı vardır. Bu başlıklar gerektiğinde kendi içinde de alt başlıklara ayrılmaktadır.

GreenFormat Kategori Özeti:

- Geçmiş Bilgisi
- Ürün detayları
- Ürün yaşam Döngüsü
- Ek bilgiler
- İzin

- Geçmiş Bilgisi: Bu veriler geneldir, MasterFormat sınıflandırma sisteminin numaralarına göre kategorilere ayrılır (ya da sınıflandırılır); üreticinin adı, üreticinin ürün hakkında kısa tanımıyla ürün ya da marka adı ve bilginin tarihini içerir. Kullanıcı bu bilgiyi MasterFormat numarası ile, üreticinin adı ile, marka ismiyle ya da anahtar kelime ile arayabilir.
- Ürün Detayları: Bu kategori şartnamenin dört yönteminden üçünü; referans standardı şartnamesi, performans şartnamesi ve tanımlayıcı şartname yöntemlerini gösterir. Şartnamenin dördüncü yöntemi olan patent yönteminde, kategori 1' de sunulan bilgi kullanılabilir.
- Ürün Yaşam Döngüsü: Bu kategori bir tasarımcı sürdürülebilir bir ürün seçerken değerlendirme yapabilmesi için yapı malzemelerinin yaşam döngüsündeki aşamalarını tanımlar. Bir ürünün yaşam döngüsü analizlerindeki tüm bilgiyi içermez ancak ürünün tüm yaşamının her aşamasında sürdürülebilirlik sorularını cevaplayan bilgileri içerir.
- Ek Bilgi: Ek bilgi, üreticiye kendi firmalarının çevresel politikalarıyla ilgili paylaşmak istedikleri bilgileri, kendi ürünlerini listeleyen diğer çevresel grupları ya da paylaşmak istedikleri diğer çevresel bilgileri paylaşmalarını sağlar.

- İzin: İzin, CSI ve GreenFormat kullanıcıların için, üretici tarafından verilen bilginin doğru ve gerçek olduğunun bir garantisidir ve arkasında firmanın resmi şerhi vardır [Url-6].

GreenFormat' ta yayınlanmış bir ahşap kapıya ait bilgiler Şekil 4.7' deki gibidir.



GENEL BİLGİ

The Maiman Şirketi
Master Format Numarası: 08 14 33

ÜRÜN DETAYLARI

2.1 SÜRDÜRÜLEBİLİR STANDARTLAR VE SERTİFİKALAR 2.2 SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS KRİTERİ 2.3 ÜRÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİLEŞENLERİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR STANDARTLAR VE SERTİFİKALAR

Üçüncü Taraf Belgelendirme Sistemi - Diğer Sertifika Kategorileri

Sertifika Adı	Sertifika Veren Kuruluş	Seviye	Sertifika Numarası	Etkinleştirme Tarihi	Geçerlilik Süresi
Diğer	Bilimsel Sertifika	Gözetim Zinciri	scs-coc-00	24/09/2008	60 ay

SÜRDÜRÜLEBİLİR PERFORMANS KRİTERİ

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

ÜRÜNÜN SÜRDÜRÜLEBİLİR BİLEŞENLERİ

Geridönüşümlü İçerik

Ürün herhangi geridönüşümlü içerik içeriyor mu ? ✔ Evet

Tüketiciden sonra:
toplam ürünün ağırlığına oranı:
8 birim

Toplam:
toplam ürünün ağırlığına oranı:
65 birim

Tüketiciden önce:
toplam ürünün ağırlığına oranı:
57 birim

Eğer evet ise, bu ölçümler sertifikalandı mı? ✔ Evet

Sertifika Veren Kuruluş	Sertifika Numarası
Bilimsel Sertifika	scs-mc-012

Yayılımlar

Ürün üre formaldehid içeriyor mu? ✔ Hayır

ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ

3.1 YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ Üretici Yorumları 3.2 MALZEME EDİNME VE TAŞIMA
3.3 ÜRETİM 3.4 YAPIM 3.5 KULLANIM 3.6 YIKIM / TEKRAR KULLANIM / GERİ DÖNÜŞÜM

YAŞAM DÖNGÜSÜ ANALİZİ

Bu ürün için bir yaşam döngüsü analizi yapılmış mıdır? ✔ Hayır

Üretici Yorumları

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

MALZEME EDİNİMİ VE TAŞIMA

Yerel Malzemeler

Hammaddeler veya bileşenler, çok fazladır, çok geniş bir bölgeden kaynaklıdır veya net bir cevap verilmeyecek kadar dağınıktır ✔ Evet

ÜRETİM

Üretim ve Destek Tesisleri

Şirket, uluslararası bölgeleri kapsayan bazı ya da tüm üretim tesisleri için ISO 14001'i devam ettirmekte midir? ✔ Hayır

YAPIM

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

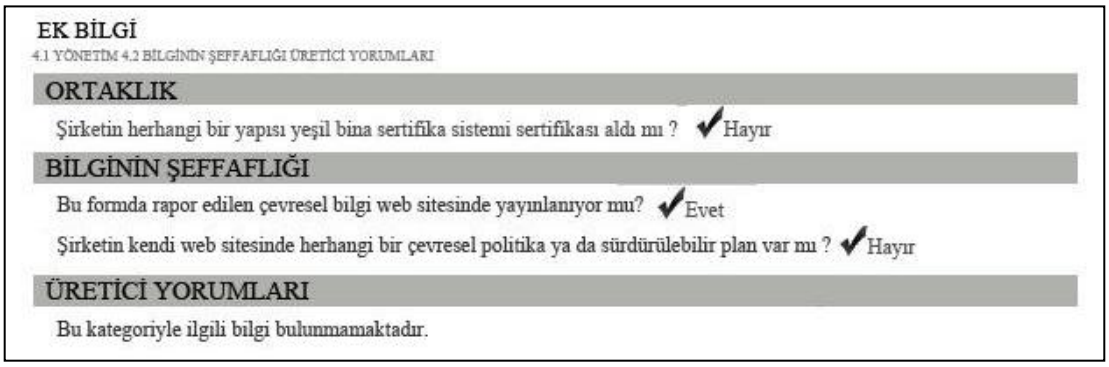
KULLANIM

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

YIKIM / TEKRAR KULLANIM / GERİ DÖNÜŞÜM

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

Şekil 4.7: GreenFormat' ta çevresel açıdan ele alınan bir ürünün bilgi föyü [Url-6]


EK BİLGİ

4.1 YÖNETİM 4.2 BİLGİNİN ŞEFFAFLIĞI ÜRETİCİ YORUMLARI

ORTAKLIK

Şirketin herhangi bir yapısı yeşil bina sertifika sistemi sertifikası aldı mı ? ✔Hayır

BİLGİNİN ŞEFFAFLIĞI

Bu formda rapor edilen çevresel bilgi web sitesinde yayınlanıyor mu? ✔Evet

Şirketin kendi web sitesinde herhangi bir çevresel politika ya da sürdürülebilir plan var mı ? ✔Hayır

ÜRETİCİ YORUMLARI

Bu kategoriyle ilgili bilgi bulunmamaktadır.

Şekil 4.7: GreenFormat' ta çevresel açıdan ele alınan bir ürünün bilgi föyü (devamı) [Url-6]

4.4.4.2 GreenSpec (İngiltere)

GreenSpec, firmalarca üretilen yapı malzemelerini çevresel açıdan değerlendirip bu malzemeyi kullanacak olan tasarımcılara, müteahhitlere ve kara vericilere malzemenin çevresel etkilerini açıklayarak onlara malzemeleri karşılaştırmada ve seçimde yardımcı olan bir kuruluştur. GreenSpec ile ürünler ya da malzemeler aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

L2- tamamlanmış yapı girdileri ve bileşenleri

L3- strüktürel boşluk ve bölme ürünleri

L4- ulaşım, engel ve sirkülasyon ürünleri

L5- kabuklar, kaplamalar ve astarlar

L6- genel amaçlı yapı ürünleri

L7- hizmetler

L8- donanım ve tesisat parçaları

Çizelge 4.7' de görüldüğü gibi bu başlıkların altında alt başlıklar; bu alt başlıkların altında da üreticilerin ürünleri bulunmaktadır.

- L4- Ulaşım, Engel Ve Sirkülasyon Ürünleri
    - L411 Kapılar
        - Dış: Yandan Menteşeli & Sürgülü Kapı

Çizelge 4.7: GreenSpec' te dış kapıların çevresel özeliklere göre karşılaştırılması [Url-7]

Üretici	Ürün	Tip	
Green Building Store	Ecoplus	Yüksek Performanslı Ahşap Kapı	✓ ✓
Green Building Store	Ecoclad	Yüksek Performans Ahşap/Alüminyum Kaplama Kapı	✓ ✓
Green Building Store	Ecocontract	Yüksek Performanslı Ahşap Kapı	✓ ✓
Green Building Store	Ecopassiv	Passivhaus Standardına Göre Yüksek Performanslı Ahşap Kapı	✓ ✓
Pazen Fenstertechnik	Enersign	Yüksek Performans Ahşap/Passivhaus Standardına Göre Camyünü Kapı	✓ ✓

Anahtar

İklim Değişikliğini Düşürme Potansiyeli Olan Ürün/Ekipman

Sürdürülebilir Ürün

Geri Dönüştürülmüş İçerikli Ürün

Sınıflandırma sisteminin en alt basamağında üretici, ürün, ürün tipi bilgileri verilir. Bu ürünlerin iklim değişikliğini düşürme etkisi, sürdürülebilirliği, geri dönüşümlü olup olmadığı belirtilir. Ürün isminin altında ise ürünün künyesi bulunmaktadır. Bu künyeyle bir mimar ya da kullanıcı, ürünün çevresel etkileriyle ilgili bilgiye ulaşabilmektedir.

GreenSpec'te Ürünlerin Seçimi: GreenSpec'in 'yeşil ürün' tanımı; genellikle İngiltere'de bulunan, bir ya da birden fazla çevresel özelliklerle aynı kategoride olduğu diğer ürün ya da malzemelerden ayrılan ürün ya da malzemedir.

Seçilme süreci

- Arz: Üretici tarafından teslim edilen evraklar:

- Üretim süreçlerini ve bileşim malzemelerini içeren detaylar
- Bağımsız çevresel sertifika (Eco-Profiling gibi)
- Üreticinin taleplerinin bağımsız onayı

- Çevresel yönetim Sertifikası (ISO 14001 serisi) ya da diğer onaysız sertifika sistemi
- İngiliz Standartlarına uygunluk
- Yapı malzemeleri yönerge ana gereksinimleri ya da EC (European Conformity – Avrupa Uygunluğu) Markası -Yapı Malzemeleri Yönetmeliği CPD' nin verdiği marka- ile uyumluluk
- BBA (British Board of Agrément) Sertifikası [Url-8]
- BBA sertifikası bulunmadığı takdirde Avrupa Teknik İzni
- BM TRADA (Merkezi İngiltere' de olan bir sertifika kuruluşu) BRE, gibi oluşumlardan sağlanan bağımsız testler

- Değerlendirme: Detaylı verinin eksikliğinden dolayı yeşil ürünlerin seçimi tartışmaya açıktır. Evrensel kriterlerin eksikliği ve bağımsız olarak doğrulanan veri ile belirteçler, kendi kolektif tecrübeleri ve seçim kriterlerinde geride kalmaya zorlanır [Url-7]. Bilgiler üreticilerin literatürleri, üçüncü kişi analizleri, kişisel ve grup deneyimlerini içeren bir dizi kaynaklardan ileri gelmektedir. GreenSpec yaşam döngüsü analizlerinin verilerini kullanır ancak konuların büyük çoğunluğunu kendi deneyimlerinden ve çok çeşitli bilgi kaynaklarından sağlar. Ürünler ve onların değerlendirmeleri GreenSpec'in onlarla ilgili bilgisinden oluşur. Yeşil ürün konsepti yapı endüstrisiyle geliştiği gibi, üreticiler kendi ürünlerini optimum çevresel performansla geliştirmeye devam edeceklerdir. Ürünler piyasa faktörüyle daha sürdürülebilir bir hale geleceklerdir. Yüksek itibarlı malzemeler aynı fonksiyondaki eski ürünlerin yerini alacaklardır.

Değerlendirme ölçütleri;

  - Enerji, sera gazı salınımları ve küresel ısınma
  - Doğal kaynaklar
  - Doğal yaşam kötüleşmesi
  - Çevreye yayılan zehirler
  - Üretim, girişimci ve kullanıcı sağlığıdır.

- Yetki verme: Belirlemede kanıt miktarı ne kadar fazlaysa, güven de o derece fazladır.

Kanıt 'yıldız' sistemi

Bütün üreticiler, GreenSpec tarafından yetkilendirilmiş olsalar bile ürünleri için kanıt derecelerini yükseltmeye teşvik edilmektedirler.

GreenSpect kapsamında yıldız sistemi tarafından sunulan iki düzey kanıt vardır:

- GreenSpec' e kaydolmak için gereken minimum kanıt.
- Ürünün BRE ya da benzeriyle bir yaşam döngüsü analizi geçirmesiyle oluşan kanıt [Url-7].

4.4.4.3 EPD (Environmental product declaration – Çevresel ürün bildirimi)

Tip III çevre bildirimleri, aynı fonksiyona sahip ürünler arasındaki karşılaştırmalara olanak vermek amacıyla, bir ürünün yaşam döngüsüne dair, değerlendirilmiş çevreyle ilgili bilgileri gösterir. Bu tür bildirimler:

- Bir veya daha fazla kuruluş tarafından sağlanır.
- ISO 14040 standart serisine uygun olarak, bağımsız bir şekilde doğrulanmış yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) verilerine, yaşam döngüsü envanter analizi (YDE) verilerine veya bilgi modüllerine ve uygunsa çevreyle ilgili ek bilgilere dayanır.
- Önceden belirlenmiş parametreler kullanılarak geliştirilir.
- Şirket veya şirketler grubu, sanayi sektörü veya ticaret birliği, kamu kurum veya kuruluşları veya bağımsız bilimsel kuruluş veya başka bir kuruluş gibi bir program yürütücüsünün yönetimine tabidir [38].

Tip III çevre bildirimleri, programları veya bunların bildirimlerini geliştirme uygulamalarında "eko-sayfa", "eko-görünüm", "ürünün çevre bildirimi", "çevresel ürün bildirimi" ve "çevresel görünüm" gibi değişik isimlerle adlandırılır. Bu durumda Çevresel Ürün Bildirimi (ÇÜB) bir Tip III çevre bildirimidir.

Tip III çevre bildirimleri temel olarak şirket – şirket arasındaki iletişimde kullanılmakla birlikte, şirket – tüketici arasındaki iletişimde de kullanılabilir [39,40].

Çevresel ürün bildirimleri (ÇÜB), YDD esaslı bilgiyi paylaşmak için bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır [42]. ÇÜB' ün temel aldığı ISO TR 14025 ile ilgili çalışma 1993 yılında başlamıştır [Url-18]. Bildirim; Finlandiya, İtalya, Japonya, Norveç, Polonya ve İsveç'te yürürlüktedir.

Bir ÇÜB' ün, üç ana bölümü bulunmaktadır. ÇÜB' ün ilk bölümü ürün ve imalatçıyı açıkça tanımlar. Fonksiyonel birim bu bölümde ya da ikinci bölümde belirtilir. Fonksiyonel birim, ürünün asıl görevini ifade eder. Üçüncü bölümde, şirket ve onaylanmış sertifika kuruluşuyla ilgili bilgiler - şirketin ve onaylanmış sertifika kuruluşunun yetkilisinin adı ve adresi, belgenin geçerlik süresi ve referanslar - bulunmaktadır [42]. Çok amaçlı bir dondurucu-buzdolabı için bildirilmiş çevresel performans örneği Çizelge 4.8' de gösterilmiştir [42].

Çizelge 4.8: Sertifikalanmış bir çevresel bildirim (ÇÜB) örneği (Electrolux 2000) [42]

	Ürün	Tüketici Kullanımı	Hizmet Sonu	Toplam
Yenilenemeyen kaynak				
Malzeme kaynağı (kg)	252	8	0.006	260
Enerji kaynağı (kWh)	1037	2070	0.057	3110
Yenilenebilir kaynak				
Malzeme kaynağı (kg)	1.24	98	0.081	99,3
Enerji kaynağı (kWh)	21	1650	-	1670
Enerji tüketimi (kWh)	1058	3720	0.057	4780
Yayılımlar				
Sera gazları (kg CO2-eq)	225	103	69	397
Ozon incelten gazlar (kg CFC-eq)	0	0	0	0
Asitleşen gazlar (mol Hş-eq)	70	4.3	2.9	77.2
Toprak seviyesi ozon gazları (kg POCP-eq)	0.094	0.026	0.17	0.29
Ötrofikasyon bileşenleri (kg O2-eq)	5,4	0,9	0,8	7,1
Geri dönüşen kaynaklar				
Malzeme (kg)	3,3	-	51	54,3
Enerji (kWh)	-	-	244	244
Atık				
Zararlı atık (kg)	0.13	0.08	0.32	0.53
Genel atık (kg)	414	179	12	605

Tedarikçideki geri dönüşüm verisi dahil değildir.

ÇÜB' ün genel amacı, ürünlerin çevre boyutlarına ilişkin doğrulanabilir ve kesin bilgi vasıtasıyla, çevreye daha az zarar veren bu tür mal ve hizmetlere olan arz ve talebi teşvik etmektedir. Böylece, piyasanın sağlanan sürekli bir çevresel iyileşme olacaktır.

ÇÜB' ün amaçları şunlardır [39,40]:

- Ürünlerin çevre boyutlarına ilişkin YDD tabanlı bilgi ve ek bilgi sağlamak,
- Müşterilere ve kullanıcılara ürünler arasında karşılaştırma yapabilmeleri için yardımcı olmak,
- Çevresel performansın gelişimini desteklemek,
- Ürünlerin yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini değerlendirmek için bilgi sağlamak.

ÇÜB' ün geliştirilmesinde, bir ürünün yaşam döngüsü boyunca ilgili bütün çevre boyutları dikkate alınmalı ve bunlar bildirimin bir parçası olmalıdır. Değerlendirilen çevre boyutları yaşam döngüsünün bütün aşamalarını kapsamıyorsa, bu durum ifade edilmeli ve gerekçelendirilmelidir. Veriler, ISO 14040 standart serisinin (ISO 14040 ve ISO 14044 gibi) oluşturduğu ilkeler, çerçeve, yöntemler ve uygulamalar kullanılarak üretilmelidir. YDD' de ele alınmamış çevresel konular, uygun başka yöntemler kullanılarak ele alınmalıdır.

ÇÜB programları için ilgili taraflar, malzeme tedarikçilerini, imalatçıları, ticaret birliklerini, müşterileri, kullanıcıları, tüketicileri, sivil toplum kuruluşlarını (STK), kamu kuruluşlarını ve uygunsa bağımsız tarafları ve belgelendirme kuruluşlarını içerebilir ve taraflarla ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur.

ÇÜB, eş değer fonksiyonel gerekleri karşılayan ürünlerin çevresel davranışlarının karşılaştırılmasını kolaylaştırmayı amaçlar. Nicel veriler, ürün kategori kuralları ile açıklandığı gibi uygun ve tutarlı ölçme birimleri cinsinden rapor edilmelidir. Nitel veri varsa karşılaştırılabilir olmalıdır. Nitel bilgi üretmek için aynı yöntemler ve sistemler kullanılmalı ve bu yöntemler ve sistemler tanımlanmalıdır. Ürün kategori kurallarının ayrıntıları, müşterinin ve/veya kullanıcının talebi üzerine verilmelidir.

Aşağıdaki bilgiler, ürün kategori kurallarına göre ÇÜB' de bulunmalıdır [39,40]:

- Bildirimi hazırlayan kuruluşun unvanı ve tanıtılması,
- Ürünün tarifi,

- Ürünün tanımı (model numarası gibi),
- Programın adı, program yürütücüsünün adresi ve uygunsa logosu ve internet sitesi,
- Ürün kategori kuralları tanımı,
- Yayın tarihi ve geçerlilik süresi,
- YDD, YDE veya bilgi modüllerinden elde edilen veriler,
- Çevreyle ilgili varsa ek bilgi,
- Bildirilecek malzemeleri ve maddeleri kapsayan bildirinin içeriği (bütün yaşam döngüsü aşamalarında insan sağlığını ve/veya çevreyi olumsuz şekilde etkileyebilecek malzemelerin ve maddelerin özelliği dahil, ürünün içeriği hakkında bilgi gibi),
- Bildirinin, bütün yaşam döngüsü aşamalarını kapsayan bir YDD' ye dayalı değilse, eksik aşamalara dair bilgiler,
- Farklı programlara ait çevresel bildirilerin karşılaştırılabilir olamayacağına dair açıklama,
- Açıklayıcı belgelerin nereden temin edilebileceğine dair bilgi.

4.5 Bölüm Sonucu

Dünyada yapıların ve yapı malzemelerinin çevresel etkilerini değerlendiren birçok kuruluş bulunmaktadır. Bu bölümde yapılan araştırma sonucu bu kuruluşların oluşturdukları değerlendirme sistemleri arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Bazı sistemler sadece yapı malzemesini inceleyen araçlar geliştirmişken bazıları tüm binanın çevresel etkilerini değerlendirmektedir. Bununla beraber aynı başlık altında bulunan sistemler de birbiriyle karşılaştırıldığında farklılıklar göstermektedir. Örneğin bir araç yapı malzemesinin tüm süreçlerini araştırırken diğeri kapsamında bunu sınırlandırarak belirlediği süreçlerde malzemeyi değerlendirmektedir. Ya da bir araç ürünün çevresel etkisinin yanı sıra ekonomik etkisini de değerlendirerek bir sonuca ulaşmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada incelenen her sistem, YDD yöntemini temel almıştır ancak bu sistemler, incelediği konular, süreçler, etkilerin arasındaki önem sıralaması, oluşturulduğu ülkenin öncelikleri gibi konular nedeniyle birbirleri arasında farklılıklar göstermektedir. Bu araştırmalar doğrultusunda tüm değerlendirme sistemlerinin belirli ölçütlere göre karşılaştırılması Çizelge 4.10' da görülmektedir.

Çizelge 4.9: Dünyadaki değerlendirme sistemlerinin karşılaştırılması

DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ	İngiltere		Amerika				Japonya		AB	Kanada	Almanya	Çin	Hollanda
	BREEAM	Green Spec	LEED	Bees	ERG	Green Format	CASBEE	Ecomark	Ecolabel	Athena	Blue Angel	BEPAS	EPM
Kapsam													
Bina değerlendiren	X		X				X			X		X	
Yapı elemanı değerlendiren										X			X
Yapı malzemesi/ürün değerlendiren		X		X	X	X		X	X		X		X
Bina Türü													
Yeni bina	X		X				X						
Mevcut bina	X		X				X			X		X	
Okul binaları	X		X				X			X			
Ofis binaları	X		X				X			X		X	
Ticari binalar	X		X				X			X			
Konut	X		X				X			X			
Malzeme Ölçeğinde İncelenen Kriterler													
Enerji Tüketimi	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Geri dönüşümlü içerik	X	X	X		X	X	X			X	X		X
İç hava kalitesi	X		X	X	X								
Kirlilik	X		X	X	X	X		X	X			X	X
Atık	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Yerel Malzemelerin Kullanımı	X		X		X					X			
Kaynak Kullanımı	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
İncelenen YDD Süreçleri													
Hammadde edinimi	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X
Taşıma	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Üretim	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Kullanım bakım onarım	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Yenileme, yok etme, geri dönüşüm	X	X	X	X	X	X		X	X	XX	X		X

5. TÜRKİYE' NİN ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ VE TÜRKİYE' DE ÇEVRESEL ETKİLERİ AZALTMAYA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR

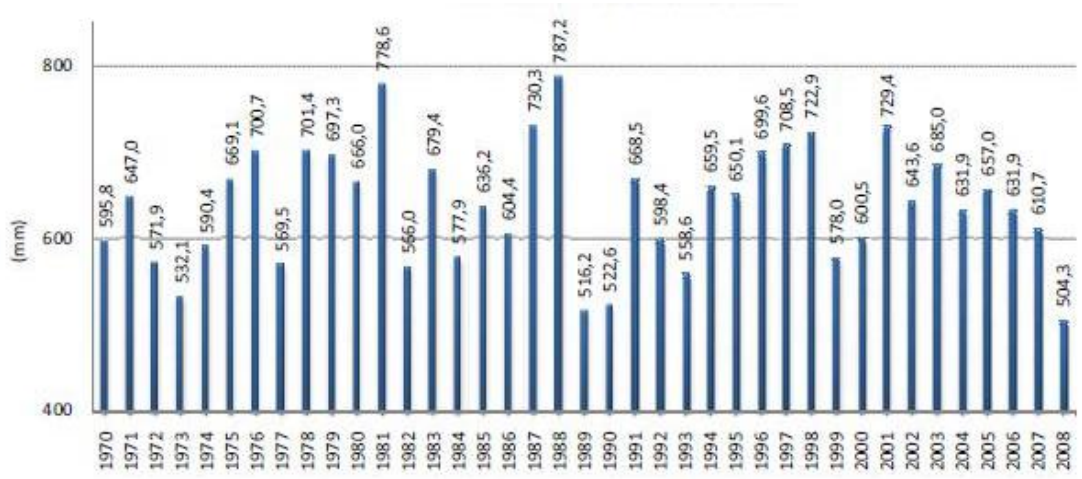
Çalışmanın dördüncü bölümünde dünyada yapı sektörünün çevresel etkilerine yönelik yapılan çalışmalar irdelenmiştir. Bununla beraber Türkiye' ye yönelik bir değerlendirme sistemi oluşturulması için ülkenin iklim özelliklerinin, kaynaklarının, yapı sektörünün neden olduğu kirliliklerle ilgili yapılan çalışmaların bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu bölümde Türkiye' nin bu konularla ilgili mevcut durumu istatistiksel verilerle ortaya konarak etkileri azaltmaya yönelik getirilen yasal sınırlamalar açıklanacaktır.

5.1 Türkiye' nin Çevresel Göstergeleri

Önerilecek sistemin oluşturulabilmesi için bir malzeme için gereken su, hammadde ve enerjiyle bu malzemeden kaynaklanan atıkların Türkiye' deki mevcut durumunun bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda bu başlık altında istatistiksel verilerle ülkemizin çevresel göstergeleri irdelenecektir.

5.1.1 Yıllık yağış ortalaması

Türkiye' nin 1970 - 2000 dönemi yıllık toplam yağış ortalaması 638,2 mm' dir. Şekil 5.1' e göre 2008 yılında 504,3 mm olarak gerçekleşen yağış ortalaması geçmiş yıllara göre azalmayı gösterir. Türkiye, yıllık toplam yağışın %40 ını kış mevsiminde, %27' sini ilkbaharda, %10' unu yaz mevsiminde ve %23' ünü sonbaharda almaktadır [Url-19].



Şekil 5.1: Yıllık toplam yağış ortalaması [Url-19]

5.1.2 Su kaynakları potansiyeli

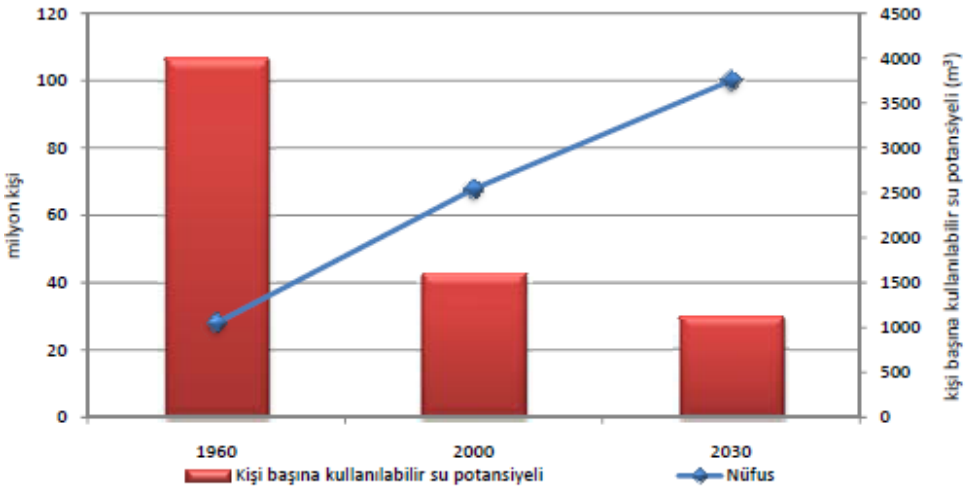
Şekil 5.2' de Türkiye' nin su kaynakları potansiyeline bakıldığında yıllık ortalama yağış 501 milyar m^3 iken kullanılabilen su miktarı 112 milyar m^{3}' tür. Yağışların ve su kaynaklarının ülke içerisinde dağılımı eşit olmadığından su yönetimi konusunda zorluklara neden olmaktadır. Bu nedenle suyun kontrol altında tutulması ve kullanılmasıyla ilgili düzenlemeler yapılması gerekmektedir [Url-19].

	Uzun dönem yıllık ortalama *(milyar m^3)*
Yıllık yağış miktarı	**501**
Buharlaşma-terleme ile atmosfere giden	**274**
Kalan iç su kaynakları	501-274=**227**
Dış ülkelerden gelen akış	**7**
Yeraltı suyunu besleyen	**69**
Yeraltından pınarlar vasıtası ile yerüstüne tekrar katılan	**28**
Yeraltı rezervine katılan	69-28= **41**
Yıllık yüzey akışı miktarı	227-41=**186**
Brüt yerüstü suyu potansiyeli	186+7=**193**
Toplam yenilenebilir su potansiyeli	193+41=**234**
Yurtiçindeki akarsulardan kullanılabilecek yerüstü suyu	**95**
Komşu ülkelerden gelen akarsulardan	**3**
Yıllık kullanılabilir yüzey suyu	95+3=**98**
Yıllık çekilebilir yer altı suyu	**14**
TOPLAM KULLANILABİLİR	98+14=**112**

Şekil 5.2: Türkiye' deki su kaynakları potansiyeli [Url-19]

Türkiye' de 1960' lı yıllarda kişi başına düşen yıllık su miktarı yaklaşık 4000 m^3 iken bu değer 2000 yılında 1600 m^{3}' e gerilemiştir. Türkiye İstatistik Kurumu' nun 2030 yılı toplam nüfusunun 100 milyon kişi olacağı tahminine dayanarak ve mevcut su potansiyeli göze alınarak 2030 yılında kişi başına düşen su miktarı 1000 m^3/yıl olacağı öngörülmektedir. Bu durumda Türkiye' nin gelecek nesillere sağlıklı ve

yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup akılcı kullanılması gerekmektedir. Şekil 5.3' te nüfus artışıyla birlikte kişi başına düşen su miktarı görülmektedir [Url-19].



Şekil 5.3: Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı [Url-19]

5.1.3 Sıcaklık

1970-2008 iklim periyodunda dünya ortalama sıcaklığı 14,3 ^{o}C, Türkiye ortalama sıcaklığı ise 13,7 ^{o}C' dir. Şekil 5.4'te de görüldüğü üzere Türkiye' nin ortalama sıcaklıkları özellikle 1993' ten beri 1997 yılı hariç ortalamaların üzerindedir [Url-19].



Şekil 5.4: Türkiye ve dünya ortalama sıcaklık dağılımı [Url-19]

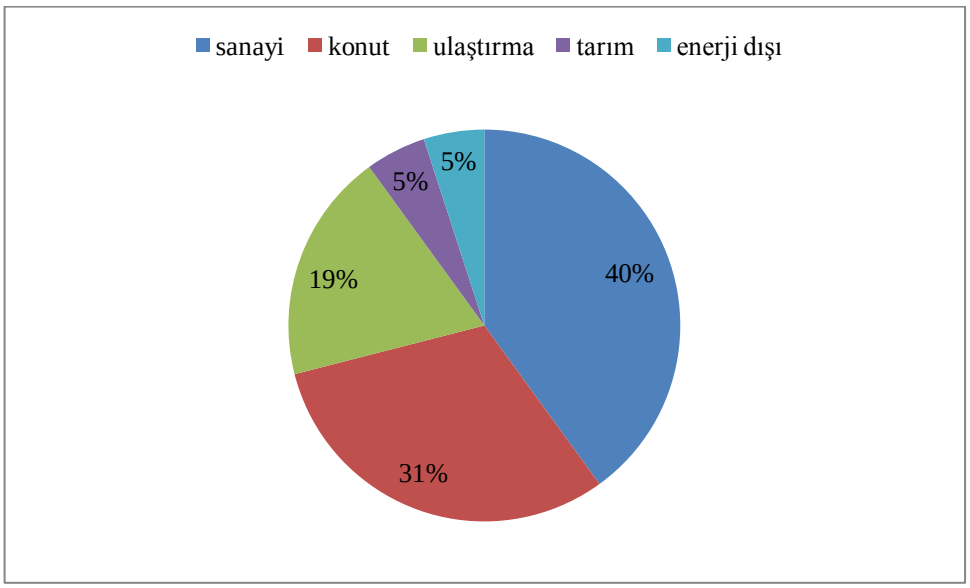
5.1.4 Hammadde ve enerji

Türkiye' de madenlerin bilimsel yöntemlerle aranması işlemi Cumhuriyet döneminde 1935 yılında kurulan M.T.A. (Maden Tetkik Arama) Enstitüsü sayesinde gerçekleşmiştir. Türkiye maden kaynakları bakımından zengin bir ülke olmakla birlikte bunların çıkartılıp işletilmesi ve ekonomik açıdan değerlendirilebilmesi için rezerv miktarlarının yeterli olması gerekir. Bu bakımdan, demir, bakır, manganez, kükürt, linyit, uranyum, kurşun ve çinko rezervleri ülke ihtiyacına yeterli olmakla birlikte taşkömürü, petrol, doğalgaz gibi madenlerin rezervleri yeterli değildir. Rezerv ve üretimi fazla olan madenlerimiz ise krom, bor tuzları, tuz rezervleri ve mermer yataklarıdır. Çizelge 5.1' de 2010 yılı itibariyle Türkiye' deki bazı maden rezervlerinin ton olarak miktarları verilmiştir [Url-20].

Çizelge 5.1: Türkiye' deki bazı madenlerin rezerv durumları [Url-20]

Maden Cinsi	**Rezerv (Ton)**
Asbest	29.646.379
Bakır	1.462.580
Bitümlü Şist	1.641.381.000
Boksit	68.910.000
Bor	3.052.568.000
Civa	3.820
Çinko	1.659.502
Demir	113.252.000
Fosfat	70.500.000
Gümüş	5.740
Kaya Tuzu	5.157.036.177
Krom	224.737.873
Kurşun	795.201
Kuvars Kumu	1.884.208.585
Kuvarsit	2.460.735.184
Kükürt	625.700
Linyit	12.000.000.000
Lületaşı	1.483.670
Mermer	5.137.342.751
Perlit	5.688.021.716
Pomza	1.397.786.725
Sodyum Sülfat	11.050.467
Taşkömürü	1.126.548.000
Uranyum	9.129
Zımpara	3.607.564

Türkiye'de kullanılan enerjinin sektörlere göre dağılımı Şekil 5.5' teki gibidir [Url-27].



Şekil 5.5: Türkiye' de kullanılan enerjinin sektörlere göre dağılımı [Url-27]

Türkiye' de enerji kaynağı olarak kullanılan madenler taşkömürü, linyit, petrol ve doğal gazdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları adını da alan bu doğal kaynaklar açısından pek zengin olmayan Türkiye, dünya rezervlerinin sadece % 0.5' ine sahiptir [Url-21].

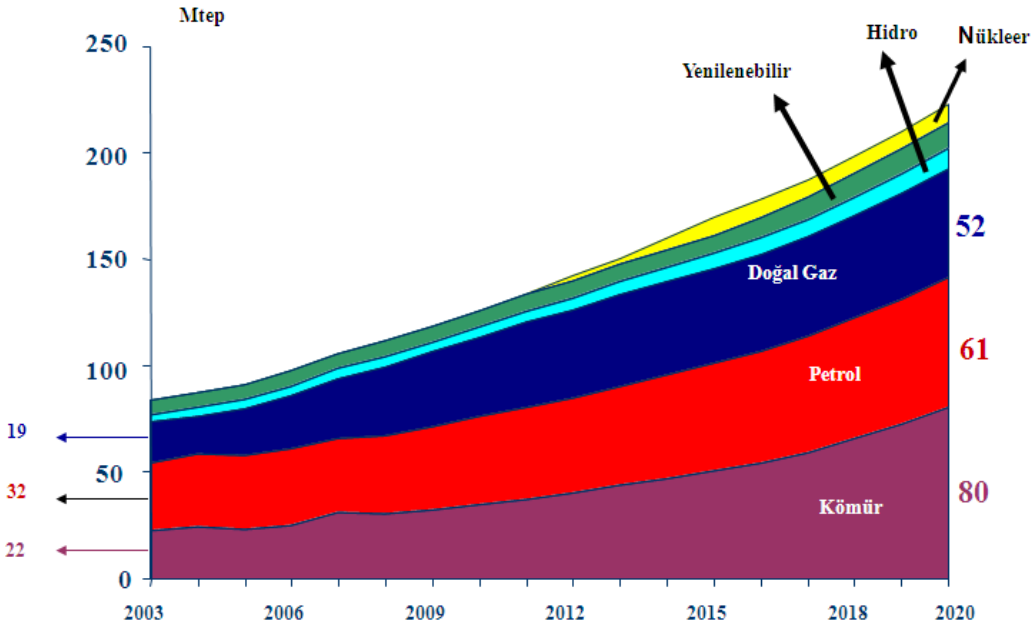
Kömür: Dünya genelinde kömür rezervlerinin 297 trilyon tonu (%32) Asya Pasifik ülkelerinde, 254 trilyon tonu (%28) Kuzey Amerika ülkelerinde, 222 trilyon tonu (%24) Rusya ve Bağımsız Devletler Topluluğu ülkelerinde bulunmaktadır. Linyit, ısıl değeri düşük, barındırdığı kül ve nem miktarı fazla olduğu için genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir. Buna rağmen yerkabuğunda bolca bulunduğu için sıklıkla kullanılan bir enerji hammaddesidir. Taşkömürü ise yüksek kalorili kömürler grubundadır. Yerli kaynak potansiyelimizin 12,4 milyar tonunu linyit, 1,33 milyar tonunu taşkömürü oluşturmaktadır. Ülkemiz rezerv ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilebilir. Toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6'sı ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam linyit rezervi 12,4 milyar ton seviyesinde olup işletilebilir rezerv miktarı ise 3,9 milyar ton düzeyinde bulunmaktadır. Kömür aramalarında sondaj miktarı son beş yılda beş kat artmış, aramaların sonucunda 8,3 milyar ton olan mevcut rezerve ilave olarak; 2008 Mayıs ayı itibarı ile 4,1 milyar ton yeni linyit rezervi tespit edilmiştir. 2009 yılı Ağustos ayı

sonuna kadar üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık %29'u ithal ve yerli kömürden üretilmiştir. Ağustos ayı sonuna kadar kömürden üretilen elektriğin %27'sini taşkömürü ve ithal kömür, %73'ü ise yerli linyit kömüründen üretilmiştir [Url-21].

Petrol: Tüm dünyada en temel enerji kaynağı durumunda olan petrol, 2008 yılı itibariyle global enerji ihtiyacının %34,6'sını karşılamıştır. Petrol rezervinin 102 milyar tonu (%57) Orta Doğu Ülkelerinde, 16,7 milyar tonu (%9) Rusya ve BDT (Bağımsız Devletler Topluluğu) ülkelerinde, 16,9 milyar tonu Afrika'da (%10) bulunmaktadır. 2009 sonu itibariyle Türkiye petrol rezervleri 44,3 milyon ton, 2008 yılı üretimi 2,2 milyon ton, 2008 yılı tüketimi 27,8 milyon tondur. 2009 yılı üretim miktarı ise 2,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir [Url-21].

Doğal gaz: Doğal gaz rezervlerinin 76 trilyon metreküpü (%41) Orta Doğu ülkelerinde, 59 trilyon metreküpü (%33) Rusya ve BDT ülkelerinde, 31 trilyon metreküpü (%17) Afrika/Asya Pasifik ülkelerinde bulunmaktadır. 2009 yılı sonu itibari ile kalan üretilebilir doğalgaz rezervimiz 6,2 milyar m³'tür. Elektrik enerjisi üretiminde doğalgaza dayalı kurulu gücümüz 14.576 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün 32,7'sini karşılamaktadır. 2009 yılında elektrik üretimimizin, %48,6' sı doğal gazdan, %28,3' ü kömürden, %18,5' i hidrolikten, %3,4' ü sıvı yakıtlardan ve %1,1' i yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir [Url-21].

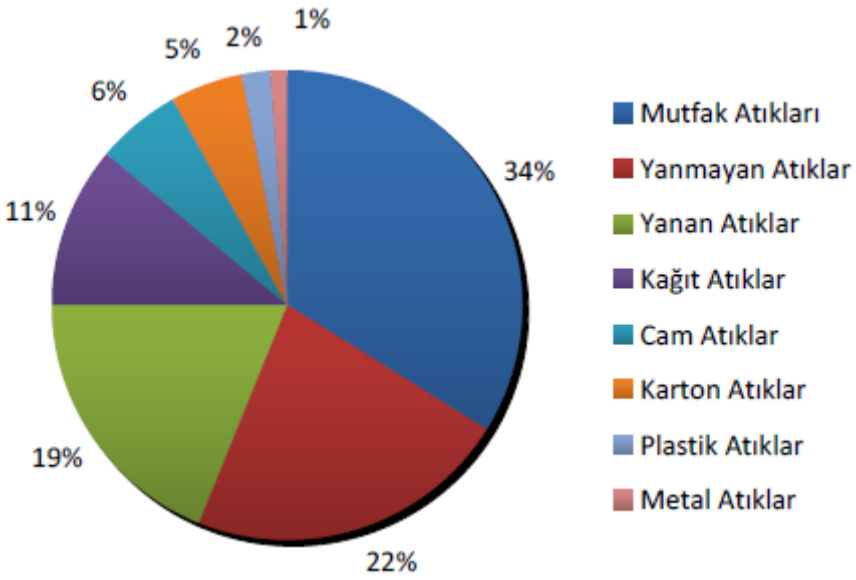
Türkiye' de yenilenemeyen enerji kaynakları dışında jeotermal, hidroelektrik enerji gibi yenilenen enerji kaynakları da vardır. Bunlardan hidroelektrik enerji kaynakları yönünden oldukça zengin olan Türkiye' nin dağlık ve yüksek bir arazi yapısına sahip olması akarsuların dar ve derin vadiler oluşturmasına neden olmuş bu durum ise akarsu debilerinin oldukça yüksek olmasına zemin hazırlamıştır. Çok sayıda barajın yapımı ile beyaz kömür denilen bu kaynak 400 milyar kwh' lik bir potansiyele sahiptir. Bunun 103 milyar kadarının elektrik enerjisine çevrilebileceği hesaplanmaktadır. Türkiye hidroelektrik enerjisi potansiyeli bakımından Avrupa'da Rusya Federasyonu ve Norveç'ten sonra üçüncü sırada bulunmaktadır. Bununla birlikte Türkiye' nin enerji ihtiyacı 2020 yılında şu anki ihtiyacına göre %160 artacaktır. Bu enerji ihtiyacının yıllara ve enerji çeşitlerine göre değişimi Şekil 5.6' da ifade edilmiştir. [Url-22].



Şekil 5.6: Türkiye' nin yıllara göre enerji ihtiyacı [Url-22]

5.1.5 Atık

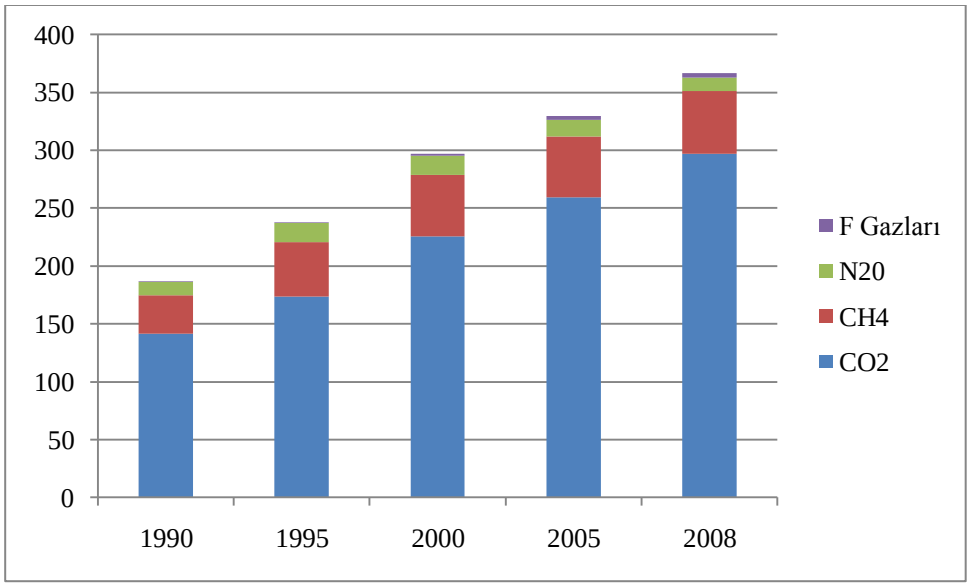
Türkiye' de nüfus artışı, kentleşme, ekonomik gelişmeyle beraber atık üretimi de artmaktadır. Türkiye' de yaygın olarak kullanılmakta olan atık yöntemi ise belediyelerin sokaklarda oluşturdukları atık toplama noktalarından bu atıkları toplamalarıdır. Bu atıkların 2008 yılındaki oransal dağılımı Şekil 5.7' de ifade edilmiştir [Url-19].



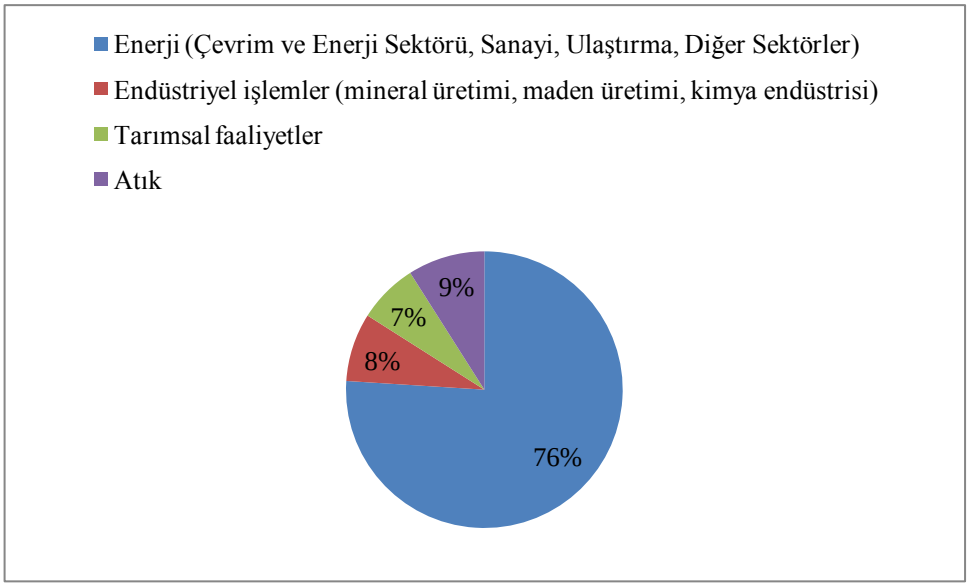
Şekil 5.7: Türkiye' de 2008 yılındaki katı atıkların dağılımı [Url-19]

5.1.6 Sera gazı salınımı

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' ne 24 Mayıs 2004 tarihinde; Kyoto Protokolü'ne ise 26 Ağustos 2009 tarihinde taraf olmuştur. Türkiye' nin sera gazı üretimi Şekil 5.8' de görüldüğü gibi 1990-2008 yılları arasında 170,1 milyon ton CO_2 eşdeğerinden 366,5 milyon ton CO_2 eşdeğerine yükselmiştir. CO_2 eşdeğeri olarak 2008 yılı toplam sera gazı yayılımı 1990 yılına göre %96 artış göstermiştir. Sera gazları içinde en yüksek pay CO_2' ye aittir. 2008 yılında toplam CO_2 yayılımlarının yaklaşık olarak %91' i enerji üretiminden, %9' u endüstriyel işlemlerden kaynaklanmaktadır. CH_4 yayılımlarının %59'unun atık yok edilmesinden, %31'inin tarımsal faaliyetlerden, N_2O yayılımlarının ise %72'sinin tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı görülmüştür [Url-19]. Şekil 5.9' da ifade edilen sera gazı salınımlarının sektörlere göre dağılımına bakıldığında %76' lık oranla enerji sektörünün ilk sırada yer aldığı görülmektedir [Url-27].



Şekil 5.8: Türkiye' nin toplam sera gazı yayılımları (milyon ton CO_2 eşdeğeri) [Url-19]



Şekil 5.9: Sera gazı salınımlarının sektörlere göre dağılımı [Url-27]

5.2 Türkiye' de Çevresel Etkileri Azaltmakla İlgili Yapılan Çalışmalar

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli Dördüncü Değerlendirme Raporu' nda Akdeniz, iklim değişikliğinden en çok etkilenecek bölgeler arasında gösterilmektedir. Bir Akdeniz ülkesi olan Türkiye'nin, ikliminde gözlenen ve öngörülen değişiklikler dikkate alınarak, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, erozyon, tarımsal üretkenlikte değişiklikler, kuraklık ve bunlara bağlı ekolojik bozulmalar, sıcak dalgalarına bağlı ölümler ve vektör kaynaklı hastalıklarda artışlar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır [Url-19].

İklim değişikliğinin, ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı kaçınılmaz olacaktır. Faunanın ve floranın yaşam yerleri değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilecektir. Ancak artan olumsuzluklar, biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve istenmeyen türlerde artışlara yol açabilecek, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilecektir.

Bu tehlikelerin önlemini almak adına Türkiye' de çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. 24 Mayıs 2004 yılında taraf olduğu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile Türkiye; sözleşmenin temel ilkeleri olan "iklim sisteminin eşitlik temelinde, ortak fakat farklı sorumluluk alanına uygun olarak

korunması, iklim değişikliğinden etkilenecek olan gelişme yolundaki ülkelerin ihtiyaç ve özel koşullarının dikkate alınması, iklim değişikliğinin önlenmesi için alınacak tedbirlerin etkin ve en az maliyetle yapılması, sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi ve alınacak politika ve önlemlerin ulusal kalkınma programlarına entegre edilmesi" ilkelerini desteklemektedir [Url-19].

5.2.1 Hazırlanan mevzuatlar

Türkiye' deki farklı sektörlerin sebep olduğu çevresel etkilerin azaltılması amacıyla çeşitli mevzuatlar hazırlanmıştır. Çalışmanın kapsamında da belirtilen bu mevzuatlardan konusuyla ilgili sınır değerler içeren yönetmelikler, önerilen sistemde malzemenin değerlendirilmesinde birer parametre olarak kullanılacaklardır.

5.2.1.1 Çevre kanunu

Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Kanun 9 Ağustos 1983 yılında kabul edilmiştir. Kanunda çevrenin korunmasına, iyileştirilmesine ve kirliliğin önlenmesine ilişkin ilkeler belirlenmiştir. Kanunla beraber Yüksek Çevre Kurulu kurulmuş ve bu kurulun görevleri şöyle tanımlanmıştır:

- *Etkin bir çevre yönetiminin sağlanması için hedef, politika ve strateji belirlemek.*
- *Sürdürülebilir kalkınma ilkesi çerçevesinde ekonomik kararlara çevre boyutunun dahil edilmesine imkân veren hukuki ve idari tedbirleri belirlemek.*
- *Birden fazla bakanlık ve kuruluşu ilgilendiren çevre konularına ilişkin uyuşmazlıklarda nihai kararı vermek* [Url-23].

Kanunda çevre kirlenmesi, tehlikeli kimyasallar ve atık, biyolojik çeşitlilik ve doğal çevrenin korunması, çevresel etki değerlendirmesi gibi konular ele alınıp çevrenin korunmasıyla ilgili önlemler belirlenmiştir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi, gerçekleştirilmesi planlanan projelerin çevreye olabilecek olumlu ya da olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek

değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmadır. Çevresel Etki Değerlendirmesi; rafineri, termik güç santralleri, asbest madeni işletmeleri ve zenginleştirme tesisleri, orman ürünleri ve selüloz tesisleri gibi 40 ayrı proje tipini kapsamaktadır [Url-24]. Gerçekleştirmeyi planladıkları faaliyetleri sonucu çevre sorunlarına yol açabilecek kurum, kuruluş ve işletmeler, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu veya proje tanıtım dosyası hazırlamakla yükümlüdürler. Hazırladıkları bu dosyada

- Proje sahibinin bilgileri,
- Projenin tanımı ve amacı,
- Projenin özellikleri (projenin iş akım şeması, kapasitesi, kapladığı alan, teknolojisi, çalışacak personel sayısı; doğal kaynakların kullanımı, atık üretimi miktarı, kullanılan teknoloji ve malzemelerden kaynaklanabilecek kaza riski, projenin olası çevresel etkilerine karşı alınacak tedbirler
- Projenin yeri (mevcut arazi kullanımı ve kalitesi, duyarlı yöreler listesi dikkate alınarak; sulak alanlar, kıyı kesimleri, dağlık ve ormanlık alanlar, tarım alanları, milli parklar, özel koruma alanları, nüfusça yoğun alanlar, tarihsel, kültürel, arkeolojik, ve benzeri önemi olan alanlar, erozyon alanları, heyelan alanları, ağaçlandırılmış alanlar, potansiyel erozyon ve ağaçlandırma alanlarıyla olan ilişkisi)
- Projenin ve yerin alternatifleri (proje teknolojisinin ve proje alanının seçilme nedenleri) bulunmalıdır [Url-24].

Yapılan değerlendirme sonucu "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu" ya da "Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumsuz" kararı çıkmaktadır.

Çevre Kanunu' ndaki hükümlere uymayanlara çeşitli para cezaları verilmektedir ve bu cezalar kanunda belirtilmiştir.

5.2.1.2 Hava kalitesinin korunması yönetmeliği

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 19269 sayılı resmi gazetede yayınlanan bu yönetmeliğin amacı, her türlü faaliyet sonucu atmosfere yayılan salınımları kontrol altına almak; bu salınımların sebep olacağı kirliliklerden insanı ve çevreyi korumaktır. Yönetmelik tesislerin kurulması ve işletilmesinde; tesislerin, yakıtların, hammaddelerin ve ürünlerin üretilmesi, kullanılması, depolanması,

taşınması ve ithalinde meydana gelen salınımları sınır değerler getirerek kontrol altına almayı hedeflemektedir [Url-24].

5.2.1.3 Su kirliliği kontrolü yönetmeliği

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan bu yönetmelikte ülkemizin su kaynaklarının en iyi şekilde kullanımı için hukuki ve teknik esaslar belirlenmiştir. Bu doğrultuda yönetmelikte su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçları, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasakları, atık suların boşaltım ilkeleri ve boşaltım izni esasları, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esaslar ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetlemeler açıklanmıştır [Url-24].

5.2.1.4 Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 25699 sayılı resmi gazetede yayınlanan bu yönetmeliğin amacı; konut, toplu konut, kooperatif, site, okul, üniversite, hastane, resmi daireler, işyerleri, sosyal dinlenme tesisleri, sanayide ve benzeri yerlerde ısınma amaçlı kullanılan yakma tesislerinden kaynaklanan salınımların hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve denetlemektir. Yönetmelikte katı, sıvı, gaz yakıt yakan tesisler için çeşitli kurallar ve çıkan salınımlar için sınır değerler bulunmaktadır [Url-24].

5.2.1.5 Radyasyon güvenliği yönetmeliği

23999 sayılı resmi gazetede yayınlanan bu yönetmeliğin amacı, iyonlaştırıcı radyasyon ışınlamalarına karşı insanların ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlamaktır. Bu doğrultuda yönetmelik, radyasyon kaynağının zararlı etkilerinden insanları ve çevreyi korumak için alınması gereken her türlü tedbiri kapsamaktadır [Url-28].

5.2.1.6 Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği

Bu yönetmeliğin amacı, tehlikeli atıkların, üretiminden yok edilişine kadar; insan sağlığına ve çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesi, üretiminin ve taşınmasının kontrolünün sağlanması, ithalinin yasaklanması ve ihracatının kontrolü, yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların sağlanması, üretiminin kaynağında en aza indirilmesi, üretiminin kaçınılmaz olduğu durumlarda üretildiği yere en yakın mesafede yok edilmesi,

yeterli yok etme tesisi kurulması ve bu tesislerin çevresel bakımdan sağlıklı bir şekilde kontrolü ve çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanmasıdır [Url-25].

Yönetmeliğin kapsamındaki atıklar özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- H1 Patlayıcı
- H2 Oksitleyici
- H3-A Yüksek oranda Tutuşabilen
- H3-B Tutuşabilen
- H4 Tahriş edici
- H5 Zararlı
- H6 Zehirli
- H7 Kanserojen
- H8 Aşındırıcı
- H9 Enfeksiyon yapıcı
- H10 Teratojenik (Solunduğunda, yenildiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, doğuştan gelen kalıtımsal olmayan sakatlıklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde)
- H11 Mutajenik (Solunduğunda, yendiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, kalıtsal genetik bozukluklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde)
- H12 (Havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan madde)
- H13 (Yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip olan atıkların yok edilmesi sırasında ortaya çıkan madde)
- H14 Ekotoksik [Url-25]

Bu özelliklerden herhangi birine sahip atıklar yönetmeliğe göre "tehlikeli atık" olarak nitelendirilir ve bu özelliklere sahip olan ve yönetmeliği esas alması gereken tehlikeli atık listesi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1- Madenlerin aranması, çıkarılması, işletilmesi, fiziki ve kimyasal işleme tabi tutulması sırasında ortaya çıkan atıklar,

2- Tarım, bahçıvanlık, deniz ürünleri üretimi, ormancılık, avcılık ve balıkçılık, gıda hazırlama ve işleme sonucu ortaya çıkan atıklar,

3- Ahşap işleme, sunta ve mobilya üretimi, selüloz, kağıt ve karton üretiminden kaynaklanan atıklar,

4- Deri kürk ve tekstil endüstrisi atıkları,

5- Petrol arıtma, doğalgaz saflaştırma ve kömürün işlenmesinden kaynaklanan atıklar,

6- İnorganik (organik olmayan) kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,

7- Organik kimyasal işlemlerden kaynaklanan atıklar,

8- Astarlar, (boyalar, vernikler) yapışkanlar, yalıtıcılar ve baskı mürekkeplerinin üretim, tedarik ve kullanımından kaynaklanan atıklar,

9- Fotoğraf endüstrisinin atıkları,

10- Isıl işlemlerin atıkları,

11- Metal ve diğer malzemelerin kaplanmasının yol açtığı atıklar,

12- Metallerin ve plastiklerin biçimlenmesi ve fiziki ve mekanik yüzey işlenmesi atıkları,

13- Yağ ve sıvı yakıt atıkları,

14- Organik çözücüler, soğutucu ve itici gazların atıkları,

15- Ambalaj maddeleri, filtre malzemesi ve koruyucu giysi atıkları,

16- İnşaat ve yıkım atıkları,

17- İnsan ve hayvan sağlığına ve/veya bu konulardaki araştırmalara ilişkin atıklar,

18- Atık yok etme tesislerinin atıkları, saha dışı atık su arıtma tesisleri ile insan tüketimi ve endüstriyel kullanım için kullanılan su hazırlama tesislerinin atıkları,

19- Belediye atıkları (evsel atıklar ve benzer ticari, endüstriyel ve kurumsal atıklar) [Url-25].

5.2.1.7 Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği

26562 sayılı resmi gazetede yayınlanan bu yönetmelik yurt içinde piyasaya sürülen plastik, metal, cam, kağıt, karton, kompozit ve benzeri malzemelerden yapılmış bütün ambalajları ve bu ambalajların atıklarını kapsamaktadır. Bu yönetmelik ile ambalaj atıklarının oluşumunun önlenmesi ya da tekrar kullanımı, geri dönüşümünün

sağlanması, atık ambalajların belirli ölçütlere göre toplanıp ayrıştırılması gibi konularla ilgili teknik esasları içermektedir [Url-24].

5.2.1.8 Ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasına ilişkin yönetmelik

Bu yönetmelik Çevre ve Orman Bakanlığı' nın 12 Kasım 2008' de yürürlüğe koyduğu yönetmelik olup amacı, ülkemizin taraf olduğu Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü ve değişiklikleri ile kontrol altına alınan maddelerin kullanılmasına ve bazılarının tüketiminin bir takvim çerçevesinde azaltılarak kullanımdan kaldırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Bu yönetmelik ile ozon inceletme değeri yüksek olan bazı kloroflorokarbonların ve halonların ithalatı yasaklanmış bazılarının ithalatı ise önümüzdeki birkaç yıl içerisinde yasaklanmak kaydıyla kotaya tabi tutulmuştur [Url-23].

5.2.1.9 Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği

Bu yönetmelik Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından toprak kirlenmesinin önlenmesi, kirliliğin giderilmesi, evsel ve kentsel atıksuların arıtılması sonucu ortaya çıkan arıtma çamuru ve kompostun canlılara zarar vermeyecek şekilde toprakta kontrollü kullanılmasıyla ilgili teknik esasları ve aksi durumlarda uygulanacak cezaları içermektedir [Url-24].

5.2.1.10 Atık yağların kontrolü yönetmeliği

26952 sayılı resmi gazetede yayınlanan bu yönetmelik Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. Yönetmelik, atık yağların üretiminden yok edilmesine kadar olan süreçte çevre ve insan sağlığına zarar vermeden geçici depolanıp taşınmasına ve yok edilmesine ilişkin esasları içermektedir. Yönetmelikte bahsedilen atık yağlari, içerdikleri maddelere göre sınıflandırılmış; her bir sınıf için kirletici parametre sınır değerleri belirlenmiştir [Url-24].

5.2.1.11 Sanayi kuruluşlarının enerji tüketiminde verimliliğin arttırılması için alacakları önlemler hakkında yönetmelik

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan bu yönetmeliğin amacı, enerji tüketimi yüksek olan sanayi sektöründeki enerji verimliliğinin arttırılması için gerekli düzenlemeleri sağlamaktır. Yönetmelik ülkemizdeki sanayi kuruluşlarını ve maden çıkartılması ve işlenmesi ile ilgili ve yıllık toplam enerji tüketimi 2000 TEP' e (Ton Eşdeğer Petrol) eşit ve büyük olan tesisleri kapsar. Yönetmelikte sanayide

kullanılan farklı enerji türlerini TEP' e çeviren katsayılar ve her bir sektörün TEP cinsinden uyması gereken enerji tüketim sınır değerleri bulunmaktadır [Url-21].

5.2.1.12 Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği

Bu yönetmelik Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. Yönetmeliğin amacı, sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki yayılımları kontrol altına alarak insanı ve çevresini korumaktır. Tesislerin kurulması ve işletilmesi için gerekli olan izin başvuruları, tesisten çıkan yayılımın ve tesisin etki alanı içerisinde hava kirliliğinin önlenmesinin tetkik ve tespiti ile tesislerin, yakıtların, ham maddelerin ve ürünlerin üretilmesi, kullanılması, depolanması ve taşınmasına ilişkin usul ve esasları kapsar.

Yönetmelikte atıkların ortadan kaldırıldığı tesisler, toprak ürünleri tesisleri, cam ürünleri tesisleri, orman ürünleri tesisleri gibi birçok tesisinden kaynaklanan yayılımları kontrol altına almak adına her bir üretim tesisinden yayılan gazların sınırlarını belirlenmiştir. Bir tesisin etki alanında hava kalitesi ve yayılım ölçümlerini ise akredite edilmiş veya bakanlıkça uygun bulunan laboratuarlara sahip olan özel veya kamu kurum kuruluşları tarafından yapılacağı yönetmelikçe belirlenmiştir [Url-24].

5.2.1.13 Binalarda enerji performansı yönetmeliği

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından çıkarılan bu yönetmeliğin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak;

- Bir yapının bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesi
- Birincil enerji ve CO2 salınımı açısından sınıflandırılması
- Yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut yapılar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini,
- Isıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolü
- Sera gazı salınımlarının sınırlandırılması
- Yapılarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesi
- Çevrenin korunması.

Bu yönetmelik ile bir binanın enerji performansının belirlenmesi,

- Binanın m2 başına düşen yıllık enerji tüketiminin belirlenmesi,
- Bu değere göre CO2 salımının hesaplanması,
- Bu değerlerin referans bir binanınki ile kıyaslanması,
- Kıyaslama sonucuna göre binanın A-G arası bir enerji sınıfına yerleştirilmesi

ile gerçekleşir.

Yönetmelik, ısı yalıtımı konusunda binaların Türkiye' nin farklı coğrafi bölgelerine göre belirlenmiş maksimum ısıtma enerjisi değerlerini veren TS 825 standardını referans vererek bu değerlerin altında kalınmasını şart koşmaktadır.

Asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgeye enerji kimlik belgesi denmektedir. 01.01.2011 tarihinden itibaren yapı ruhsatı alacak binalarda enerji kimlik belgesi hazırlanması zorunlu olacaktır.

Ayrıca yönetmelik, kullanım alanı 20.000 m2' yi geçen yeni bina inşaatlarında bina toplam maliyetinin en az %10' una karşılık gelecek şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını şart koşmaktadır [Url-29].

5.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde yapılan araştırma sonucunda çalışma konusuyla ilgili Türkiye' nin mevcut durumu ve çevre ve sürdürülebilir kalkınmayla ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş; önerilecek sistem için bir alt yapı oluşturulmuştur. Önerilecek sistemin sınırları bu bölümdeki veriler doğrultusunda sağlanacaktır.

6. TÜRKİYE' DE YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ SİSTEMİ İÇİN BİR ÖNERİ

Türkiye' de binaların ve yapı malzemelerinin sürdürülebilir niteliklerini ölçmek ve değerlendirmek için bir sistem bulunmamaktadır. Bununla birlikte dünyada sürdürülebilir yapı malzemelerini ölçmek ve değerlendirmek için uluslararası bir standart olan YDD standardı ortak bir dil olarak kabul edilmektedir. Bu standardın kapsamı çerçevesinde farklı ülkelerde o ülkelerin çevresel, ekonomik ve sosyal durumlarına bağlı olarak özgün YDD sistemleri yer almaktadır. Türkiye' nin sürdürülebilir kalkınması için de yapma çevre gelişiminin çevresel, sosyal ve ekonomik performansının ölçülmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda bu tez çalışmasında Türkiye' ye özgün bir YDD sistemi önerisi denemesi geliştirilmeye çalışılmıştır.

Önerilen sistem YDD' nin dört aşamasına göre aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

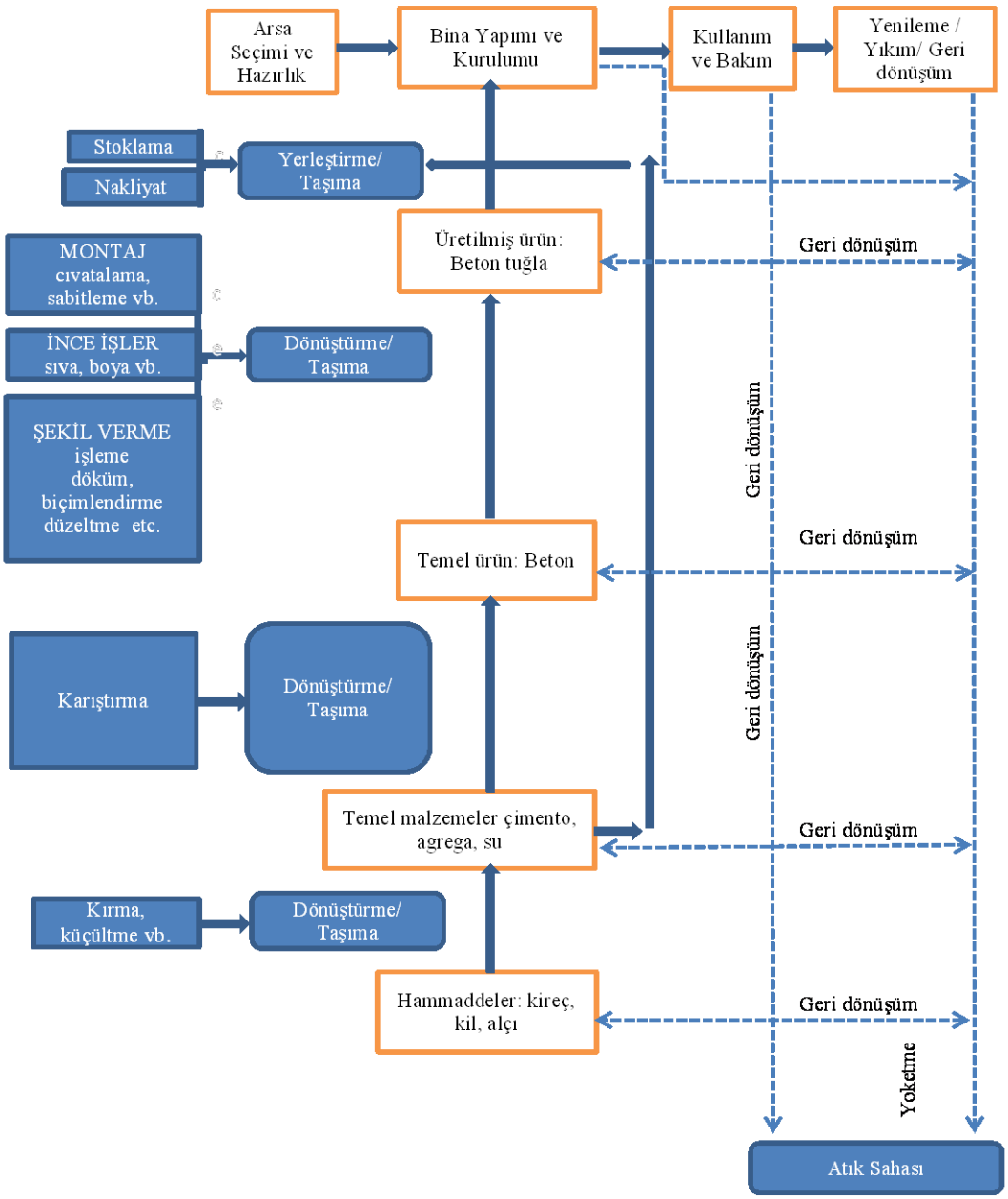
6.1 Amaç ve Kapsam Aşaması

Bu çalışma ile Türkiye' de yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerinde çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede ülkemizdeki mimarlar, yükleniciler ya da karar vericiler bir yapı malzemesi seçerken performans, estetik ve maliyet ölçütlerinin yanı sıra o malzemenin çevresel özeliklerini de dikkate alarak karar vereceklerdir.

Çalışma Türkiye odaklı olduğu için Türkiye' deki yapı malzemeleri ve ürünleri için hazırlanan yönetmelikler esas alınarak inceleme yapılmış ve bu yönetmeliklerdeki değerlerin alt ve üst sınırları doğrultusunda değerlendirme yapılması öngörülmüştür.

Bir yapı malzemesinin yaşam döngüsü değerlendirmesi malzemenin hammadde edinimi, taşıma, üretim süreçlerini ve malzemenin bina yaşam sürecine dahil olduğu bina yapımı ve kurulumu, kullanım/bakım, yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreçlerini kapsamaktadır. Bilindiği gibi, bir ürünün çevre etkisini belirleyebilmek için ürünün yukarıda söz edilen yaşam döngüsünün tüm evrelerini dikkate almak

gerekir. Dolayısıyla bir yapı malzemesi üreticisinden de, ürettiği ürününün, fabrikayı terk ettikten sonraki diğer YDD adımlarındaki performansının ve çevre etkisinin bilincinde olması ve ürünü ona göre iyileştirmesi beklenmektedir. Bu süreçlerin birbirleriyle ilişkisi Şekil 6.1' de gösterilmiştir.



Şekil 6.1: Bina ve yapı malzemeleri yaşam döngüsü süreçleri [29]

Bu tez çalışmasında, proje tasarım sürecinde yer alan mimar ya da karar vericilerin yapı malzemesi/ürünü seçerken, malzemenin/ürünün diğer özelikleri yanı sıra çevre performansını da göz önünde bulundurarak, seçim yapmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Bu durumda karar verici mimar seçim yaparken, alternatif

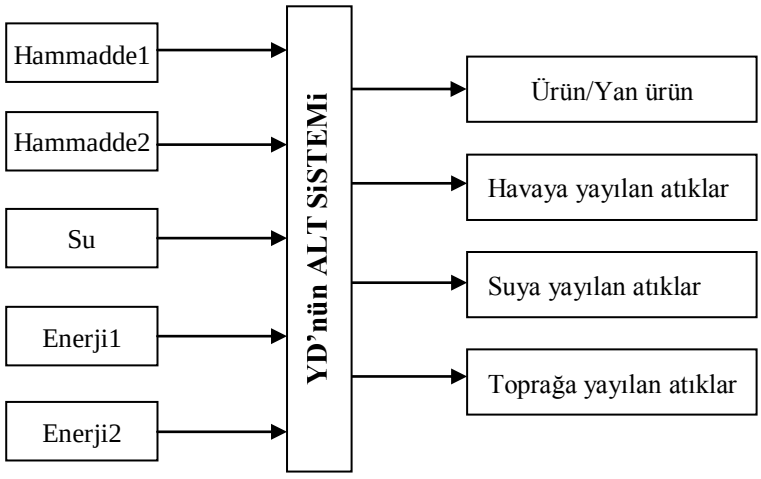
malzemeleri birbirleriyle kıyaslamak ve aralarından birine karar vermek durumundadır.

Bu kıyaslamayı yapabilmek için malzemelerin birimlerinin birbiriyle aynı olması gerekmektedir. Bu doğrultuda değişik malzeme sınıfları için değişik birimler belirlenebilir. Örneğin zemin kaplama malzemelerinde alan hesabı dikkate alındığı için ahşap, kauçuk, PVC gibi zemin kaplama malzemeleri için malzeme birimi [m^2] iken; çimento, beton gibi yapı malzemeleri için malzeme birimi [m^3] olabilir. Bu doğrultuda amaç ve kapsam aşamasında aşağıdaki adımlar takip edilir:

1. Yapı malzemesinin fonksiyonel biriminin belirlenmesi
2. Değerlendirilecek yaşam döngüsü süreçlerinin seçilmesi
3. Etki gruplarının seçilmesi
4. Seçilecek etki gruplarına göre temel alınacak yönetmeliklerin belirlenmesi

6.2 Envanter Analizi Aşaması

Envanter analizi aşaması bir sistemin yaşam döngüsünü oluşturan süreçlerinin her birinde sistemin oluşması için gereken hammadde, su, enerji gibi girdileri ve oluşum sürecinde ve sonunda elde edilen ürün/yan ürün, çevreye salınan atıkları kapsayan çıktıları hesaplamak için verilerin toplandığı aşamadır. Bu sistem Şekil 6.2' de görülmektedir.



Şekil 6.2: Bir sistemin yaşam döngüsünü oluşturan süreçlerinin her birinde yer alan sistem girdileri ve çıktıları

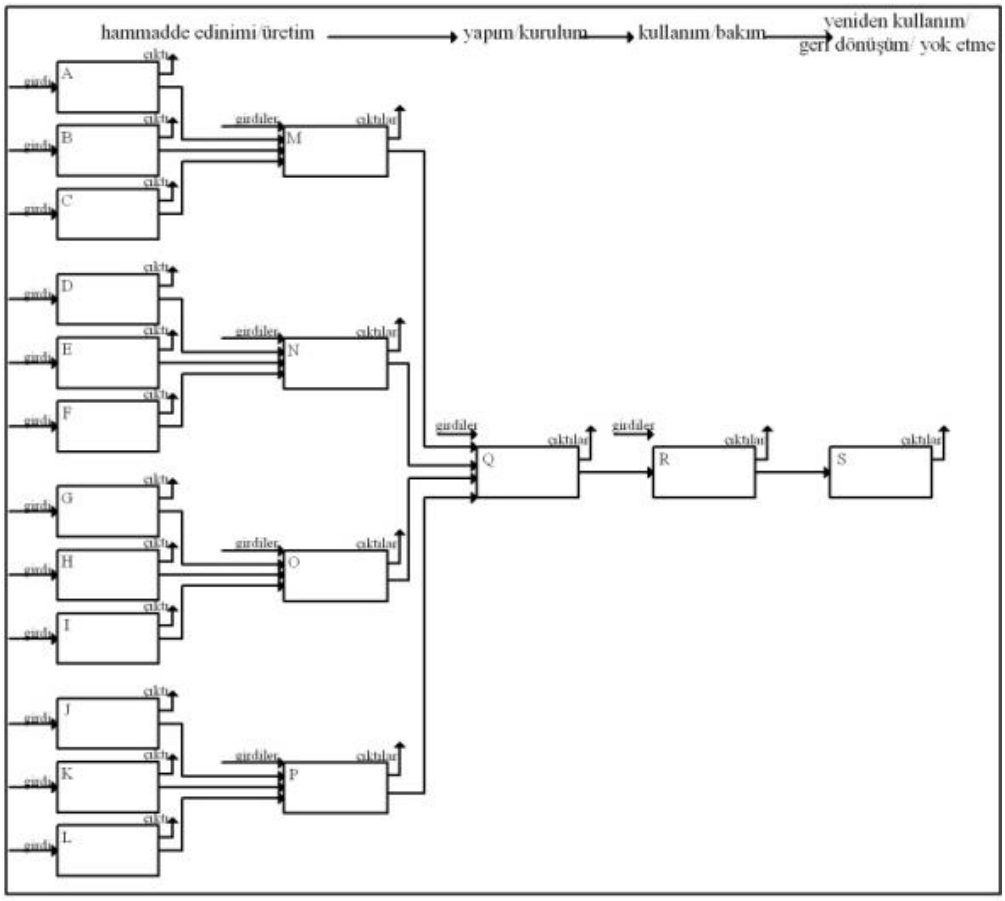
Bu aşamada malzemenin tüm süreçlerindeki girdiler ve çıktılar çözümlenir. Bu aşamanın adımları aşağıdaki gibidir:

1. Değerlendirilecek yapı malzemesinin belirlenmesi ve malzeme hakkındaki genel bilgilerin Çizelge 6.1' deki malzeme bilgi föyüne kaydedilmesi

Çizelge 6.1: Yapı malzemesi bilgi föyü

YAPI MALZEMESİ BİLGİ FÖYÜ		
Malzemenin Adı		
Üretici Firmanın Adı		
Üretici Firmanın Adresi		
Üretici Firmanın Telefonu		
Malzemenin Teknik Özelikleri	Fiziksel özelikler:	
	Mekanik özelikler:	
	Teknolojik özelikler:	
	Kimyasal özelikler:	
Malzemenin Ticari Sunum Şekli		

2. Şekil 6.3' teki gibi malzemenin değerlendirilecek tüm süreçlerini gösteren bir akış şeması oluşturulması [29]



Şekil 6.3: Malzemenin yaşam döngüsü sürecinin akış şeması

3. Hammadde edinim ve üretim süreci için:
    a. Girdilerin belirlenmesi
        i. Hammadde miktarı
        ii. Enerji miktarı
        iii. Su miktarı
    b. Çıktıların belirlenmesi
        i. Ürün/yan ürün miktarı
        ii. Katı atık miktarı
        iii. Sıvı atık miktarı
        iv. Gaz atık miktarı
4. Yapım/kurulum süreci için:
    a. Girdilerin belirlenmesi
        i. Malzeme miktarı
        ii. Enerji miktarı
        iii. Su miktarı
    b. Çıktıların belirlenmesi
        i. Katı atık miktarı
        ii. Sıvı atık miktarı
        iii. Gaz atık miktarı
5. Kullanım/bakım süreci için:
    a. Girdilerin belirlenmesi
        i. Malzeme miktarı
        ii. Enerji miktarı
        iii. Su miktarı
    b. Çıktıların belirlenmesi
        i. Katı atık miktarı
        ii. Sıvı atık miktarı
        iii. Gaz atık miktarı
6. Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci için:
    a. Girdilerin belirlenmesi
        i. Malzeme miktarı
        ii. Enerji miktarı
        iii. Su miktarı
    b. Çıktıların belirlenmesi

i. Katı atık miktarı
ii. Sıvı atık miktarı
iii. Gaz atık miktarı

7. Belirlenen bu verilerin envanter listesine kaydedilmesi.
   a. Hammadde edinim ve üretim süreci girdi ve çıktılarının Çizelge 6.2' te görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.2: Hammadde edinim ve üretim süreci için envanter listesi

Hammadde Edinim ve Üretim Süreci Envanter Listesi		
Yapı malzemesinin cinsi: Yapı malzemesinin fonksiyonel birimi:		
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Hammadde		
Hammadde 1		
Hammadde 2		
Su		
Enerji		
Enerji 1		
Enerji 2		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Ürün		
Ürün 1		
Ürün 2		
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		

   b. Yapım/kurulum süreci girdi ve çıktılarının Çizelge 6.3' te görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.3: Yapım/kurulum süreci için envanter listesi

Yapım /Kurulum Süreci Envanter Listesi		
Yapı malzemesinin yapıda kullanım şekli:		
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Malzeme		
Malzeme 1		
Malzeme 2		
Su		
Enerji		
Enerji 1		
Enerji 2		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		

Yapım/kurulum süreci malzemenin yapıya dahil olduğu süreçtir. Bu süreçten itibaren malzeme bir sistemin parçası haline gelir. Bu nedenle bu süreçteki girdiler çıktıları belirlerken bu sistem göz önünde bulundurulmalıdır.

c. Kullanım/bakım süreci girdi ve çıktılarının Çizelge 6.4' te görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.4: Kullanım/bakım süreci için envanter listesi

Kullanım/Bakım Süreci Envanter Listesi		
KULLANIM SÜRECİ		
Malzemenin ortalama hizmet ömrü		
Malzemenin binanın enerji tüketimine etkisi	Artırıyor ☐ Azaltıyor ☐ Etkilemiyor ☐	
Malzemenin iç hava kalitesine etkisi	Artırıyor ☐ Azaltıyor ☐ Etkilemiyor ☐	
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		
BAKIM SÜRECİ		
Malzemenin bakım sıklığı		
Malzeme bakım türü		
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Malzeme		
Malzeme 1		
Malzeme 2		
Su		
Enerji		
Enerji 1		
Enerji 2		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		

Bu süreçte malzemenin yapıdaki kullanım yeri önem kazanmaktadır. Çünkü bir malzeme yapı içerisinde farklı yerlerde kullanıldığında farklı girdiler ve çıktılar ortaya çıkabilir.

d. Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci girdi ve çıktılarının Çizelge 6.5' te görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.5: Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci için envanter listesi

Yeniden Kullanım/Geri Dönüşüm/Yok Etme Süreci Envanter Listesi		
YENİDEN KULLANIM SÜRECİ		
Malzeme yeniden kullanılabiliyor mu?	Evet ☐ Hayır ☐	
Malzeme yeniden kullanım sırasında bakım/onarım gerektiriyor mu?	Evet ☐ Hayır ☐	
GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİ		
Malzeme geri dönüştürülebiliyor mu?	Evet ☐ Hayır ☐	
Malzeme ara üretim süreçlerinde geri dönüştürülebiliyor mu?	Evet ☐ Hayır ☐	
Malzeme kullanıldıktan sonra üretildiği fabrikasında mı geri dönüştürülüyor?	Evet ☐ Hayır ☐	
Yukarıdaki yanıt hayır ise hangi alanda geri dönüşüm zincirine dahil oluyor?		
Malzemenin % kaçı geri dönüştürülüyor?	%	
Malzemenin geri dönüştürülme zorluğu nedir?	Zor ☐ Orta Zorlukta ☐ Zor Değil ☐	
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Enerji		
Enerji 1		
Enerji 2		
Su		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		
YOK ETME SÜRECİ		
Malzemeler hangi yöntemle yok ediliyor?	Atık sahası ☐ Yakma ☐	
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Enerji		
Enerji 1		
Enerji 2		
Su		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
Gaz Atık 1		
Gaz Atık 2		
Sıvı Atık 1		
Sıvı Atık 2		
Katı Atık 1		
Katı Atık 2		

6.3 Etki Değerlendirmesi Aşaması

Envanter analizi aşamasında elde edilen girdi ve çıktıların niteliklerine göre çevreye olan etkileri, etki değerlendirmesi aşamasında etki gruplarına göre değerlendirilir. Bir

malzemenin çevreye olan etkileri standartlar, yönetmelikler, bilimsel çalışmalar, birlik raporları, sivil toplum örgütlerinin araştırmaları gibi ölçütlerle belirlenebilir. Bu çalışmada Türkiye şartlarına göre hazırlanan yönetmelikler ile bu etkiler belirlenmektedir. Bu nedenle Türkiye' nin ihtiyaç duyduğu noktalarda hazırlanan bu yönetmeliklerin kapsadığı etki grupları ve etki göstergeleri ele alınmıştır. Çizelge 6.6' da da görüldüğü gibi bu etki grupları çeşitli etki göstergelerine ayrılabilmektedir.

Çizelge 6.6: Etki grupları ve alt başlıkları

ETKİ GRUBU	**İklim değişikliğine olan etkiler**	**Ekosistemlere olan etkiler**	**İnsan sağlığına olan etkiler**	**Kaynaklara olan etkiler**
ETKİ GÖSTERGESİ	-Küresel Isınma -Ozon incelmesi	-Asitlenme -Ötrofikasyon	-Fotokimyasal duman -Kanserojenlerin Salınımı	-Su kaynaklarının tüketilmesi -Ülke hammadde rezervlerinin tüketilmesi -Fosil yakıtların tüketilmesi -Enerji

Etki göstergelerine sebep olan salınımlar ve miktarları envanter çizelgelerinden temin edilir. Bu salınımlar çevresel etkiye sebep olan birer etmendir ve etmenler çok farklı çeşit ve cinste oldukları için etkilerine göre ortak bir birim ile ifade edilmişlerdir [Url-15]. Hangi etmenin hangi etki göstergesine ve etki grubuna sebep olduğu ve etmenin değerlendirileceği ilgili yönetmelik numarası Çizelge 6.7' de verilmiştir.

Çizelge 6.7' de atıf yapılan bu yönetmelikler aşağıda sıralanmıştır:

1. Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
3. Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
4. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği - Sağlık Bakanlığı
5. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Ve Yönetimi Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
6. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
7. Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
8. Ozon Tabakasını İncelten Maddeler Hakkında Yönetmelik - Çevre ve Orman Bakanlığı
9. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı

10. Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı
11. Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik - Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
12. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği - Çevre ve Orman Bakanlığı

Türkiye şartlarında üretilen yapı malzemelerine yönelik hazırlanan bu yönetmelikler bu nedenle değerlendirmenin dünyada yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Türkiye' nin mevcut durumuna göre yapılmasını sağlayan ölçüttür.

Üretim aşamasında kullanılan su miktarının kontrolüyle ilgili herhangi bir yönetmelik bulunmamaktadır. Ancak Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre Türkiye' de 2030 yılı toplam nüfusunun 100 milyon kişi olacağı tahminine dayanarak ve mevcut su potansiyeli göze alınarak 2030 yılında kişi başına düşen su miktarının 1000 m^3/yıl olacağı öngörülmekte ve geçmiş yıllardaki miktarlara bakıldığında Türkiye' de su kaynaklarının tükenmekte olduğu bilinmektedir [Url-19].

Üretim için hammadde kullanımıyla ilgili de yasal bir sınırlama mevcut değildir. Bu nedenle bir malzemeyi üretmek için yurt dışından ya da üretim sahasına uzak bir bölgeden getirilen hammaddelerin yerine yerel kaynaklardan elde edilen hammaddeler önerilebilir. Buna ek olarak Türkiye Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü' nden elde edilen rezervlerdeki miktarlar uzman kişiler tarafından karşılaştırılarak bir yorum yapılabilir.

Enerji ile ilgili ise; Türkiye' de kullanılan enerjinin %40' ından sanayi sektörü sorumludur [Url-27]. Üretim tesislerinde kullanılan enerji fosil yakıt tüketimine neden olduğu için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için çalışmalar yapılmalıdır.

Çizelge 6.7: Etki grupları, etki göstergeleri, etmenler, birimler ve ilgili yönetmelikler

Etki Grubu	Etki Göstergesi	Etmenler	Birim	İlgili Yönetmelik
İklim değişikliği	Küresel Isınma	Karbondioksit (CO_2) Karbontetraklorid (CCl_4) Karbontetraflorid (CF_4) CFC 12 (CCl_2F_2) Kloroform ($CHCl_3$, HC-20) Halon 1301 (CF_3Br) HCFC 22 (CHF_2Cl) Metan (CH_4) Metilbromid (CH_3Br) Metilklorid (CH_3Cl) Metilenklorid (CH_2Cl_2, HC-130) Azotoksit (N_2O) Trikloroetan(1,1,1-CH_3CCl_3)	g (gram) CO_2 (karbondioksit) eşdeğeri	1 3 6 7 12
	Ozon İncelmesi	Karbontetraklorür (CCl_4) CFC 12 (CCl_2F_2) Halon 1301 (CF_3Br) HCFC 22 (CHF_2Cl) Metil Bromür(CH_3Br) Trikloretan (1,1,1-CH_3CCl_3)	g (gram) CFC-11 (Triklorofloromet an) eşdeğeri	7 8 12
Ekosistemlere olan etkiler	Asitlenme	Amonyak (NH_3) Hidroklorür (HCl) Hidrojensiyanür (HCN) Hidrojenflorür (HF) Hidrojensülfür (H_2S) Azot oksitleri (NO_x) Kükürt oksitleri (SO_x) Sülfürik asit (H_2SO_4)	H+ (Hidrojen iyon) eşdeğeri	1 6 12
	Ötrofikasyon	Amonyak (NH_3) Azot oksitleri (NO_x) Nitrozoksit (N_2O) Havaya yayılan fosfor (P) BOD5 (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) COD (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) Nitrat (NO_3^-) Nitrit (NO_2^-) Fosfatlar (PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, H2PO_4-, H_3PO_4) Suya yayılan fosfor(P)	µg/m3 N (Azot) eşdeğeri	1 2 6 10

Çizelge 6.7: Etki grupları, etki göstergeleri, etmenler, birimler ve ilgili yönetmelikler (devamı)

Etki Grubu	Etki Göstergesi	Etmenler	Birim	İlgili Yönetmelik
İnsan sağlığına olan ekiler	Fotokimyasal Duman	Furan (C_4H_4O) Butadiyen ($1,3\text{-}CH_2CHCHCH_2$) Propilen ($CH_3CH_2CH_3$) Ksilen ($m\text{-}C_6H_4(CH_3)_2$) Büten ($1\text{-}CH_3CH_2CHCH_2$) Krotonaldehit (C_4H_6O) Formaldehit (CH_2O) Propionaldehit (CH_3CH_2CHO) Akrolein (CH_2CHCHO) Ksilen ($C_6H_4(CH_3)_2$) Trimetil benzen ($1,2,4\text{-}C_6H_3(CH_3)_3$) Asetaldehit ($CH_3CHO$) Aldehit Bütiraldehit ($CH_3CH_2CH_2CHO$) Etilen Glikol ($HOCH_2CH_2OH$) Asenaften ($C_{12}H_{10}$) Hekzanal ($C_6H_{12}O$) Azot oksitleri (NOx) Toluen($C_6H_5CH_3$)	µg/m3Azotoksit (NO_x) eşdeğeri	3 6 12
	Kanserojen salınımlar	Dioksinler Dietanolamin ($C_4H_{11}O_2N$) Kükürt oksitleri (SOx) Arsenik (As) Piren ($C_{20}H_{12}$) Cıva (Hg) Carbon Tetraklorür (CCl_4) Hekzakloretan (C_2Cl_6) Fenol (C_6H_5OH) Kadmiyum (Cd) Trikloropropan ($1,2,3\text{-}C_2H_5Cl_3$) Krom (Cr III, Cr VI) Etan sülfat ($C_2H_6O_4S$) Kurşun (Pb) Etilenoksit (C_2H_4O) Uranyum	g (gram) Toluen (C_7H_8) eşdeğeri	1 2 3 4 5 7 8 9 10 12

Çizelge 6.7: Etki grupları, etki göstergeleri, birimler ve ilgili yönetmelikler (devamı)

Etki Grubu	Etki Göstergesi	Etmenler	Birim	İlgili Yönetmelik
Kaynaklara olan etkiler	Fosil Yakıtların Tükenmesi	Kömür Doğal gaz Petrol	TEP (Ton eşdeğer petrol)	11
	Enerji	Elektrik Doğalgaz		
	Su kaynaklarının tükenmesi	-	Litre	
	Hammadde rezervlerinin tüketilmesi	-	-	

Bu çizelge ile örneğin üretim sırasında amonyak çıkaran bir malzeme için 2, 6 ve 10 numaralı yönetmeliklerdeki değerler göz önünde bulundurularak ötrofikasyon çevre etkisinden dolayı malzemenin ekosistemlere olan etkisi değerlendirilecektir.

Tüm veriler toplanıp, etki kategorileri ve ilgili yönetmelikler belirlendikten sonra Çizelge 6.8' deki gibi bir malzeme değerlendirme föyü oluşturulur. Burada her bir süreçte belirlenen etmenlerin miktarları, ilgili yönetmeliklerdeki sınır değerler ile karşılaştırılır. Bunun sonucunda eğer etmen miktarı sınır değerdeyse ilgili etki grubuna büyük derecede bir çevresel etki; sınır değere yakınsa orta derecede bir çevresel etki; sınır değerden uzaksa küçük derecede bir çevresel etki gösterdiğine karar verilir. Bu şekilde bir malzemenin her bir sürecinde hangi etmenin hangi çevresel etkiye ne ölçüde sebep olduğu belirlenebilecektir.

Bu noktada her bir etki grubunun değeri farklıdır. Yani bir malzemenin üretildiği bölgede o malzemeyi üretmek için gereken hammaddenin geniş rezervleri varsa kullanılan hammadde miktarının fazla olması kaynak kullanımı etki grubuna olan etkiyi yükseltse de aslında bu etki çok olmamalıdır. Bu nedenle ülkenin mevcut durumuna göre her bir etki grubuna katsayı verilerek bu gruplar arasında bir önem sırası oluşturulmalıdır. Ancak böyle bir çalışmanın, konusunda uzman kişiler tarafından yapılması gereklidir.

Çizelge 6.8: Malzeme değerlendirme föyü

Malzeme:						
Yaşam döngüsü süreçleri	**Etki grubu**	**Etki göstergesi**	**Birim**	**Miktar**	**Ölçüt**	**Sonuç**
Hammadde edinimi ve üretim	İklim Değişikliği	Küresel ısınma				
		Ozon incelmesi				
	Ekosistemler	Asitlenme				
		Ötrofikasyon				
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman				
		Kanserojen salınımları				
	Kaynaklar	Su kaynakları				
		Hammadde rezervleri				
		Fosil yakıtlar				
		Enerji				
Yapım/ Kurulum	İklim Değişikliği	Küresel ısınma				
		Ozon incelmesi				
	Ekosistemler	Asitlenme				
		Ötrofikasyon				
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman				
		Kanserojen salınımları				
	Kaynaklar	Su kaynakları				
		Hammadde rezervleri				
		Fosil yakıtlar				
		Enerji				
Kullanım/ Bakım	İklim Değişikliği	Küresel ısınma				
		Ozon incelmesi				
	Ekosistemler	Asitlenme				
		Ötrofikasyon				
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman				
		Kanserojen salınımları				
	Kaynaklar	Su kaynakları				
		Hammadde rezervleri				
		Fosil yakıtlar				
		Enerji				
Yeniden kullanım/ Geri dönüşüm/ Yok etme	İklim Değişikliği	Küresel ısınma				
		Ozon incelmesi				
	Ekosistemler	Asitlenme				
		Ötrofikasyon				
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman				
		Kanserojen salınımları				
	Kaynaklar	Su kaynakları				
		Hammadde rezervleri				
		Fosil yakıtlar				
		Enerji				

☐ Sınır değerden uzak: küçük derecede etki

▒ Sınır değere yakın: orta derecede etki

■ Sınır değerde: büyük derecede etki

⊘ Bilgi yok

6.4 Yorumlama Aşaması

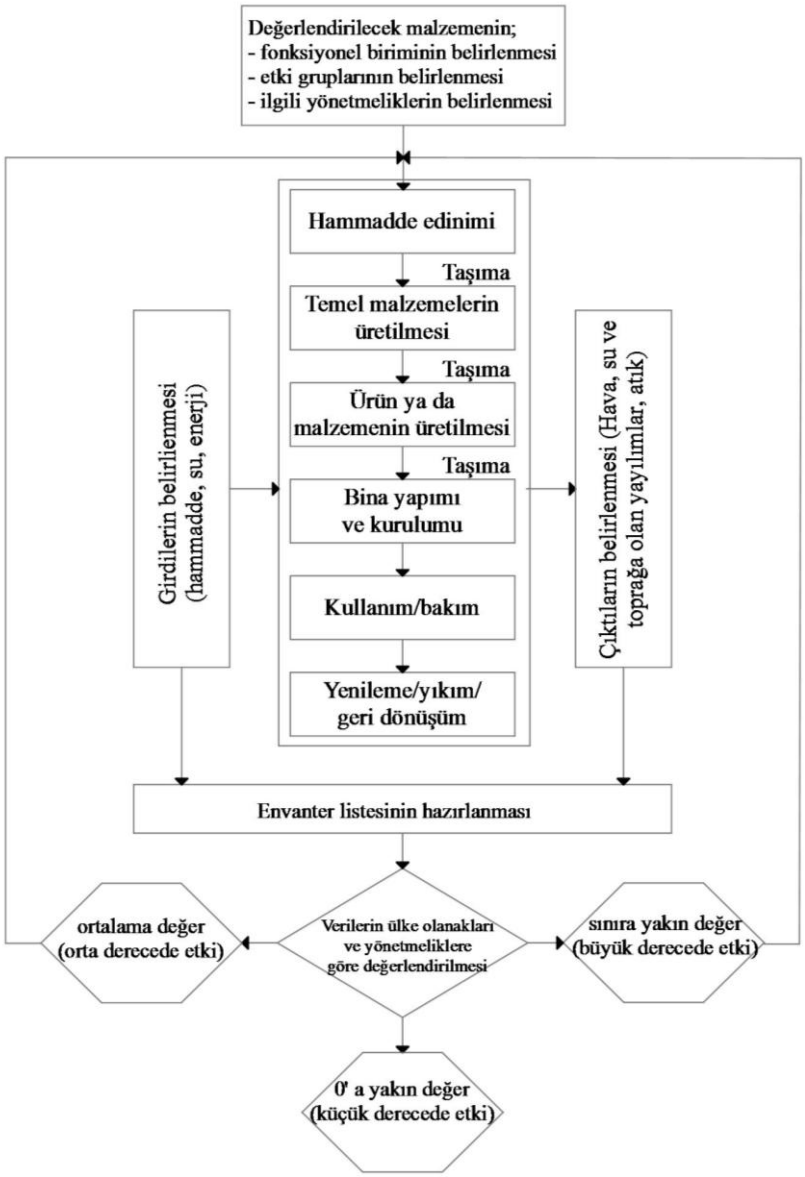
Bu aşamada amaç ve kapsam aşaması doğrultusunda ve envanter analizi ile etki değerlendirmesi aşamaları sonucunda elde edilen bilgiler yorumlanır. Bu şekilde bir yapı malzemesinin yaşam süreçleri boyunca hangi çevresel etkilere ne ölçüde sebep olduğu, yapıda aynı amaçla kullanılan farklı bir yapı malzemesine göre çevresel etkisinin büyüklüğü belirlenir.

Örneğin bir malzemenin çıktılarında NO_2 gazı salınımı varsa bu gaz ile ilgili Hava Kalitesi' nin Korunması Yönetmeliği' ndeki değerlere bakıldığında saatte 100 $\mu g/m^3$ NO_2 salınımı sınır değerdir. Örneğin bir malzeme hammadde edinim ve üretim sürecinde saatte 95 $\mu g/m^3$ NO_2 salınımı yapıyorsa; bu malzemenin ekosistemlere ve insan sağlığına büyük derecede etkisi vardır. Malzeme 45 $\mu g/m^3$ NO_2 salınımı yapıyorsa; bu malzemenin ekosistemlere ve insan sağlığına etkisi küçüktür. Yani malzemenin salınımı sınır değerdeyse çevresel etkisi büyük, sınır 0 ile sınır değerin ortalamasına yakınsa çevresel etkisi orta dereceli, 0'a yakınsa çevresel etkisi küçüktür. Hammadde edinim ve üretim sürecinde saatte 85 $\mu g/m^3$ NO_2 salınım yapan X malzemesinin malzeme bilgi föyü Çizelge 6.9' daki gibidir.

Çizelge 6.9: X malzemesi için hammadde edinimi ve üretim sürecini gösteren malzeme bilgi föyü

Malzeme: X						
Yaşam döngüsü süreçleri	**Etki grubu**	**Etki göstergesi**	**Birim**	**Miktar**	**Ölçüt**	**Sonuç**
Hammadde edinimi ve üretim	İklim Değişikliği	Küresel ısınma				
		Ozon incelmesi				
	Ekosistemler	Asitlenme				
		Ötrofikasyon	µg/m3 (N) eşd.	85	100	■
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman	µg/m3 (NO_x) eşd.	85	100	■
		Kanserojen salınımları				
	Kaynaklar	Su kaynakları				
		Hammadde rezervleri				
		Fosil yakıtlar				
		Enerji				

Bu verilere göre önerilen YDD sisteminin akış şeması Şekil 6.4' teki gibidir.



Şekil 6.4: Değerlendirme sisteminin akış şeması

6.5 Yöntemin Türkiye'de Üretilen Bir Malzeme Üzerinde Örneklenmesi

Su ile tepkimesinde sertleşerek etrafındaki maddeleri birbirine yapıştırma özelliğine sahip malzemelere "hidrolik bağlayıcı" adı verilmektedir. Çimento; hava ile suda sertleşen ve sertleştikten sonra suda çözünmeyen hidrolik bağlayıcı bir maddedir [Url-28].

TS EN 197-1 standardına uygun olan çimentolar ise CEM çimentosu olarak adlandırılır. CEM çimentosu agrega ve su ile uygun şekilde harmanlanıp karıştırıldığında, yeterli süre işlenebilirliğini muhafaza eden ve belirlenmiş dönemlerde belirli dayanım seviyelerini kazanan ve uzun süre hacim sabitliği

gösteren, beton veya harç üretilebilen çimentodur. Beş ana tipte CEM çimentosu vardır. Bunlar:

- CEM I Portland çimentosu
- CEM II Portland-kompoze çimento
- CEM III Yüksek Fırın Curuflu çimento
- CEM IV Puzolanlı çimento
- CEM V Kompoze çimento' dur.

Bu beş çimento tipi, farklı bileşenler ve dayanıklılık özeliklerine göre toplam 27 farklı çimento tipi oluşturmaktadır [43]. Çimento tiplerinin dayanım sınıfları, bileşen çeşitleri ve özellikleri TS EN 197-1 standardında açıklanmaktadır.

Örneğin yüksek erken dayanımlı, 42,5 dayanım sınıfına uyan portland çimentosu aşağıdaki şekilde gösterilir [43]:

Portland çimento TS EN 197-1 - CEM I 42,5 R

Türkiye'de Marmara Bölgesi'nde yer alan bir çimento fabrikasında üretilen çimento için gerçekleştirilmiş olan YDD çalışması örneği aşağıda verilmektedir. 1.400.000 ton/yıl klinker üretim kapasitesi, 2.850.000 ton/yıl çimento öğütme kapasitesi ve 31.000 tonluk çimento stok kapasitesi ile hizmet veren bu fabrika;

- CEM I 42,5 R - CEM I çimento klinkeri, minör bileşen olarak kalker ve priz düzenleyici olarak bir miktar alçı taşının birlikte öğütülmesiyle elde edilen hidrolik bağlayıcı,
- CEM II/A-M (P-L) 42,5 R - CEM I çimento klinkeri, %6-20 doğal puzolan tras ve kalker ile bir miktar alçı taşının birlikte öğütülmesiyle elde edilen hidrolik bağlayıcı,
- CEM IV/B (P-V) 32,5 N - CEM I çimento klinkeri, %36-55 doğal puzolan tras, endüstriyel puzolan silissi uçucu kül ve minör bileşen kalker ile bir miktar alçı taşı ihtiva eden hidrolik bağlayıcı

türlerinde çimento üretimi yapmaktadır.

6.5.1 Amaç ve kapsamın belirlenmesi aşaması

Çalışmanın fonksiyonel birimi olarak 50 kg' lık bir torba çimento belirlenmiştir. Bursa ilinde üretilen çimentonun aynı il sınırlarındaki bir yapıda kullanılacağı öngörülmüştür. Çimentonun çevresel etkileri; malzemenin hammadde edinimi ve

üretim, yapım/kurulum, kullanım/bakım ve yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreçlerinde incelenecektir. Malzeme, önerilen sistemin kapsamında da belirtilen yönetmelikler ve etki gruplarına göre değerlendirilecektir.

6.5.2 Envanter analizi aşaması

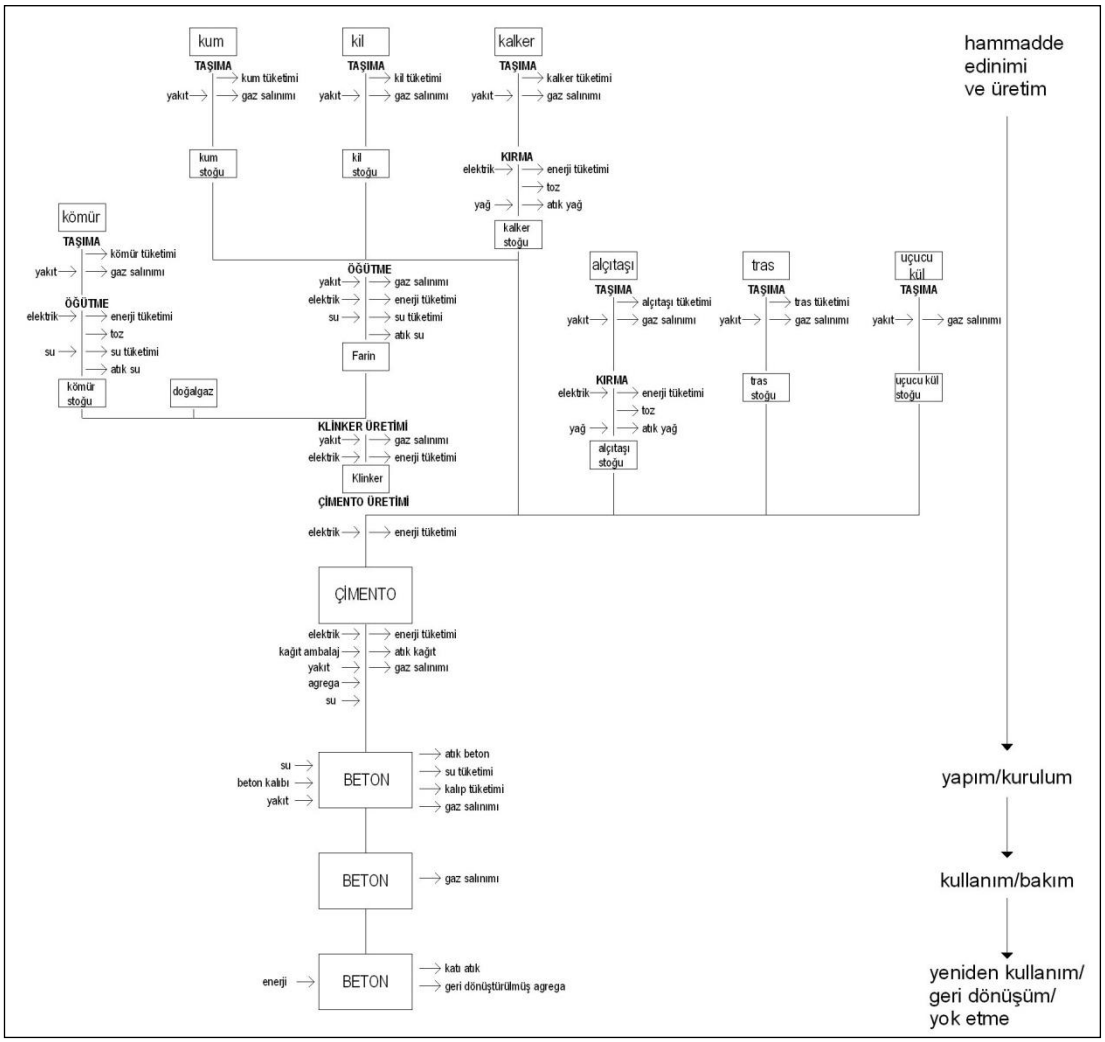
1. Çimentonun yaşam döngüsünün tüm süreçlerini gösteren akış diyagramının hazırlanması (Şekil 6.5)
2. Hammadde edinimi ve üretim sürecinin girdi ve çıktılarının belirlenmesi:

a) Girdiler:

   a. Hammadde: Çimento üretimi için gerekli olan hammaddeler kireçtaşı, kum, kil, alçı taşı, tras ve uçucu küldür.
   b. Enerji: Çimento üretimi için gereken hammaddelerin çıkarımı, kırılması, taşınması ve işlenmesi yoğun enerji gerektiren süreçlerdir ve çoğunlukla elektrik enerjisi tüketilir. Buna ek olarak en fazla enerji çimento fırınlarını çalıştırmak için tüketilmektedir. Bununla beraber doğalgaz, kömür, atık yağ da kullanılan enerji kaynakları arasındadır.
   c. Su: Üretim için kullanılan su sadece klinker yan ürününün üretiminde kullanılmakta olup bu su klinkerin fırında yanma sürecinde buharlaşmaktadır. Bununla beraber hammadde edinimi sırasında ve üretimde kullanılan donanımların temizlenmesinde de su kullanılmaktadır.

b) Çıktılar:

   a. Çimento
   b. Atık su
   c. CO
   d. CO2
   e. UOBler
   f. SO_2
   g. NO_x
   h. Katı parçacıklar
   i. Toz



Şekil 6.5: Çimento örneğinde hammadde edinim ve üretim sürecini gösteren akış şeması

3. Yapım/kurulum sürecinin girdi ve çıktılarının belirlenmesi:

Özellikle mimarlıkta yapı malzemeleri yapım/kurulum süreciyle birlikte bir sisteme dahil olur. Bu nedenle yaşam döngüsü değerlendirmesi bu sistem göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Bu doğrultuda yapıda sıva ve duvar harcı olarak ya da betonun bir bileşeni olarak kullanılan çimento, bu çalışmada betonu oluşturan malzemelerden biri olarak yapıdaki yerini almıştır. Bu süreçten itibaren çimentonun yapım/kurulum, kullanım/bakım süreci ile yeniden kullanım/yok etme/geri dönüşüm süreçlerinde çevresel etkileri incelenirken beton yapı malzemesi göz önünde bulundurulacaktır.

a) Girdiler:
    a. Çimento
    b. Agrega
    c. Su
    d. Enerji
    e. Beton kalıbı
b) Çıktılar:
    a. Atık su
    b. CO
    c. CO2
    d. UOBler
    e. SO_2
    f. NO_x
    g. Katı parçacıklar
    h. Beton dökümünden arta kalan katı atıklar

4. Kullanım/ bakım sürecinin girdi ve çıktılarının belirlenmesi:

a) Girdiler:
    a. -
b) Çıktılar:
    a. UOBler

5. Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme sürecinin girdi ve çıktılarının belirlenmesi:

a) Girdiler:
    a. Enerji
b) Çıktılar:
    a. Katı atık
    b. Geri dönüştürülmüş agrega

6. Belirlenen bu verilerin envanter listesine kaydedilmesi.
    a. Hammadde edinim ve üretim süreci girdi ve çıktılarının Çizelge 6.10' da görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.10: Çimento örneğinde hammadde edinim ve üretim süreci envanter listesi

Hammadde Edinim ve Üretim Aşaması Envanter Listesi		
Yapı Malzemesinin Cinsi: Çimento Yapı Malzemesinin Fonksiyonel Birimi: 50 kg		
GİRDİLER		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Hammadde		
Klinker	36,56	kg
Kalker	2,2	kg
Alçıtaşı	2,2	kg
Tras	5,4	kg
Sepere Uçucu Kül	0,59	kg
Ham Uçucu Kül	2,6	kg
Su	Bilgi yok	
Enerji		
Elektrik enerjisi	Bilgi yok	
Taşıma enerjisi	Bilgi yok	
Doğalgaz	0,053	sm^3
Kömür	105,6	kg
Atık yağ	52	kg
ÇIKTILAR		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Ürün		
Çimento	50	kg
Gaz Atık		
CO_2	32,8	kg
CO	0,1	kg
NO_2	0,02	kg
SO_2	Bilgi yok	
Sıvı Atık		
Atık su	Bilgi yok	
Katı Atık		
Toz	0,006	kg
Katı parçacıklar	Bilgi yok	

b. Yapım/kurulum sürecinin girdi ve çıktılarının Çizelge 6.11' de görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.11: Çimento örneğinde yapım/kurulum süreci envanter listesi

Yapım /Kurulum Süreci Envanter Listesi		
Yapı malzemesinin yapıda kullanım şekli: Beton		
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Malzeme		
Çimento		
Agrega		
Beton kalıbı		
Su		
Enerji		
Taşıma enerjisi		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
CO		
CO_2		
NO_x		
SO_2		
Atık su		
Artık beton		
Katı parçacıklar		

c. Kullanım/bakım sürecinin girdi ve çıktılarının Çizelge 6.12' de görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.12: Çimento örneğinde kullanım/bakım süreci envanter listesi

Kullanım/Bakım Süreci Envanter Listesi		
KULLANIM SÜRECİ		
Malzemenin ortalama hizmet ömrü		
Malzemenin binanın enerji tüketimine etkisi	Artırıyor ☐ Azaltıyor ☐ Etkilemiyor ☑	
Malzemenin iç hava kalitesine etkisi	Artırıyor ☐ Azaltıyor ☑ Etkilemiyor ☐	
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
UOB	Bilgi yok	
BAKIM SÜRECİ		
Malzemenin bakım sıklığı	-	
Malzeme bakım türü	-	
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
-		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
-		

d. Yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme sürecinin girdi ve çıktılarının Çizelge 6.13' te görülen envanter listesine kaydedilmesi

Çizelge 6.13: Çimento örneğinde yeniden kullanım/geri dönüşüm/yok etme süreci envanter listesi

Yeniden Kullanım/Geri Dönüşüm/Yok Etme Süreci Envanter Listesi		
YENİDEN KULLANIM SÜRECİ		
Malzeme yeniden kullanılabiliyor mu?	Evet ☐ Hayır ☑	
Malzeme yeniden kullanım sırasında bakım/onarım gerektiriyor mu?	Evet ☐ Hayır ☐	
GERİ DÖNÜŞÜM SÜRECİ		
Malzeme geri dönüştürülebiliyor mu?	Evet ☑ Hayır ☐	
Malzeme ara üretim süreçlerinde geri dönüştürülebiliyor mu?	Evet ☐ Hayır ☑	
Malzeme kullanıldıktan sonra üretildiği fabrikasında mı geri dönüştürülüyor?	Evet ☐ Hayır ☐ Bilgi yok ☑	
Yukarıdaki yanıt hayır ise hangi alanda geri dönüşüm zincirine dahil oluyor?		
Malzemenin % kaçı geri dönüştürülüyor?	%	
Malzemenin geri dönüştürülme zorluğu nedir?	Zor ☐ Orta Zorlukta ☐ Zor Değil ☐	
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Enerji		
Enerji		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Katı atık		
Agrega		
YOK ETME SÜRECİ		
Malzemeler hangi yöntemle yok ediliyor?	Atık sahası ☑ Yakma ☐	
Girdiler		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Enerji		
Enerji		
Su		
Çıktılar		
Tür	**Miktar**	**Birim**
Atık		
CO		
CO2		
UOB		
SO_2		
NO_x		
Katı parçacıklar		

6.5.3 Etki değerlendirmesi aşaması

Çimento üretimi için gereken hammadde çıkarılırken meydana gelen atıklar, suya etki ederek sudaki oksijen miktarını düşürmekte, bu şekilde doğal yaşam alanları bozulmaktadır.

Hammaddelerin çıkarılması, kırılması, taşınması ve işlenmesi yoğun enerji gerektiren süreçlerdir ve çoğunlukla elektrik enerjisi tüketilir. Buna ek olarak en fazla enerji çimento fırınlarını çalıştırmak için tüketilmektedir. Bununla beraber

doğalgaz, kömür ve atık yağ kullanılan diğer enerji kaynakları arasındadır. Bu noktada malzeme fosil yakıt tüketimine neden olmaktadır.

Çimentonun üretiminde döner fırınları çalıştırmak için kullanılan yakıtların yanmasıyla ve kireçtaşının kirece dönüştürülmesiyle CO_2 oluşmaktadır. CO_2 salınımı küresel ısınmaya sebep olur. Bu süreç aşağıdaki gibidir [29]:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

kireçtaşı ⟶ kireç + karbon dioksit

Yakıt yanmasından kaynaklanan diğer salınımlardan;

- UOBler fotokimyasal dumana; dolayısıyla göz tahrişine, solunum sistemi problemlerine;
- SO_2 (kükürt dioksit) akciğer hasarına, asitlenmeye dolayısıyla ekosistemlerin bozulmasına;
- CO (karbon monoksit) kalp ve damara ve akciğere ilişkin hasarlara;
- NO_x (azot oksitler) fotokimyasal dumana ve asitlennmeye;
- Katı parçacıklar göz ve boğaz tahrişine, bronşite, akciğer hasarına sebep olmaktadır [29].

Çimento üretiminden kaynaklanan bir diğer etmen ise tozdur. Tozdan kaynaklanan etkiler; göz ve boğaz tahrişi, akciğer hasarı gibi insan sağlığına olan etkilerdir.

Yapım/kurulum sürecinde harcanan taşıma enerjisi malzemenin üretildiği alandan uygulanacağı alana olan mesafesine göre değişmektedir. BREEAM yeşil bina sertifika sistemine göre malzemenin üretim tesisinin 30 km^2' lik bir dairesel alanında kalan bölgelere taşınması ekolojik bir yaklaşımdır. Bu nedenle amaç ve kapsamda belirtildiği gibi Bursa ili sınırları içerisinde bulunan üretim tesisinden taşınan malzeme üretim tesisine yakın bir noktaya taşındığı için bu noktada küçük bir çevresel etki göstermektedir.

Malzemenin taşınması ve uygulanması sırasında kullanılan donanımların yaktığı yakıtlar hammadde edinim ve üretim sürecindeki çıktılar gibi insan sağlığına ve ekosistemlere etki etmektedirler.

Betonun kullanım/bakım sürecinde yapılan bir araştırmaya göre UOB yayılımı olduğu saptanmıştır. Halıların arka yüzeylerindeki bazı plastikleştiriciler betonun

bazikliğiyle reaksiyona girerek alkollerin salınımına sebep olur ve bunlar iç hava kalitesini düşürür [29].

Beton, binanın yıkım sürecinde katı atık sahalarına dökülür. Bu süreçte taşınma sırasında harcanan enerji kaynaklara, çıkan salınımlar ise ekosistemlere ve insan sağlığına etki etmektedir. Betonun bir kısmı ise geri dönüştürülmüş agrega olarak kullanılabilmektedir.

Çizelge 6.14' te çimento yapı malzemesinin değerlendirme föyü görülmektedir.

Çizelge 6.14: Çimento yapı malzemesinin değerlendirme föyü

Malzeme: Çimento						
Yaşam döngüsü süreçleri	**Etki grubu**	**Etki göstergesi**	**Birim**	**Miktar**	**Ölçüt**	**Sonuç**
Hammadde edinimi ve üretim	İklim Değişikliği	Küresel ısınma	g CO_2			
	Ekosistemler	Asitlenme	H+			
		Ötrofikasyon	µg/m^3N			
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman	µg/m^3NO_x			
	Kaynaklar	Su kaynakları	lt			
		Hammadde rezervleri	-			
		Fosil yakıtlar	TEP			
		Enerji	TEP			
Yapım/ Kurulum	İklim Değişikliği	Küresel ısınma	g CO_2			
	Ekosistemler	Asitlenme	H+			
		Ötrofikasyon	µg/m^3N			
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman	µg/m^3NO_x			
	Kaynaklar	Su kaynakları	lt			
		Fosil yakıtlar	TEP			
		Enerji	TEP			
Kullanım/ Bakım	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman	µg/m^3NO_x			
Yeniden kullanım/ Geri dönüşüm/ Yok etme	İklim Değişikliği	Küresel ısınma	g CO_2			
	İnsan Sağlığı	Fotokimyasal duman	µg/m^3NO_x			
	Kaynaklar	Fosil yakıtlar	TEP			
		Enerji	TEP			

Bu veriler doğrultusunda etki göstergelerine bakılarak etki kategorileri belirlenmiştir. Bunun sonucunda bu ürün;

- Küresel ısınma
- Fotokimyasal duman
- Su kaynaklarının tükenmesi
- Asitlenme
- Ötrofikasyon
- Fosil yakıtların tükenmesi
- Enerjiye olan etki

- Hammadde rezervlerinin tükenmesi çevresel etkilerini göstermektedir. Bu veriler ile;

- Hava kalitesinin korunması yönetmeliği (1)
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2)
- Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği (6)
- Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği (3)
- Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik - Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (11)
- Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği (12)

incelenip buradaki sınır değerler mevcut değerlerle karşılaştırılarak yorum yapılabilir. Ancak, bu değerlendirmeyi yapabilmek için tüm süreçlerdeki miktarların bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca değerlendirme, bu faaliyetlerle ilgili bakanlıklar ve kamu kurum ve kuruluşlarının üst düzey temsilcileri, üniversiteler, meslek kuruluşları ve sivil toplum kuruluş temsilcileri, çevre ve ormancılık alanlarında çalışmaları bulunan uzmanlar ve yöneticilerin bir araya geleceği bir kurul tarafından yapılmalıdır.

6.5.4 Yorumlama aşaması

Malzemenin süreçlerindeki tüm girdiler ve çıktıların miktarları bilindiği ve bu süreçlerde envanter listelerinde sorulan soruların cevapları doğru bir şekilde alınabildiği takdirde etkilerin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılarak bu etkiler azaltılabilir. Elde edilen verilere bakıldığında;

- kullanılan hammaddelerin yerel kaynaklardan elde edilmesi,
- beton yapı malzemesindeki agreganın geri dönüştürülerek beton yapımında tekrar kullanılması,
- enerji kullanımında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması,
- üretilen çimentolarda katkı maddesi olarak puzolan kullanılarak CO_2 salınımının azaltılması

gibi yöntemlerle çimentonun çevreye olan etkisi azaltılabilir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında yapılan literatür araştırmasına göre dünyada yapılar ve yapı malzemelerinin neden olduğu çevresel etkileri belirlemeye, değerlendirmeye ve bu etkileri azaltmaya yönelik birçok çalışma yapıldığı görülmüştür. Türkiye' de de çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili adımlar atılmaya başlanmıştır. Sera gazları salınımı, ozon tabakasının incelmesi, enerji tüketimi gibi çevresel konularla ilgili bakanlıklar, kuruluşlar, sivil toplum örgütleri çeşitli çalışmalar yapıyor olsalar da ülkemiz, yapıların ve yapı malzemelerinin çevresel etkilerini belirlemede dünyadaki birçok ülkenin gerisinde kalmıştır. Türkiye'nin bu konudaki eksikliğinden yola çıkılarak yapılan bu çalışmada ISO 14040' a göre geliştirilmiş olan YDD yöntemi temel alınmıştır. Bu doğrultuda yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerinde girdileri ve çıktıları belirlenerek her bir etmenin neden olduğu çevresel etkiler ve etki kategorilerinin ülkemizin olanaklarına ve mevcut durumu doğrultusunda getirilen yasal sınırlamalara göre değerlendirilmesi önerilmiştir.

Türkiye'nin su kaynakları, hammadde, enerji potansiyeli ile sera gazı salınımı ve atık gibi göstergeleriyle ilgili hazırlanan mevzuatlardan mevcut durum irdelenmiş ve önerilen çalışma için bu konular öncelikli etki kategorilerini oluşturmuştur. Belirlenen bu yönetmelikler şunlardır: Hava Kalitesinin Korunması, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü, Su Kirliliği Kontrolü, Radyasyon Güvenliği, Tehlikeli Atıkların Kontrolü, Ambalaj Atıklarının Kontrolü, Atık Yağların Kontrolü, Toprak Kirliliğinin Kontrolü, Ozon Tabakasını İncelten Maddeler Hakkında Yönetmelik, Binalarda Enerji Performansı ve Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik' tir. Bu yönetmeliklere dayanarak oluşturulan etki grupları ve bu grupların alt başlıkları olan etki göstergeleri şunlardır: İklim değişikliğine olan etkiler – küresel ısınma, ozon tabakasının incelmesi; ekosistemlere olan etkiler – asitlenme, ötrofikasyon; insan sağlığına olan etkiler – fotokimyasal duman, kanserojenlerin salınımı; kaynaklara olan etkiler - su

kaynaklarının tüketilmesi, ülke hammadde rezervlerinin tüketilmesi, fosil yakıtların tüketilmesi, enerjidir.

Bu etki göstergelerine neden olan etmenler (CO_2, NH_3 gibi) ve bu etmenlerin sınır değerlerin içeren yönetmelikler birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu sayede bir malzemedeki bir etmenin hangi yönetmelikle ve hangi etki grubu - etki göstergesiyle ilişkili olduğu saptanabilecektir. Bunun sonucunda malzemenin her bir sürecindeki etmenler bu sınır değerlerle karşılaştırılarak;

- Sınır değerden uzaksa: küçük derecede etki
- Sınır değere yakınsa: orta derecede etki
- Sınır değerdeyse: büyük derecede etki

olarak değerlendirilmiştir.

Büyük ya da orta derecede etki gösteren bir malzemenin etkisi hangi süreçlerde büyükse o sürece müdahale edilerek malzemenin etkisi azaltılabilir.

Çalışmanın en son aşamasında önerilen sistem, Bursa ilinde üretim yapan bir çimento fabrikasıyla anket yapılarak çimento yapı malzemesi ile örneklenmiştir. Hammadde edinim ve üretim sürecinden sonra malzemenin yapıya dahil olduğu noktada çimento yapı malzemesi, beton yapı malzemesinin bileşeni olarak incelenmiştir. Hammadde edinim/üretim sürecinde nicel veriler kısmen elde edilmiş olsa da diğer süreçlerde girdi ve çıktıların miktarları bilinmemektedir. Envanter listelerindeki veri eksikliği; bazı etki göstergelerine ait herhangi bir yasal sınırlama çalışması olmaması; değerlendirmeyi yapacak bir bilimsel kurulun olmaması sonucunda çimentonun yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel etkileri ile ilgili yorum yapılsa da sistemde önerildiği gibi küçük derecede etki, orta derecede etki, büyük derecede etki gibi kesin bir yargıya varılamamıştır.

Çalışma kapsamında belirlenen etki göstergelerinden bazılarıyla ilgili bir sınırlama bulunmamakta ancak elde edilen literatür araştırmasındaki göstergelerle bir sonuca ulaşılmaktadır. Bunlar:

- Su kaynaklarının tüketilmesi
- Ülke hammadde rezervlerinin tüketilmesi
- Fosil yakıtların tüketilmesi

etkileridir.

Yukarıdaki üç etki için Türkiye' de bölgesel çalışmalar yapılıp ülkenin kaynakları ile ilgili istatistiksel veriler elde edilebilir. Bu verilerle malzeme grupları için kaynakların durumuna göre sınır değerler belirlenip bir yapı malzemesinin yaşam döngüsü sürecinde kullanılan bu girdilerin miktarları ile bu sınır değerler karşılaştırılarak bir sonuç elde edilebilir. Örneğin Bölüm 5' te yapılan araştırmada yıllık yağış ortalaması ve kişi başına düşen su miktarının yıllara göre dağılımına bakıldığında su kaynaklarının Türkiye' de git gide azaldığı görülmektedir. Bu durumda bir yapı malzemesinin en az suyu harcamasından ya da harcadığı suyu geri dönüştürmesinden o malzemenin çevresel etkisinin az olduğu düşünülebilir. Ancak yukarıda bahsedilen bir sınır değere göre yapılacak bir değerlendirme ile bilimsel bir sonuç elde edilebilir.

Buna ek olarak iç hava kalitesinin sağlanması, geri dönüşümlü içeriğe sahip malzeme kullanımı gibi konularla ilgili de yönetmeliklerle çeşitli alt ve üst sınırların getirilmesi; kullanım/bakım, yeniden kullanım/geri dönüşüm/ yok etme süreçleriyle ilgili envanter listeleri için bilimsel veriler sağlayacaktır.

Ayrıca malzemelerin üretim teknolojileriyle ilgili verilerin de elde edilmesi en az girdiler ve çıktıların belirlenmesi kadar önemlidir. Çünkü bir ülkenin üretim teknolojileri de üretilen ürünlerin çevresel performansını etkileyecektir. Örneğin gelişmiş üretim teknolojilerini kullanan bir tesisin ürettiği ürün daha az enerji harcayarak çevresel etkisini aza indirebilir. Bu nedenle yapılan çalışmanın kapsamında Türkiye şartları dikkate aldığından ülkemizin üretim teknolojilerine ait verileri toplamak faydalı olacaktır.

Sonuç olarak

1. Türkiye' de kullanılacak bu sistem için ISO 14040' e göre geliştirilmiş olan YDD yöntemi temel alınmalıdır.
2. Yapı malzemelerinin bu yönteme göre değerlendirilebilmesi için yukarıda da bahsedilen ve herhangi bir alt ya da üst sınır değeri olmayan konularla ilgili yasal çalışmalar yapılarak sınır değerler belirlenmelidir.
3. Yapı malzeme sektöründeki firmaların kendi ürünleriyle ilgili girdiler, çıktılar, üretim teknolojileri gibi verileri toplayarak bir veritabanı oluşturmaları gerekmektedir.

4. Değerlendirmenin yapılması için ilgili bakanlıklar ve kamu kurum ve kuruluşlarının üst düzey temsilcileri, üniversiteler, meslek kuruluşları ve sivil toplum kuruluş temsilcileri, çevre ve ormancılık alanlarında çalışmaları bulunan uzmanlar ve yöneticilerin bir araya geleceği bir bilimsel kurul oluşturulmalıdır.
5. Bu bilimsel kurulun ülkemizin olanaklarını incelemesiyle öncelikler belirlenerek her bir çevresel etki için bir katsayı verilebilir. Hatta bu katsayılar, ülke içinde bölgeden bölgeye farklılıklar söz konusu olabileceğinden coğrafi bölgelere göre değişiklik gösterebilir. Tüm etkilerin bu katsayılarla çarpılması sonucunda etki gruplarının ülkemiz için önem sırası belirlenerek malzemenin Türkiye' ye olan etkisi bilimsel bir şekilde ortaya konabilir.

Bu çalışma yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin değerlendirmesine yönelik bir sistem geliştirmek için hazırlanmıştır. Yapılacak yeni bir çalışmada bu çalışmadaki sistem geliştirilerek yapı elemanlarının ve yapıların çevresel etkileri de değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Adams C., Elizabeth L, 2005. Alternative Construction Contemporary Natural Building Methods, John Wiley & Sons, Londra, İngiltere.

[2] Ortiz O., Castells F., Sonnermann G., 2009. Sustainability In The Construction Industry: A review of recent developments based on LCA, *Construction and Building Materials,* 23, s. 28-39.

[3] Menke D. M., Davis G. A., Vigon B. W., 1996. Evaluation Of Life-Cycle Assessment Tools Final Report.

[4] Steen B., 2001. Environmental Assessment Tools, *Industrial Ventilation Design Guidebook,* s. 1357-1371.

[5] Andersson K., Eide M. H., Lundqvist U., Mattsson B., 1998. The Feasibility of Including Sustainability in LCA For Product Development, *Journal of Cleaner Production,* 6, s. 289–298.

[6] Sev A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yapı Endüstri Merkezi, YEM Yayinevi, İstanbul.

[7] Tanaçan L., 2002. Bildiri: Ekolojik Yapı Malzemelerinin Tanımlanmasındaki Sorunlar, Mimarlar Odası 1. Yapı Malzemeleri Kongresi, İstanbul.

[8] Edwards B., 1999. Sustainable Architecture : European Directives And Building Design, Oxford : Architectural Press, İngiltere.

[9] Canarslan Ö., 2007. Evaluation Indicators For Selection Of Sustainable Building Materials, *Yüksek Lisans Tezi,* ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[10] Kennedy J. F., 2004**.** Building Without Borders : Sustainable Construction For The Global Village, New Society Publishers.

[11] Anink D., 1996. Handbook of Sustainable Building : an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment, James & James, Londra.

[12] Bhamra T., Lofthouse V., 2007. Design For Sustainability : a practical approach**.** Gower Publishing Limited, İngiltere.

[13] Mclennan J. F., 2004. The Philosophy of Sustainable Design : the future of architecture, Ecotone, Kanada.

[14] Eriç M., 1978. Yapı Malzemeleri, Literatür, İstanbul.

[15] Rosen H. J., Heineman T., 1996. Architectural Materials For Construction, McGraw-Hill, New York.

[16] Tanaçan, L., 2008. "Mimarlıkta Malzeme Bilimine Giriş ve Malzeme Genel Özelikleri", *İTÜ Mimarlık Fak. Yapı Malzemesi Ders Notu*. .

[17] Onaran, K., 1997. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.

[18] Tekin N., 2003. Malzeme Özelliklerinin Yapı Hasarlarındaki Rolü ve Dış Duvarda Isı-Su Etkisinde Davranışı, *Yüksek Lisans Tezi,* İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[19] Fernandez J., 2006. Material Architecture : emergent materials for innovative buildings and ecological construction, Architectural Press, Amsterdam.

[20] Calkins M., 2009. Materials For Sustainable Sites : a complete guide to the evaluation, selection, and use of sustainable construction, Wiley, Hoboken, N.J.

[21] Graham P., 2002. Building Ecology : First principles for a sustainable built environment, Blackwell Publishing, Oxford.

[22] Yeang K., 1995. Designing With Nature : The ecological basis for architectural design**,** McGraw-Hill, New York **.**

[23] Berge B., 2000. The Ecology of Building Materials**,** Architectural Press, Amsterdam.

[24] Borer P., Haris C., 1998. The Whole House Book : Ecological Building Design & Materials, Centre for Alternative Technology, Machynlleth.

[25] Ding G. K.C., 2008. Sustainable Construction—The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management,* 86, s. 451–464.

[26] Anderson J., Shiers D. E., Sinclair M., 2002. The Green Guide to Specification an Environmental Profiling System for Building Materials and Components, Blackwell Science, Oxford.

[27] Finnveden G., Hauschild M. Z., Ekvall T., Guine´e J., Heijungs R., Hellweg S., Koehler A., Pennington D., Suh S., 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management,* 91,s. 1-21.

[28] TS EN ISO 14040, 1998. Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[29] Tanacan L., 2003-2010. Ders Notları, CKY 536E Ecological Building Materials, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

[30] Spiegel R., Meadows D., 2002. Green building materials : a guide to product selection and specification, Wiley, New York.

[31] ISO 14040, 2006. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles an Framework, International Organization for Standardization, İsviçre.

[32] BS EN ISO 14041, 1998. Environmental Management — Life Cycle Assessment — Goal and Scope Definition and Inventory Analysis, *European Committee for Standardization*, Belçika.

[33] Haapio A., Viitaniemi P., 2008. A Critical Review of Building Environmental Assessment Tools. *Environmental Impact Assessment Review,28,* s. 469–482.

[34] Lee W. L., Burnett J., 2008. Benchmarking Energy Use Assessment of HK-BEAM, BREEAM and LEED, *Building and Environment, 43,* s. 1882–189.

[35] NAHB Research Center, 2001. Life Cycle Assessment Tools to Measure Environmental Impacts: Assessing Their Applicability to the Home Building Industry, *Final Report.*

[36] Zhanga Z., Wua X., Yanga X., Zhub Y., 2006. BEPAS - A Life Cycle Building Environmental Performance Assessment Model, *Building and Environment, 41*, s: 669–675.

[37] Potbhare V., Syal M., 2009. Emergence of Green Building Guidelines in Developed Countries and Their Impact on India, *Journal of Engineering, Design and Technology, 7,* s: 9-121.

[38] ISO 14025, 2006**.** Environmental Labels and Declarations -- Type III Environmental Declarations -- Principles and Procedures, *European Committee for Standardization,* İsviçre.

[39] TSE ISO 14025, 2008. Çevre Etiketleri Ve Beyanları – Tip III Çevre Beyanları – Prensipler ve Prosedürler, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[40] Garling A., Steen B., Imrell A., Sanne, K., 2008. Development of Interpretation Keys For Environmental Product Declarations, *Journal of Cleaner Production, 16,* s. 598-604.

Url-1 <*http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00266/00540/index.html?lang=en*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-2 < *http://iibf.kocaeli.edu.tr/ceko/ssk/kitap50/39.pdf*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-3 <*http://scorecard.org/env-releases/cap/pollutant-desc.tcl#EDF-111*>, alındığı tarih, Mayıs 2010

Url-4 <*http://www.iso-14001.org.uk/index.htm*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-5 <*http://eurex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2001/com2001_0068en01.pdf*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-6 <*http://www.greenformat.com/help*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-7 <*http://www.greenspec.co.uk/*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-8 <*http://www.bbacerts.co.uk/*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-9 <*http://ec.europa.eu/environment/ipp/* >, alındığı tarih, Mart 2010

Url-10 <*http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-11 <*http://www.blauer-engel.de/en/blauer_engel/index.php*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-12 <*http://www.ecomark.jp/english/*>, alındığı tarih, Nisan 2010

Url-13 < *http://www.breeam.org/*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-14 <*http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-15 <*http://www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees/*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-16 <*http://www.athenasmi.org/index.html*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-17 <*http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-18 <*http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/epd.pdf*>, alındığı tarih, Mart 2010

Url-19 <*http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa.aspx?sflang=tr*>, alındığı tarih, Haziran 2010

Url-20 <*http://www.mta.gov.tr/v2.0/index.php*>, alındığı tarih, Haziran 2010

Url-21 <*http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=anasayfa*>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-22 <*http://www.dtm.gov.tr/dtmweb/index.cfm*>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-23 <*http://www.mevzuat.adalet.gov.tr/html/631.html*>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-24 <*http://www.cevreorman.gov.tr/COB/AnaSayfa.aspx?sflang=tr*>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-25 < *www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/yonetmelikler.htm*>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-26

<*http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/4043/2*

>, alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-27 <*http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=10&ust_id=3*>, alındığı tarih, Ağustos, 2010

Url-28 <*www.taek.gov.tr/.../radyasyon-guvenligi/radyasyon-guvenligi.../Radyasyon-Güvenliği-Yönetmeliği/*> alındığı tarih, Ağustos 2010

Url-29 < *http://www.bayindirlik.gov.tr/turkce/*> alındığı tarih, Eylül 2010

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Fatma Türkmen BAYRAKTAR

Doğum Yeri ve Tarihi: Şebinkarahisar – 12 Temmuz 1984

Adres: Osmangazi - BURSA

Lisans Üniversite: Uludağ Üniversitesi