İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVZUAT VE YEŞİL BİNA SERTİFİKALARI BAĞLAMINDA YAPI MALZEMELERİNİN SEÇİMİ VE TÜRKİYE İÇİN GEREKLİLİKLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elzem ÖZDEMİR

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVZUAT VE YEŞİL BİNA SERTİFİKALARI BAĞLAMINDA YAPI MALZEMELERİNİN SEÇİMİ VE TÜRKİYE İÇİN GEREKLİLİKLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elzem ÖZDEMİR
(502091521)

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Leyla TANAÇAN

24 Ocak 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091521 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Elzem ÖZDEMİR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"MEVZUAT VE YEŞİL BİNA SERTİFİKALARI BAĞLAMINDA YAPI MALZEMELERİNİN SEÇİMİ VE TÜRKİYE İÇİN GEREKLİLİKLER"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Leyla TANAÇAN** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. A. Zerrin YILMAZ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY .....
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **19 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **24 Ocak 2012**

Aileme,

ÖNSÖZ

Tüm hayatım boyunca, her türlü zorluğa rağmen maddi ve manevi destekleriyle her anımda yanımda olan Sevgili Annem Necmiye, Babam Kürşat ve Kardeşim Erman Özdemir'e ve

Beni bu konuya yönlendiren, tez çalışmam boyunca tüm bilgi birikimi ve desteğini paylaşan tez danışmanım, Sayın Prof. Dr. Leyla Tanaçan'a;

Çok teşekkür ederim.

Ocak 2012

Elzem Özdemir
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 2
1.2 Tezin Kapsamı 2
1.3 Hipotez 3
2. ÇEVRE ETKİSİ **5**
2.1 Mimarlığın Çevre Etkisi 9
2.2 Malzemenin Çevre Etkisi 12
2.3 Dünya'da Yeşil Bina Değerlendirmesine Yönelik Çalışmalar 13
2.3.1 Dünya'da yeşil bina değerlendirme araçları 14
2.4 Türkiye'de Yeşil Bina Değerlendirmesine Yönelik Çalışmalar 16
2.5 Bölüm Sonucu 22
3. YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ (YDD) **23**
3.1 Yöntemin Adımları ve Geliştirilmesine Etken Parametreler 24
3.1.1 Yaşam döngü amaç & kapsamın tanımlanması 30
3.1.1.1 YDD'nin amacı 30
3.1.1.2 YDD'nin kapsamı 30
3.1.1.3 Fonksiyon ve fonksiyonel birim: 31
3.1.1.4 Tanımlanmış birim (declared unit): 31
3.1.1.5 Sistem sınırı 32
3.1.1.6 Girdi ve çıktıların dahil edilmesi için kriterler (cut-off kuralı) 34
3.1.1.7 Çevresel etkilerin belirlenmesi 36
3.1.1.8 Veri tipleri ve kaynaklarının tanımlanması 36
3.1.1.9 Veri kalitesi gereksinimleri 37
3.1.1.10 YDD'de kullanılan birimler 37
3.1.2 Yaşam döngü envanter analizi - YDEA (LCI) 37
3.1.2.1 Veri toplama ve hesaplama 38
3.1.2.2 Çevresel parametreler ve referans birimler 41
3.1.3 Yaşam döngü etki değerlendirmesi (YDED) 42
3.1.3.1 Etki kategorileri, kategori göstergeleri, nitelendirme modellerinin seçimi 43
3.1.3.2 Sınıflandırma (envanter analizi sonuçlarının tasnifi) 46
3.1.3.3 Nitelendirme (kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması) 46
3.1.3.4 Seçime bağlı işlemler - normalleştirme 46
3.1.3.5 Seçime bağlı işlemler - gruplandırma 47
3.1.3.6 Seçime bağlı işlemler - ağırlıklandırma 47

3.1.3.7 Seçime bağlı işlemler - veri kalitesi analizi 47
3.1.3.8 Bir örnek 47
3.1.4 Yaşam döngü yorumlama aşaması 55
3.2 Bölüm Sonucu 56
4. YEŞİL MALZEME DEĞERLENDİRME ARAÇLARI 65
4.1 Çevresel Ürün Bildirimi (EPD) 66
4.1.1 Ürün kategori kuralları (PCR) 70
4.1.2 Bir EPD'nin içeriği 72
4.2 The Green Guide To Specification 74
4.2.1 Veri değerlendirme süreci 77
4.3 Bölüm Sonucu 80
5. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME ARAÇLARI 83
5.1 BREEAM 84
5.1.1 BREEAM 2011 malzeme kategorisi 89
5.1.1.1 Malzeme 1 (mat 1) yaşam döngü etkisi 89
5.1.1.2 Malzeme 2 (Mat 2) sert peyzaj ve sınır korunumu 101
5.1.1.3 Malzeme 3 (Mat 3) malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi 102
5.1.1.4 Malzeme 4 (Mat 4) yalıtım 107
5.1.1.5 Malzeme 5 (Mat 5) dayanıklılık için tasarım 109
5.1.2 BREEAM Malzemelerle ilgili diğer kriterler 110
5.1.2.1 Atık 1 (Wst 1) inşaat atık yönetimi 110
5.1.2.2 Atık 2 (Wst 2) geri dönüştürülmüş agregalar 112
5.1.2.3 Atık 4 (Wst 4) tehlikeli döşeme ve tavan bitirmeleri 113
5.1.2.4 Yönetim 3 (Man 3) şantiye alanı etkileri 114
5.1.2.5 Sağlık 2 (Hea 2) iç hava kalitesi 115
5.2 LEED 117
5.2.1 LEED 2009 Malzeme kategorisi 121
5.2.1.1 (MR 1.1) Bina yeniden kullanım– mevcut duvar, döşeme ve çatıların bakımı 121
5.2.1.2 (MR 1.2) Bina yeniden kullanım– mevcut yapısal olmayan iç elemanların bakımı 121
5.2.1.3 (MR 2) İnşaat atık yönetimi 122
5.2.1.4 (MR 3) Malzemenin yeniden kullanımı 122
5.2.1.5 (MR 4) Geri dönüştürülmüş içerikli malzemeler 122
5.2.1.6 (MR 5) Yerel malzemeler 123
5.2.1.7 (MR 6) Hızla yenilenebilen malzemeler 123
5.2.1.8 (MR 7) Sertifikalandırılmış ahşap 123
5.2.2 LEED Malzemelerle ilgili diğer kriterler 124
5.2.2.1 (IEQ 3.1) İç hava kalitesi - yapı iç hava kalitesi yönetimi yapım süreci 124
5.2.2.2 (IEQ 4.1) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler yapıştırıcılar ve derz sızdırmazlık malzemeleri 124
5.2.2.3 (IEQ 4.2) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler boyalar ve kaplamalar 124
5.2.2.4 (IEQ 4.3) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler döşeme kaplama sistemleri 125
5.2.2.5 (EIQ 4.4) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler - kompozit ahşap ve agrifiber ürünler 125
5.2.2.6 (SS 7.1) Sürdürülebilir araziler - ısı adası etkisi çatısız (nonroof) 125
5.2.2.7 (SS 7.2) Sürdürülebilir araziler - ısı adası etkisi çatılar 126

5.3 Bölüm Sonucu 127
6. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME ARACININ MALZEME ALT BAŞLIĞINDA YER ALMASI GEREKEN PARAMETRELER 131
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 147
KAYNAKLAR 155
EKLER 165
ÖZGEÇMİŞ 171

KISALTMALAR

ADI : Allowable Dose Intake (İzin Verilen Doz Alımı)
ANSI : American National Standards Institute
ASTM : American Society for Testing and Materials
ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ATFS : American Tree Farm System
BEES : Building for Environmental and Economic Sustainability
BRE : Building Research Establishment
BREEAM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BTU : British Thermal Units
CASBEE : Comprehensive Assessment System For Built Environment Efficiency
CE : Conformité Européenne (European Conformity)
CFC : Chlorofluorocarbon
CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
CML : Leiden University Instititute of Environmental Sciences
CoC : Chain of Custody
CPET : Central Point of Expertise on Timber Procurement
CRRC : Cool Roof Rating Council
CSA : The Canadian Standards Association
CSH : Code for Sustainable Homes
ÇEDBİK : Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
DCB : Dikloro benzen
DEFRA : Department of Environment, Food and Rural Affairs
EMAS : Eco-Management and Audit Scheme
EMS : Environmetal Management System (Çevre Yönetim Sistemi)
EPD : Environmental Product Declaration (Çevresel Ürün Bildirimi)
EUSES : The European Union System for the Evaluation of Substances
FSC : Forest Stewardship Council
GWP : Global Warming Potential (Küresel Isınma Potansiyeli)
HTP : Human Toxicity Potential (İnsan Zehirlilik Potansiyeli)
ICE : Institution of Civil Engineers
IEA : International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
IEO : International Energy Outlook (Uluslararası Enerji Göstergeleri)
IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
ISO : International Standards Organization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
IUCN : International Union for Conservation of Nature

LEED : Leadership in Energy and Environmental Design
MTCC : Malaysian Timber Certification Council
NIST : National Institute of Standards and Technology
NOx : Nitrogen Oxide
ODP : Ozone Depletion Potential (Ozon Tabakasını İnceltme Potansiyeli)
OECD : Organization for Economic Cooperation and Development
PCR : Product Category Rules (Ürün Kategori Kuralları)
PDF : Potentially Disappeared Fraction (Potansiyel Kayıp Tesiri)
PEC : Predicted Environmental Concentration (Potansiyel Etki Konsantresi)
PEFC : Programme for the Endorsement of Forest Certification
PM : Particulate Matter
PNEC : Predicted No-Effect Concentration (Öngörülen Etkisiz Konsantrasyon)
RAINS : Regional Acidification Information and Simulation
RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu - The National Institute for Public Health and the Environment
SCAQMD : South Coast Air Quality Management District
SETAC : Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SFI : Sustainable Forestry Initiative
SGS : Société Générale de Surveillance's
SHW : Specification For Highway Works
SI : International System of Units (Uluslararası Sistem Birimleri)
SRI : Solar Reflectance Index
SWMP : Site Waste Management Plan (İnşaat Atık Yönetim Planı)
TEP : Ton Eşdeğer Petrol
TRACI : Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impacts
UK : United Kingdom (Birleşik Krallık)
UMN : University of Minnesota
UNCED : United Nations Conference on Environment and Development
UNECE : United Nations Economic Commission for Europe
UNEP : United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change
USES : The Uniform System For The Evaluation of Substances
USGBC : United States Green Building Council
UV : Ultraviolet
VLO/VLC : (Rainforest Alliance's) Verification of Legal Origin and Compliance
VLTV : Timber Legality and Traceability Verification
VOC : Volatile Organic Compound
YDD : Yaşam Döngü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment – LCA)
YDEA : Yaşam Döngü Envanter Analizi (Life Cycle Inventory Analysis LCI)
YDED : Yaşam Döngü Etki Değerlendirmesi (Life Cycle Impact Assessment – LCIA)
YDM : Yaşam Döngü Maliyeti (Life Cycle Costing – LCC)
WMO : World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)
WRAP : Waste Resources Action Programme

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Dünya mevcut katı atık durumu ve 2025 yılı tahmini. 9
Çizelge 2.2 : Binaların tüm yaşam döngü sürecindeki girdi ve çıktıların durumu. ... 10
Çizelge 2.3 : Yeşil bina konsey üyesi ülkeler ve gelişen konseyler. 14
Çizelge 2.4 : Bazı ülkelerin geliştirdikleri yeşil bina değerlendirme sistemleri. 16
Çizelge 2.5 : Türkiye'nin başlıca çevre sorunları 17
Çizelge 3.1 : YDD yöntemine ilişkin ISO 14040 serisi standartları ve ISO 21931 standardı. 27
Çizelge 3.2 : YDD yöntemine ilişkin ISO 14020 serisi ve ISO çevresel ürün bildirimleri ile ilgili standartlar. 28
Çizelge 3.3 : Tanımlanmış birimlerde kullanılan birimler. 32
Çizelge 3.4 : Genel anlamda kullanılan etki kategorileri 36
Çizelge 3.5 : Genel ve Özel Verilerin Uygulanışı 36
Çizelge 3.6 : Sistem sınırının oluşturulması için toplanması gereken veriler. 39
Çizelge 3.7 : YDEA sonucu-etki kategorisi-kategori göstergesi ve uç noktası örneği. 42
Çizelge 3.8 : 6 etki kategorisi için YDEA olan ilişkisi, tanımlaması ve örnekleri. ... 44
Çizelge 3.9 : Yapı malzemesi yaşam döngü değerlendirmesi için gereklilikler. 57
Çizelge 3.10 : Çevresel etkiler için parametreler. 59
Çizelge 3.11 : Kaynak girdileri için parametreler 60
Çizelge 3.12 : Kaynak çıktıları için parametreler 60
Çizelge 3.13 : Gelecek için öngörülen malzeme çıktı akışları 60
Çizelge 3.14 : Taşımacılık için parametreler 61
Çizelge 3.15 : Malzemenin binaya kurulumu için parametreler 61
Çizelge 3.16 : İşletim sırasındaki enerji & su kullanımıyla ilgili parametreler. 61
Çizelge 3.17 : Bakım ve Onarımla ilgili parametreler 62
Çizelge 3.18 : Yok etme süreciyle ilgili parametreler 62
Çizelge 4.1 : Teslim durumdaki malzeme içeriği hakkında bilgi föyü. 72
Çizelge 4.2 : EPD yapı malzemeleri için genel bilgilerin beyanı 73
Çizelge 4.3 : EPD için çevresel parametrelerin beyanı 73
Çizelge 4.4 : Green Guide To Specification çevresel etki parametreleri 74
Çizelge 4.5 : 1 m^2 ve 10 cm kalınlığındaki duvar için malzemelerin belirlenmesi .. 77
Çizelge 4.6 : Malzemeler için çevresel etkilerin belirlenmesi 78
Çizelge 4.7 : Malzemelerin iklim değişikliğine bağlı 60 yıllık ömür için 1 m2' lik etkisi 78
Çizelge 4.8 : Malzemelerin iklim değişikliğine olan toplam etkileri 78
Çizelge 4.9 : İç duvarlar iklim değişikliği için Green Guide To Specification derecelendirmesi 79
Çizelge 4.10 : BRE çevresel etkilere göre ağırlıklandırma faktörleri. 80
Çizelge 5.1 : BREEAM 2011 sektörlere göre bina tipleri 84
Çizelge 5.2 : BREEAM sertifika derecelendirmesi ve puan yüzdesi 86

Çizelge 5.3 : BREEAM çevresel konu başlıkları ve ağırlık yüzdeleri. 86
Çizelge 5.4 : Sertifika derecesine göre minimumda istenen BREEAM gereklilikleri. 87
Çizelge 5.5 : BREEAM 2011 Yeni Yapılar Şeması çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve malzemelerle ilgili kriterler. 88
Çizelge 5.6 : Bina tipine göre değerlendirilecek yapı elemanları. 89
Çizelge 5.7 : Mat 1 puanlarına göre kredilerin bina tiplerine göre durumu. 90
Çizelge 5.8 : Green Guide To Specification derecelerinin Mat 1 puanlarına dönüştürülmesi. 90
Çizelge 5.9 : Yapı elemanı içindeki ayrı ayrı özelliklerin performans ağırlıklandırılması 91
Çizelge 5.10 : EPD tipine göre Green Guide To Specification derece puanları 100
Çizelge 5.11 : Aşamalı derecelendirme sistemi ve ilgili puanları 102
Çizelge 5.12 : Kazanılan puan %'sine göre BREEAM kredileri 102
Çizelge 5.13 : Sorumlu kaynak sertifikaları ve aşamalı derecesi 107
Çizelge 5.14 : Tehlikeli olmayan inşaat ve yıkım atık yüzdesi 111
Çizelge 5.15 : Geri dönüşümlü ve / veya ikincil agrega olarak belirtilen yüksek kaliteli agrega yüzdesi 113
Çizelge 5.16 : Ürün tipine göre VOC kriterleri 116
Çizelge 5.17 : LEED 2009 sektörlere göre bina tipleri 117
Çizelge 5.18 : LEED'de ele alınan çevresel konu başlıkları ve yüzdeleri 118
Çizelge 5.19 : LEED derecelendirmesi 119
Çizelge 5.20 : Minimumda uyulması gereken gereklilikler 119
Çizelge 5.21 : LEED 2009 Yeni Yapılar Şeması çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve malzemelerle ilgili kriterler. 120
Çizelge 5.22 : Bina Yeniden kullanım yüzdesi ve kazanılan puanlar 121
Çizelge 5.23 : BREEAM ve LEED malzeme kriterleri. 127
Çizelge 6.1 : Breeam MAT 1 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 132
Çizelge 6.1 (devam) : Breeam MAT 1 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 133
Çizelge 6.2 : Breeam MAT 2 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 134
Çizelge 6.2 (devam) : Breeam MAT 2 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 135
Çizelge 6.3 : Breeam MAT 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 136
Çizelge 6.3 (devam) : Breeam MAT 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 137
Çizelge 6.4 : Breeam MAT 4 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 138
Çizelge 6.4 (devam) : Breeam MAT 4 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum 139
Çizelge 6.5 : Breeam MAN 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiyeiçin durum 140
Çizelge 6.4 (devam) : Breeam MAN 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiyeiçin durum 141
Çizelge 6.6 : Breeam malzemelerle ilgili incelenen diğer kriterler, İlgili referansları ve Türkiye için durum 142

Çizelge 6.6 (devam) : Breeam malzemelerle ilgili incelenen diğer kriterler, İlgili referansları ve Türkiye için durum ve Öneriler 143
Çizelge 6.7 : LEED malzemelerle ilgili incelenen kriterler ve Adaptasyonda malzemelerle ilgili çıkarımlar 144
Çizelge 6.7 (devam) : LEED malzemelerle ilgili incelenen kriterler ve Adaptasyonda malzemelerle ilgili çıkarımlar 145
Çizelge A.1 : Dünyada Sürdürülebilir Tasarım Araçları ve Kapsamı 165

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : 1990-2035 Yılları Yakıt Tipine Dayalı Dünya Enerji Tüketimi. Katrilyon Btu (British Thermal Units)≈1055 joule,1kWh≈3412Btu. 6
Şekil 2.2 : 2007 ve 2035 Yılı İçin Dünya Elektrik Üretiminde Enerji ve Yakıt Kullanımının Durumu (trilyon kilowattsaat)..... 7
Şekil 2.3 : Seragazı Emisyonları ve Küresel Isınma Potansiyeli. 8
Şekil 2.4 : 2010 Yılı Sektörlere Göre Dünya Toplam Enerji Tüketimi..... 11
Şekil 2.5 : 2030 yılında sektörlerin farklı maliyet kategorileri altında sera gazının azaltılması için tahmini potansiyelleri..... 11
Şekil 2.6 : : Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi…..... 18
Şekil 2.7 : Türkiye 2009 Yılı Yenilenebilir Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı 19
Şekil 2.8 : 2009 yılı Bina sektörünün birincil enerji tüketiminin kaynaklara dağılımı 19
Şekil 2.9 : Türkiye'deki su tüketiminin endüstriyel dağılımı..... 20
Şekil 2.10 : Kişi Başına Düşen CO2 Potansiyeli. 21
Şekil 3.1 : : Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi..... 18
Şekil 3.2 : Yaşam Döngü Değerlendirme Aşamaları ve birbiriyle olan ilişkileri..... 25
Şekil 3.3 : Yapı ürün sistemi. 33
Şekil 3.4 : Sistem sınırı, bilgi modülleri ve yapı ürünlerinin yaşam döngüsü aşamaları..... 35
Şekil 3.5 : Malzeme yaşam döngüsü 40
Şekil 3.6 : Kategori göstergeleri kavramı 42
Şekil 3.7 : YDED safhası zorunlu ve isteğe bağlı unsurlar 43
Şekil 3.8 : Yaşam Döngü Envanter Analizi Sonuçları. 49
Şekil 3.9 : Nitelendirme faktörleri. 51
Şekil 3.10 : A malzemesi için gösterge sonuçlarının hesaplanması. 52
Şekil 3.11 : Normalleştirme sonucunun hesaplanması. 53
Şekil 3.12 : A malzemesi için normalleştirilmiş etki kategori profili..... 53
Şekil 3.13 : Seçilmiş ağırlıklandırma faktörleri. 54
Şekil 3.14 : A malzemesi için etki değerlendirme sürecindeki sonuçlar. 54
Şekil 3.15 : Yorumlama ile YDD diğer safhaları arasındaki ilişkiler..... 55
Şekil 4.1 : Zorunlu ve seçimli öğeler ile tanımlanan birim ve fonksiyonel birimlerdeki bilgi modülleri 69
Şekil 4.2 : EPD süreç adımları..... 72
Şekil 5.1 : BREEAM çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve ağırlık yüzdeleri (pasta gösterimi)..... 87
Şekil 5.2 : Tüm yaşam döngü sürecinde Green Guide To Specification'ın malzemeyi ele alış biçimi. 93
Şekil 5.3 : Greenbook Live'de üreticilere özel ürünlerin çevresel bilgileri 93

Şekil 5.4 : BRE Green Guide To Specification online, düşük eğimli çatı tipinin çevresel bilgileri 94
Şekil 5.5 : Tüm yaşam döngü sürecinde Çevresel Profil Yönteminin malzemeyi ve yapı elemanını ele alış biçimi. 96
Şekil 5.6 : BRE Global tarafından onaylanmış çevresel profil örneği..... 97
Şekil 5.7 : Tüm yaşam döngü sürecinde farklı standartların malzeme ele alış biçimi. 99
Şekil 5.8 : Tüm yaşam döngü sürecinde ISO 14025 EPD standardının malzemeyi ele alış biçimi. 101
Şekil 5.9 : Tüm yaşam döngü sürecinde sertifikaların malzemeyi ele alış biçimi... 106
Şekil 5.10 : Tüm yaşam döngü sürecinde EMS sertifikasının malzemeyi ele alış biçimi. 109
Şekil 5.11 : Tüm yaşam döngü sürecinde SWMP, SMARTWaste ve BREMAP'nin malzemeyi ele alış biçimi. 112
Şekil 5.12 : Tüm yaşam döngü sürecinde Man3 kriteri için gerekli konuların malzemeyi ele alış biçimi. 115
Şekil 5.13 : LEED çevresel konu başlıklarının pasta görünümünde dağılımı. 117
Şekil A.1 : AB atık yasal düzenlemesi ve Türkiye'de mevcut atık yönetiminin hukuki çerçevesi 169
Şekil A.2 : İklim değişikliğine uyum konusuyla doğrudan ilgili yasal düzenleme . 170

MEVZUAT VE YEŞİL BİNA SERTİFİKALARI BAĞLAMINDA YAPI MALZEMELERİNİN SEÇİMİ VE TÜRKİYE İÇİN GEREKLİLİKLER

ÖZET

Sanayi devriminden bu yana Dünyada; hızlı nüfus artışı ve sayısız teknolojik gelişmelerle birlikte kaynak tüketimi de artmıştır. İnsanoğlu 1900'lü yıllar ile birlikte; kirlilik, zehirli atık, kapasitesini dolduran çöp depolama alanları, iklim değişikliği, kaynak tüketimi, ozon tabakasının incelmesi, ormanların yok edilmesi gibi insan faaliyetlerinin yan etkilerini tanımaya başlamıştır. Giderek insanoğlu tarafından gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin yan etkileri, Dünya'nın canlı kalarak ve yeniden üreterek yaşam için kaynak sağlamayı sürdürmesi olan taşıma kapasitesini zorlamaktadır. Bu sebeple tüm insana dayalı faaliyetlerde kaynak verimliliğine yönelik önlemlerin alınması zorunlu hale gelmektedir.

1970'li yıllarda enerji krizi nedeniyle tükenmekte olan fosil yakıtların korunmasına yönelik başlatılan çabalar, 90'lı yılların başında, hızla tüketilen enerji kaynakları ve salımların dünyamızda yarattığı zararlı etkiler de dikkate alınarak daha yaygın bir şekilde önemsenmeye başlamış ve her alanda gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda mimarlık alanında; gelişmiş ülkelerde binaların çevre etkisini değerlendiren BREEAM-LEED gibi birtakım yeşil bina değerlendirmesine yönelik araçlar geliştirilmiş ve bu araçların kullanımı; araç geliştiricilerin yetiştirdikleri değerlendiriciler aracılığı ile tüm dünyada giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Aynı zamanda yapılan her eylemin çevre üzerinde yarattığı etkinin kantitatif olarak ölçülmesinde yeşil bina değerlendirme araçlarının yararlanmış olduğu çeşitli standartlar, test metotları ve yeşil malzeme değerlendirme araçları bulunmaktadır. ISO 14040 serisi; Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemini belirten ve yapılan her eylemin çevre üzerinde yarattığı etkinin kantitatif olarak ölçülmesinde kullanılan bir standart serisidir. Bu serinin yapı malzemeleri ile ilişkili olan bağlantılı standartları (örneğin ISO 14020 serisi, ISO 14025, prEN 15804, ISO 21930 standardı vb.) bulunmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesinde bir eylemin gerçekleştiği ortamın etkisi bulunmaktadır. Çünkü bu ortam, eylemin gerçekleşmesi sürecinde ortaya çıkan girdi ve çıktıların türünü, miktarını ve çevre etkisini değiştirebilmektedir. Bu sebeple çevresel etkiye sebep olabilecek tüm girdi ve çıktı değerlerinin kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlayacak veri tabanının oluşturulması, veri tabanının güvenilirliği ve güncelliliği gibi kriterler önem kazanmaktadır.

Bu çalışma, bir yeşil bina çevre etkisi değerlendirme aracının, geliştirildiği bölgenin dışında bir başka bölgede kullanılması durumunda; kullanılacağı yeni bölgenin malzeme üretimi için gerekli olan enerji, su ve hammadde kaynakları açısından yeterliliği, bölgede risk oluşturabilecek çevre etkisinin önceliklerinin belirlenmesi, bölgede kullanılan üretim teknolojisinin yeterliliği, bölgedeki çalışanların malzeme kullanımında yeterli bilgi birikimine sahip olması, malzeme ile gerçekleştirilmiş bir yapının tahmin edilen kullanım ömrü boyunca öngörülen tasarım gerekliliklerini

(taşıyıcılık, iklimsel konfor, sağlık vb) karşılıyor olması ve bakım onarım masraflarının olmaması, yapının ömrü tamamlandıktan sonra malzemenin yok edilmesi sırasında çevre etkisini minimize edecek teknolojilerin yeterli olması gibi kriterlerin de dikkate alınarak, yeniden şekillendirilmesi amacını taşımaktadır.

Bu amaç doğrultusunda, Dünya'da yaygın olarak kullanımı bulunan BREEAM, LEED yeşil bina çevre etki değerlendirme araçlarının özellikle malzeme alt başlıklarına odaklanılmış, malzemeyi yeşil kılan parametrelerdeki ortaklıklar; yaşam döngü değerlendirmesi yöntemiyle olan ilişkisi kapsamında saptanarak Türkiye'de bir binanın bu araçlara göre değerlendirilmesi sırasında malzeme konusuyla ilişkili olarak hangi parametrelerin bilinmesi gerektiği konusunda öneriler geliştirilmiştir. Çalışmada yeşil bina değerlendirme araçlarında yer alan Yapı malzemesine yönelik değerlendirme kriterlerinin, binanın toplam puanlamasındaki ağırlığı önemli bir düzey olduğundan ve bazı kriterlerin YDD gibi sayısal yöntemlerin kullanılmasını gerektirdiğinden, her iki değerlendirme aracı için malzemeyle ilgili olan kriterler çıkartılarak bu kriterlerin tek tek YDD ile olan ilişkisi yönlendirilen kaynakların YDD ele alış biçimi ve süreç bakımından (kaynaktan çıkarılmadan yok etmeye kadar) analiz edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda incelenen uluslar arası yeşil bina değerlendirme araçlarının YDD ile ilgisi olan malzeme kriterlerinde atılması gereken adımlar tablo halinde çıkartılarak, Türkiye için bir yeşil bina değerlendirme aracının geliştirilmesi durumunda, yapı malzemesine ilişkin kriterlerin YDD yöntemiyle olan ilişkisi doğrultusunda mevcut durum, konuyla ilgili eksiklikler ve alınabilecek önlemler hakkında öneriler sunulmuştur.

SELECTION OF BUILDING MATERIALS AND REQUIREMENTS FOR TURKEY IN TERMS OF LEGISLATION AND GREEN BUILDING CERTIFICATION

SUMMARY

Since the industrial revolution in the world, rapid population growth and numerous technological advances has also increased along with resource consumption. Human beings, with the coming of the 1900's, have started to recognize the adverse effects of human activities such as pollution, toxic waste, garbage filled the capacity of storage areas, climate change, resource depletion, ozone depletion and deforestation. These adverse effects of all activities performed by human beings are pushing the Earth's carrying capacity which is the ability to provide resources required to sustain life while retaining the capacity to regenerate and remain viable. Therefore, all human-based activities becomes necessary taking measures for resource efficiency.

Due to the energy crisis in the 1970s, initiated efforts to protect endangered fossil fuels and at the beginning of the 90's, the harmful effects caused by the rapid consumption of energy sources and emissions in our world began to be important in considering more widely and make them obligatory to take appropriate measures in each area. In the field of architecture; the building and construction industry has succeeded in not only damaging the environment, but also in pilfering its precious natural resources. These destructive impacts can be found throughout the building's life cycle: during materials production, the construction phase, its occupancy and its inevitable demolition. All construction materials, with their associated manufacturing processes, create some degree of impact on the natural environment resulting in the depletion of essential natural resources and the destruction of the environment. Some materials and processes can create more of an impact than others. So it is possible to make an assessment as to which of these materials are considered to be more or less harmful to the environment. In order to do this in the field of architecture, it is necessary to identify these impacts using a method which allows for evaluating material alternatives within the context of specific building projects. This method should not only allow for comparison of the immediate and long-term impacts that materials have on the finite supply of natural resources, but also of their performance, cost and social use in society. With in this respec,t to create more sustainable and conscious architecture, there are numerous green building rating tools were developed such as BREEAM, LEED, CASBEE, GBTool etc. and used in many different countries to assess the environmental impacts of buildings. Also the use of these tools gradually began to spread all over the world with the evaluators who are educated and trained through tools of developers.

As a quantitative measure of the impact of each action on the environment, there are different green building assessment tools which have benefited from various standards, test methods, green building material assessment tools. ISO 14040 series are the standard series which indicate Life Cycle Assessment (LCA) method and using to measure quantitatively the impact of each action on the environment. In

addition, the standards of this series are also associated with green building materials standards such as ISO 14020 series, ISO 14025, prEN 15804, ISO 21930 etc. From this perspective, Life-Cycle Assessment (LCA) is a comprehensive and holistic environmental performance assessment which can assess the building and related structural elements such as building materials, building elements, building process through its life cycle from cradle to grave, cradle to gate, cradle to site or cradle to cradle. Also, in LCA, the effect of the environment which the action occurred is important parameter. Because the environment can alter input and output type, the amount and the environmental impacts which occurs in the process of realization of the action. For this reason, generating the database, which can evaluate quantitatively all input and output values that may cause environmental impact, the reliability of database and database currency criterias are gaining in importance.

On the other hand, currently, only operational and material impacts can be addressed using LCA while topics like indoor climate, site and infrastructure are beyond the scope of a typical LCA and also in creating new database; , the building industry has not traditionally been willing to release their proprietary product manufacturing information which limits to make life cycle inventory analysis (LCI) more efficient and comprehensive. This also prevents LCA from being implemented in a wider context. One solution to this problem could be to implement government incentives, which encourage product manufacturers to release this information. Also the product's LCA data can then be included, in some accepted format, within product cut sheets or in standard building product catalogues. All this will require, an unprecedented partnership among the building industry, governments and third-party organizations, like the the ISO, CEN, ÇEDBİK, construction companies etc. to develop the necessary standards and support tools. Ideally, users will then be able to easily access LCA data, for specified building products, in order to better understand the environmental impacts of their design decisions.

Green building rating tools often only allow one to choose between the multitudes of existing building material alternatives by relying on unquantified judgments. Even LEED and BREEAM the most widely used environmental rating system in the world, lacks the ability to assess tradeoffs between material alternatives within the context of environmental impacts. Especially in LEED, designers should be confident that any choice which garners LEED points is thereby improving the environmental performance of their building. While the environmental performance can not be determined based on the economic performance methods that are currently utilized within LEED, it can be quantified using a Life Cycle Assessment (LCA). BREEAM is more related LCA method to assess building materials and buildings. A BREEAM assessment uses recognised measures of performance, which are set against established benchmarks, to evaluate a building's specification, design, construction and use. The measures used represent a broad range of categories and criteria from energy to ecology. They include aspects related to energy and water use, the internal environment (health and well-being), pollution, transport, materials, waste, ecology and management processes. To do all these; BREEAM models the environmental performances of a product following the BRE Global Environmental Profile Scheme which lays down on LCA method to evaluate building materials life cycle. But both tools clearly, a one size fits all assessement scheme would be difficult to achieve on a global basis. For example water efficiency is a major issue in

Dubai, Australia or Africacountries, but not in Scotland and nor in Wales. Therefore; environmental rating systems for buildings have need to be developed, integrated into LCA, ranked differently to match regional environment and regulations and these issues above. Weightings are also important for each country to make realistic results.

Therefore, this research has attempted; to report on the progress and validity of current LCA method, to focused on BREEAM, LEED green building environmental impact assessment tools and all related material sub-titles, to determine the scope of the relationship between LCA and LEED – BREEAM material criterias and to identify common parameters which makes the material green and finally to offer suggestions on Turkey conditions how to go about improving local green building rating tool by integrating LCA in the future.

1. GİRİŞ

1970'li yıllarda enerji krizi nedeniyle tükenmekte olan fosil yakıtların korunmasına yönelik başlatılan çabalar, 90'lı yılların başında, hızla tüketilen enerji kaynakları ve salımların dünyamızda yarattığı zararlı etkiler de dikkate alınarak daha yaygın bir şekilde önemsenmeye başlamış ve her alanda gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda mimarlık alanında; gelişmiş ülkelerde binaların çevre etkisini değerlendiren BREEAM-LEED-CASBEE gibi birtakım araçlar geliştirilmiş ve bu araçların kullanımı; araç geliştiricilerin yetiştirdikleri değerlendiriciler aracılığı ile tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır.

Yapılan her eylemin çevre üzerinde yarattığı etkinin kantitatif olarak ölçülmesinde ISO 14040 serisinde belirtilen Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinde (YDD) kullanılmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesinde bir eylemin gerçekleştiği ortamın etkisi bulunmaktadır. Bu ortam, eylemin gerçekleşmesi sürecinde ortaya çıkan girdi ve çıktıların türünü, miktarını ve çevre etkisini değiştirebilmektedir. Örneğin, bir yapı malzemesi olarak betonun YDD'si gerçekleştirilirken;

•Bölgenin beton üretimi için gerekli olan enerji ve su dahil hammadde kaynakları açısından yeterliliği,

•Bölgede risk oluşturabilecek çevre etkisinin önceliklerinin belirlenmesi,

•Bölgede kullanılan üretim teknolojisinin yeterliliği,

•Bölgede kullanılan beton yerleştirme teknolojisinin yeterliliği,

•Bölgenin beton kullanımında yeterli bilgi birikimine sahip olması (mühendislikte uygun betonarme kesitlerinin oluşturulması),

•Beton malzeme ile gerçekleştirilmiş bir yapının tahmin edilen kullanım ömrü boyunca öngörülen tasarım gerekliliklerini (taşıyıcılık, iklimsel konfor, sağlık vb) karşılıyor olması ve dolayısıyla bakım onarım masraflarının olmaması,

•Yapının ömrü tamamlandıktan sonra betonun yok edilmesi sırasında çevre etkisini minimize edecek teknolojilerin yeterliliği gibi.

Bütün yukarıda adı geçen süreçlerde kullanılan betonun çevresel etkiye sebep olabilecek girdi ve çıktı değerlerinin kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlayacak veri tabanının oluşturulması, veri tabanının güvenilirliği ve güncelliliği gibi kriterler önem kazanmaktadır.

Özetle, burada sözü edilen tüm parametrelerin, malzemenin üretildiği yerin, yerel kaynakların (hammadde, enerji, su), üretim, yerleştirme (yapım) ve yok etme teknolojilerinin bir ürünün yaşam döngüsü boyunca çevre etkisinde rolü bulunmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışma, bir yeşil bina çevre etkisi değerlendirme aracının, geliştirildiği bölgenin dışında bir başka bölgede kullanılması durumunda, kullanılacağı yeni bölgenin yukarıda sözü edilen kriterleri de dikkate alarak, yeniden şekillendirilmesi amacını taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda, BREEAM, LEED gibi yeşil bina çevre etki değerlendirme araçlarının özellikle malzeme alt başlıklarına odaklanılmış, malzemeyi yeşil kılan parametrelerdeki ortaklıklar; yaşam döngü değerlendirmesi yöntemiyle olan ilişkisi kapsamında saptanarak Türkiye'de bir binanın bu araçlara göre değerlendirilmesi sırasında malzeme konusuyla ilişkili olarak hangi parametrelerin bilinmesi gerektiği konusunda öneri geliştirilmiştir.

1.2 Tezin Kapsamı

Yüksek kaliteli ve çevreye uyumlu ürünlerin etkin bir şekilde üretilmesi için modern işleme tekniklerinin geliştirilmesi ve yeşil bina değerlendirme araçları (örn. BREEAM, LEED vb.), yeşil malzeme değerlendirme araçları (EPD, Green Guide To Specification vb.), standartlar (ISO 14001 çevre yönetim sistemi, ISO 14040 Yaşam döngü değerlendirmesi serisi, ISO 14020 Çevresel etiketler ve bildirimler serisi vb.) yasa ve yönetmelikler (Yapı malzemeleri yönetmeliği, Çevre etki değerlendirmesi (ÇED) yönetmeliği, Binalarda enerji performansı yönetmeliği vb.) gibi yasal düzenlemelere uyumlu olması gerekmektedir. Bu bağlamda tez çalışması; kapsamlı literatür taraması ile konuyla ilgili son gelişmeler çerçevesinde verilerin toplanması, çözümlenmesi, amaca yönelik seçilmesi ve yorumlanarak bir değerlendirmenin yapılması şeklinde sunulmaktadır. Tez çalışmasında yeşil bina değerlendirme

araçlarından BREEAM ve LEED'in malzeme kategorileri ile malzemeyle ilgili diğer kriterleri incelenmekte olup, diğer yeşil bina değerlendirme araçları ise kapsam dışı bırakılmaktadır. Yeşil malzeme değerlendirme araçlarından ise Green Guide To Specification ve EPD incelenmekte olup, YDD yazılım aracı olarak kullanılan BEES, GABI, SimaPro gibi araçlar kapsam dışı bırakılmaktadır. İlave olarak BREEAM ve LEED'in yönlendirmiş olduğu yasal düzenlemelerin Türkiye'de ki karşılıklarının olup olmadığı araştırılmakta olup, çevre ile ilgili yönlendirilen yasal düzenlemeler hariç diğer düzenlemeler kapsam dışı bırakılmaktadır. Tez çalışması buna göre;

İkinci bölümde; mimarlık ve malzemenin çevre etkisi ile dünyada yeşil bina değerlendirmesine yönelik yapılan çalışmalar ve konunun Türkiye açısından değerlendirilmesi,

Üçüncü bölümde; yaşam döngü değerlendirmesi yönteminin araştırılması, ISO 14040 ve ISO 14020 standart serisinde malzemenin ele alınış biçimi ve YDD süreç analizinin yapılması,

Dördüncü bölümde; dünya üzerinde yaygın olarak kullanılan yeşil malzeme değerlendirme araçları (Green Guide To Specification, EPD) ve ele alınan parametrelerin incelenmesi,

Beşinci bölümünde; yeşil bina değerlendirme araçları (BREEAM-LEED) ve bu araçların malzeme alt başlığı açısından analizinin yapılması,

Altıncı bölümde; oluşturulmak istenen bir yeşil bina değerlendirme aracının malzeme alt başlığında yer alması gereken parametreler belirlenmesi ve

Yedinci bölümde; yapılan tez çalışmasının; değerlendirme, sonuç ve Türkiye için öngörülerde bulunarak sonlandırılması şeklinde yapılmıştır.

1.3 Hipotez

Yeşil Bina değerlendirme araçları çevreye duyarlı bina sektörünün oluşması için önemli bir araçlardır ve bu nedenle her ülke kendi koşullarına uygun yeşil bina değerlendirme araçlarını geliştirmelidir. Dünyada üretilmiş ilk örnekler olan BREEAM ve LEED'in bu amaçla analiz edilmesi ve Türkiye'ye yönelik değerlendirme ve önerilerde bulunulması, bu süreci hızlandıran ve sağlıklaştıran

önemli bir adımdır. Yeşil bina değerlendirme araçlarında yer alan Yapı malzemesine yönelik değerlendirme kriterlerinin, binanın toplam puanlamasındaki ağırlığı önemli bir düzeydedir ve bazı kriterler YDD gibi sayısal yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Uluslar arası yeşil bina değerlendirme araçlarının Türkiye için geliştirilmesi durumunda, yapı malzemesine ilişkin kriterlerin Yaşam Döngü Değerlendirmesi yöntemiyle olan ilişkisinin de saptanarak belirlenmesi ve atılması gereken adımların çıkartılması, sürdürülebilir bir Yapı ve Emlak sektörü için yarar sağlayacaktır.

2. ÇEVRE ETKİSİ

Bu bölümde; mimarlık ve malzemenin çevre etkisi üzerinde durularak, Dünya'da ve Türkiye'de yeşil bina değerlendirmesine yönelik yapılan çalışmalar ele alınmaktadır.

Sanayi devriminden beri Dünyada; hızlı nüfus artışı ve sayısız teknolojik gelişmelerle birlikte kaynak tüketimi de artmıştır. Yeni bir yüzyılın başında insanlar; kirlilik, zehirli atık, kapasitesini dolduran çöp depolama alanları, iklim değişikliği, kaynak tüketimi, ozon tabakasının incelmesi, ormanların yok edilmesi gibi insan faaliyetlerinin yan etkilerini tanımaya başlamıştır. Dünyada, insanoğlu tarafından gerçekleştirilen tüm faaliyetlerin yan etkileri, dünyanın canlı kalarak ve yeniden üreterek yaşam için kaynak sağlamayı sürdürmesi olan taşıma kapasitesini zorlamaktadır. Bu sebeple Dünya nüfusunun artması, tüm insana dayalı faaliyetlerde kaynak verimliliğine yönelik önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmektedir.[1]. Herhangi bir sistemin yaşam döngü değerlendirmesinde döngü süresinde kullandığı girdiler ile çıktılar arasında bir denge bulunmaktadır. Tüm bu girdi ve çıktıların çevreye olan etkisi binalar açısından değerlendirildiğinde; **Enerji, Hammadde, Su ve Atık** şeklinde açıklanabilir:

Enerji; IEO (International Energy Outlook) 2010 raporuna göre dünya pazarındaki enerji tüketiminin 2007'den 2035 yılına kadar % 49 oranında artış göstermesi beklenmektedir. Yapılan araştırmada 2007-2035 süreci içinde fosil yakıtların dünya çapında tüketilen enerji miktarının büyük bir kısmını karşılaması beklenmektedir. (Şekil 2.1). Ancak 2003'ten bu yana dünya enerji fiyatlarındaki hızlı artış ve sera gazı emisyonlarının çevresel sonuçlarının getirdiği endişelerle birlikte fosil yakıtlara olan ilgi azalmakta ve nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynakları gibi alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi artmaktadır. Uzun vadeli beklentilerde hem nükleer hem de yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi için devlet politikalarının, yüksek petrol fiyatlarının da etkisi ile değişeceği öngörülmektedir.

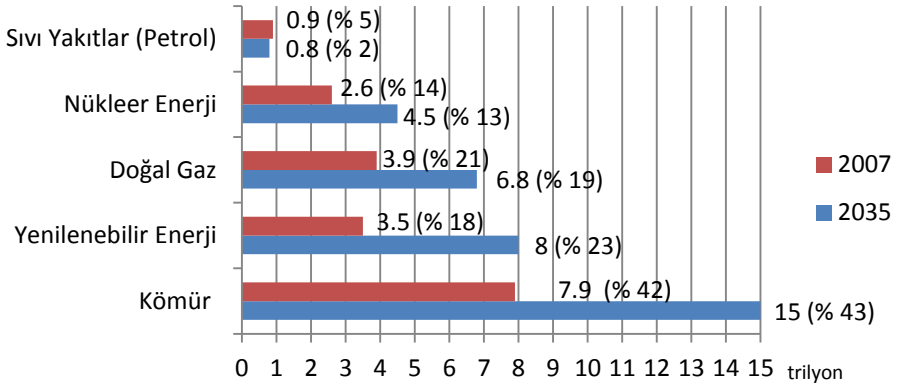


Şekil 2.1 : 1990-2035 Yılları Yakıt Tipine Dayalı Dünya Enerji Tüketimi [3].
Katrilyon Btu (British Thermal Units)≈1055 joule,1kWh≈3412Btu[4].

Enerji yakıtına göre elektirik üretimi ise; son 4 yıl içinde dünya çapında değişim gösterdiği görülmektedir. Dünya çapında elektrik enerjisi üretiminde en büyük payı oluşturan kömür, 2007 yılında dünya elektrik üretiminin % 42'sini karşılarken (7.9 trilyon kWh), bu oranın 2035 yılında % 43 (15 trilyon kWh) olması beklenmektedir. Yüksek fiyatlı petrol ve doğalgaza göre ekonomik olan kömür; özellikle hızla gelişmekte olan ülkelerde yakıt olarak tercih edilmekte ve kullanımı yoğun olan bu ülkelerde CO_2 emisyonlarının hızla artmasına neden olmaktadır. Gelecekte seragazı emisyon artışını sınırlandırmak yada azaltmak için çıkarılacak yasal düzenlemeler ile kömür kullanımındaki artışın ve kömüre olan bakış açısının büyük ölçüde değişebilmesi beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin ise, 2007 yılında % 18'den, 2035 yılında % 23'e yükselmesi beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının % 54'ü (2.4 kWh) hidroelektrik güçten, % 26'sı (1.2 trilyon kWh) rüzgar gücünden ve % 20'si güneş, jeotermal, biyokütle, atık vb. enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Türkiye ve Kanada istisnaları dışında OECD[1] (Organization for Economic Cooperation and Development) ülkelerinde ekonomik olarak işletilebilir hidroelektrik kaynaklarının çoğu kullanımdadır. Bu nedenle artık bu ülkeler için en yenilenebilir enerji kaynağı; hidroelektrik olmayan, güneş, rüzgar ve biyokütleden sağlanmaktadır. Kanada ve Türkiye'de ise gelecek için planlanan birtakım büyük ölçekli hidroelektrik projeleri

[1] OECD ülkeleri: ABD, Kanada, Meksika, Şili, Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Lüksemburg, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Türkiye, Yunanistan, Japonya, Güney Kore, Avustralya, Yeni Zelanda)Lüksemburg, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Türkiye, Yunanistan, Japonya, Güney Kore, Avustralya, Yeni Zelanda)

bulunmaktadır. Şekil 2.2; 2007 ve 2035 Yılı İçin Dünya Elektrik Üretiminde Enerji ve Yakıt Kullanımının Durumunu ve yüzde tüketim oranlarını göstermektedir.



Şekil 2.2 : 2007 ve 2035 Yılı İçin Dünya Elektrik Üretiminde Enerji ve Yakıt Kullanımının Durumu (trilyon kilowattsaat) [5].

Hammadde; doğada var olan doğal kaynakların tümü (toprak, madenler, su, bitki örtüsü, hayvanlar, ormanlar, güneş, rüzgar vb.) insan ihtiyaçlarının karşılanmasında hammadde olarak kullanılabilmektedir. Ancak doğal kaynakların; sınırlı olması, miktarlarının arttırılamaması ve hammadde açısından sınırsızca kullanılmaları nedeniyle tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Örneğin Dünyadaki mevcut kömür rezervleri 909 milyar ton olarak tahmin edilmekte ve bilinen mevcut rezervlerle bu miktarın, 129 yıllık bir üretime eş değer geldiği belirtilmektedir. [5]. Doğal kaynaklardan biri olan ormanlar ise; Dünya kara alanının yaklaşık % 30'unu karşılamaktadır. Fakat her yıl Panama ülkesi boyutunda orman alanı yok edilmektedir [6]. Son yapılan araştırmalara göre; 2010 itibariyle Dünyadaki orman alanları toplamının yarısı yok edilmiştir [7]. Bu nedenle alternatifleri olabilen yenilenebilir kaynaklara olan talebin arttırılması ve hammadde tüketimini azaltmak için geri dönüştürülebilen ürünlerden kazanılan hammaddenin sisteme yeniden dahil olması önemlidir.

Su; doğal kaynaklardan biri olan ve dünya üzerinde toplam 1.4 milyar km^3 olan suyun % 97,5'i okyanuslarda veya denizlerde tuzlu su olarak, % 2.5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Oldukça az olan tatlı su kaynaklarının % 90'nının yer altında veya kutuplarda bulunması insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği tatlı su miktarının ne kadar sınırlı miktarda olduğunu göstermektedir [7].

Atıklar; havaya, suya ve toprağa salınan atıklar olarak değerlendirilmektedir. Havaya verilen salımlar açısından; Dünya enerjiyle ilgili CO_2 emisyonları; fosil yakıtlar ve petrol hammaddeleri ile ilişkili (sıvı yakıtlar, doğalgaz ve kömür) yanma sonucu çıkan salım olarak tanımlanmaktadır [5]. CO_2 genel anlamda en önemli seragazı olması nedeniyle dünya toplam seragazı etkisinin % 60'ından sorumludur [9]. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında 6 adet (CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs ve SF_6), Ozon Tabakasını İncelten Maddeler kapsamında ise 1 adet (CFCs) sera gazı emisyonu tanımlanmıştır. Kütle açısından ortak karşılaştırılabilir CO_2 eşdeğer birimi (CO_2Eq) alınarak, her seragazı için ayrı ayrı emisyonlar çıkarılmıştır. Buna göre, diğer sera gazları, miktar olarak CO_2'e göre daha az olmasına rağmen küresel ısınma potansiyeli 20 - 23.900 kat daha fazladır (Şekil 2.3).

	SERA GAZLARI		Küresel Isınma Potansiyeli
İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	CO_2	Karbondioksit	1
	CH_4	Metan	20
	N_2O	Nitrözoksit	300
	HFCler	Hidroflorokarbonlar	1100-1900
	PFCler	Perflorokarbonlar	560-11700
	SF6	Kükürtheksaflorür	23900
Ozon Tabakasını İncelten Maddeler	CFCler	Kloroflorokarbonlar	6500-8700

Şekil 2.3 : Seragazı Emisyonları ve Küresel Isınma Potansiyeli [10].

Sürdürülebilir büyüme amacı ile imzalanan Kyoto sözleşmesine göre bölgelerin ve ülkelerin karbondioksit salımındaki büyüme sınırlandırılmaktadır [10]. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO - World Meteorological Organization) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP – United Nations Environment Programme) tarafından yürütülen Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ve en son 2010 Kankun/Meksika BM iklim değişikliği müzakerelerinde, küresel ısınmanın 2ºC ile sınırlı tutulması hedeflenmektedir. Bu amaç için uzun vadede atmosferdeki seragazı emisyonunun 450 ppm CO_2Eq (450 parts per million of CO_2-equivalent) ile sınırlandırılması gerektiği, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin de tespit edilen baz yılına göre sera gazı emisyonlarını azaltması gereği ifade edilmektedir [11]. Ancak Uluslararası Enerji Ajansının (IEA – International Energy Agency) 30 Mayıs 2011'de yayınlamış olduğu habere göre; küresel sıcaklık artışının 2 ºC ile

sınırlandırılması hedefinden giderek uzaklaşıldığı ve 2010 yılı için enerji tabanlı CO_2 emisyonunun tarihteki en yüksek seviyesinde olduğu belirtilmektedir [12].

Toprağa verilen katı atıklar bakımından; yapılan bir araştırmaya göre; (Çizelge 2.1) Dünya çapında 2006 yılında 2 milyar ton olan katı atık miktarının 2011 yılına kadar % 37 artış göstereceği ve 2025 yılında yıllık 2,4 milyar ton olacağı tahmin edilmektedir.

Çizelge 2.1 : Dünya mevcut katı atık durumu ve 2025 yılı tahmini [13].

Dünya katı atık miktarı	**Kişi başına düşen yıllık kilogram**	**Yıllık milyar Ton**	
		2006	**2025**
Mevcut durum	310	2.0	2.4
Referans alınan şehirler * üzerinden ortalama	343	2.2	2.7
OECD** ülkelerindeki ortalama mevcut durum	580	3.8	4.6
Mevcut OECD ülkelerindeki maksimum durum	760	4.9	5.9
* Referans alınan şehirler: Adelaide (Avustralya), Bamako (Mali), Belo Horizonte (Brezilya), Bengaluru (Hindistan), Canete (Peru), Curepipe (Mauritius Cumhuriyeti), Delhi (Hindistan), Dhaka (Bangladeş), Ghorahi (Nepal), Kunming (Çin), Lusaka (Zambiya), Managua (Nikaragua), Moshi (Tanzanya), Nairobi (Kenya), Quezon City, (Filipinler), Rotterdam (Hollanda), San Francisco (ABD), Sousse (Tunus), Tompkins County (ABD), Varna (Bulgaristan),			
** OECD: ABD, Kanada, Meksika, Şili, Almanya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Lüksemburg, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Türkiye, Yunanistan, Japonya, Güney Kore, Avustralya, Yeni Zelanda			

Belediye katı atık yönetimi ve atıksuların yaklaşık yarısı atık depolama alanlarından çıkan metan gazı olmak üzere, küresel sera gazı emisyonlarına yaklaşık yüzde 3 katkı sağlamaktadır. Bu oranın 2020 yılında 2 katına çıkması ve 2050 yılında da 4 katına çıkması tahmin edilmektedir [13].

2.1 Mimarlığın Çevre Etkisi

Yapılı çevre; insan faaliyetlerinin kaynaklar üzerindeki etkisinin açık bir örneğidir. Yapılar; Dünya'nın tatlı su çekme işleminin altıda birini, kereste hasatının dörtte birini, malzeme ve enerji akışının beşte birini oluşturarak çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Bunun yanı sıra yapıldıkları bölgenin su havzalarını, hava kalitesini ve ulaşımını da etkilemektedir. Gelecekte rekabet gücünü korumak ve kar sağlamak için yapı sektörünün; kendi faaliyetlerinde çevresel ve ekonomik sonuçları dikkate alması gereklidir. Bunu yaparken de yapı sektörünün ve mal sahiplerinin yapıların tasarım, yapım ve işletime dayalı olan yaklaşımlarını değiştirmeleri

gerekmektedir. Bu doğrultuda kamu ve özel sektörde çeşitli grupların liderliğinde yapı sektörünün çalışmaları yeni bir değere doğru hareket etmektedir: Çevresel performans [1].

Sürdürülebilir yapım, tasarım aşamasından yok etme aşamasına kadar yapılı çevre için çevresel performansın Yaşam Döngü Değerlendirmesi - YDD (LCA – Life Cycle Assessment) kapsamında dikkate alınmasıdır. Binanın tüm yaşam döngü aşamalarında çevresel kriterlerin kullanılarak sağlıklı bir yapılı çevrenin oluşturulması olarak da tarif edilebilir. Amaç; hammadde, su ve enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmak ve binanın tüm YDD aşamalarında hava, su ve toprağa verilen atık oluşumunu en aza indirmektir [2].

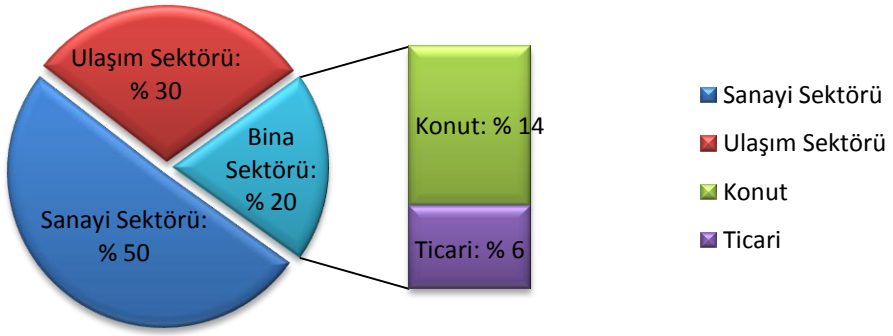
Binaların tüm yaşam döngü değerlendirmesi kapsamında girdi ve çıktılarının Dünya, Amerika ve Avrupa açısından değerlendirilmesi ise Çizelge 2.2'de gösterildiği şekildedir:

Çizelge 2.2 : Binaların tüm yaşam döngü sürecindeki girdi ve çıktıların durumu.

Girdi ve Çıktılar	**Dünya**	**Amerika [14]**	**Avrupa**
Enerji	Dünya'daki toplam enerji tüketiminin % 20'si [5]	toplam enerji kullanımının % 36'sı ve toplam elektrik kullanımının % 65'i	toplam enerji kullanımının % 40'si [15]
Su	%16 [16]	su kullanımının % 12'si	toplam su tüketiminin % 17'si [17]
Hammadde	Toplam hammadde kullanımının % 40 [18] , kereste kullanımının % 25'i ni	Hammadde kullanımının % 30'u	-
Atıklar	küresel toplam CO_2 salımının % 33'ünü [19]	seragazı emisyonunun % 30'u, atık miktarının % 30'u	binaları ısıtma, soğutma aydınlatma için kullanılan enerji avrupadaki tüm toplam CO2 emisyonunun % 40'ını [20] toplam atık miktarının % 32.9 'u (atıkta inşaat sektörü en yüksek sektördür) [21]
* Bu oranlar, sadece bina yapımı için harcanan enerjinin yanısıra yapı malzemelerini ve yapı elemanlarını üretmek için gerekli depolanmış yada gömülü enerjiyi (embodied energy) ile malzemeleri şantiyeye taşımak için gerekli enerjiyi de içermektedir. ** Araştırılan kaynaklardaki oranlar yıl bakımından farklılık gösterebilir.			

Çizelge 2.2'ye göre Bina sektörü (oluşan konut ve ticari tüketiciler); dünya toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 20'sini oluşturmakta ve binalarda en büyük enerji kullanımının yaklaşık % 80-85 ile ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, su ısıtma ve ev aletlerini çalıştırmak için bina işletim aşaması sırasında oluşmaktadır [22]. Ancak sadece yapı kullanım aşamasındaki talebin sağlanmasına ve doğrudan

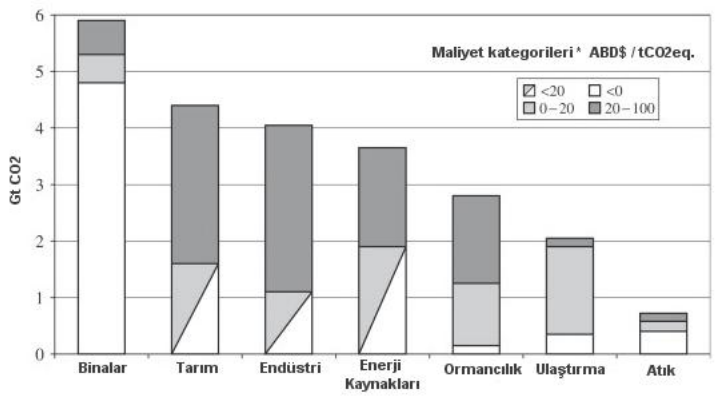
enerjiyi minimalize edecek analizlere odaklanılması, malzeme ve ekipmanların oluşum enerjisinin ve binanın diğer dolaylı etkilerinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Bu durum; "beşikten mezara" olan etkileri kantitatif biçimde değerlendirmek için kapsamlı ve gerçekçi bir yaklaşım gerektirmektedir [23]. Örneğin Sanayi sektörü (imalat, tarım, madencilik ve inşaat sektörü dahil) diğer sektörlere göre dünyada toplam üretilen enerjinin % 50'sini kullanmaktadır [5] (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : 2010 Yılı Sektörlere Göre Dünya Toplam Enerji Tüketimi [5].

Ancak binanın tüm yaşam döngü aşamaları değerlendirildiğinde; dünya genelinde toplam enerji tüketiminin; sadece % 20 oranındaki bina sektörü içinde kalmayıp sanayi sektörü içindeki imalat, üretim, madencilik, inşaat-yapım sektörüyle de ilgili olduğu ve bu oranın gerçekte % 20'nin de üzerinde olacağı sonucu çıkarılmaktadır.

Yapılan bir diğer araştırmada ise; Bina sektörünün 2030 yılına kadar seragazı azaltımı konusunda; diğer sektörlere göre maliyet açısından tek ve en büyük potansiyele sahip sektör olduğu belirtilmektedir. (Şekil 2.5) [19,24].



Şekil 2.5 : 2030 yılında sektörlerin farklı maliyet kategorileri altında sera gazının azaltılması için tahmini potansiyelleri [19,24].

Bu çalışma çevresel açıdan etkisi yüksek olan binaların aslında diğer sektörlere göre maliyet açısından daha az bir giderle çevresel etkilerinin düşürülebileceği düşüncesini destekler niteliktedir.

2.2 Malzemenin Çevre Etkisi

Her sektör üretim süreci, ürün, üretici ve tüketim kalıpları anlamında kendine özgü özellikler taşımaktadır. Bu özellikler; çevresel kriterlerin belirlenmesi, engellerin aşılması ve uygulamaların şekillenmesini sağlayan sürecin işleyişini belirlediği için önemlidir. Yapı malzemelerini diğer sektör ürünlerinden farklı kılan özellikler;

- Yapı elemanlarının ve strüktürlerin bir parçası haline gelmekte ve kendi yaşam döngüleri yapı elemanları ve yapılar ile bağlantılı olmaktadır. Dolayısıyla binanın işletilmesindeki kullanım sürecinde malzemenin performansı önem kazanır.

- Yok etme aşaması uzun bir hizmet ömrü süreci sonunda olduğundan mevcut geri dönüşüm, yeniden kullanım veya bertaraf seçeneklerini tahmin etmek zordur.

- Bina konumu; ağırlıklandırmanın yapılmasında alternatif malzemelerin çevresel sonuçları açısından önemli bir faktör olabilmektedir. Ürünün yerel ya da küresel ölçekte elde edilebilirliğinin çevre üzerinde iki türlü etkisi vardır: Yerel malzemeler taşımadan kaynaklanan çevre etkisini nispeten aşağıya çekerler, Küresel ölçekte malzemenin elde edilebilir olması ise dünya kaynaklarının tahrip edilmesi konusunu gündeme getirebilmektedir.

- Malzemenin çevresel profili binada nasıl kullanıldığına bağlı olarak değişebilir [25,26].

AB Yapı malzemeleri yönetmeliği (Regulation EU, 305/2011 Construction Products); yapı malzemelerinin temel özellikleri ve malzeme performansını tanımlamak ve bu ürünlerin CE (Conformité Européenne (European Conformity)) etiketi ile kullanılmasına dair uyumlaştırılmış kuralları ortaya koymaktadır. Yürürlükte olan yapı malzemeleri direktifin (EU 89/106/EEC, Construction Products Directive) yerine AB Yapı malzemeleri yönetmeliğinin (Regulation EU, 305/2011) 2013 yılında uygulamaya konulması planlanmaktadır. EU 89/106/EEC yapı malzemeleri direktifi; yapı malzemelerini 6 başlık altında incelemektedir.

1: Mekanik dayanım ve stabilite (mechanical resistance and stability),

2 : Yangın durumunda güvenlik (safety in case of fire),

3 : Hijyen, sağlık ve çevre (hygiene, health and the environment),

4 : Kullanımda güvenlik (safety in use),

5 : Gürültüye karşı korunum (protection against noise),

6 : Enerji ekonomisi ve Isı tutuculuk (energy economy and heat retention).

EU 305/2011 yapı malzemeleri yönetmeliğinde ise; EU 89/106/EEC direktifinde tanımlanan maddeler düzenlenerek;

7. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı (sustainable use of natural resources) başlığı eklenmiştir. Bu başlık altında;

- Yok etme - Yıkım işleminden sonra inşaat işleri, yapı malzemeleri ve bileşenlerinin yeniden kullanımı veya geri dönüştürülebilirliği,
- İnşaat işlerinin dayanıklılığı ve
- İnşaat işlerinde çevreye uygun hammadde ve ikincil malzeme kullanımı

alt başlıkları bulunmaktadır. Sürdürülebilir yapım ile ilgili konular, yapı malzemeleri yönetmeliğinde özellikle 3, 4, 6 ve 7 No'lu maddelerde ele alınmaktadır. 7 No'lu maddede inşaat işlerinin tasarlanmış, inşa edilmiş ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı doğrultusunda yok edilmiş olması gerekir, vurgusu yapılmaktadır [27].

Mimarlık alanında yoğun bina yapımı, malzemelerin üretimi ve dağıtımı sırasında oluşan hava-su-toprak kirliliği ve yenilenebilir olmayan kaynakların hızla tüketimi ile artan atık miktarının getirdiği maliyet; devlet ekonomileri üzerinde giderek artan bir gider olmaktadır. Çünkü yapı endüstrisi, küresel ekonomide toplam malzeme akışının yaklaşık % 40'lık kısmıyla, yıllık 3 milyar tonun üzerinde hammadde tüketmektedir. Bu nedenle hammadde çıkarma, taşıma, imalat süreci, kullanım ve yok etme etkilerinin azaltılmasına yönelik gereklilikler; ekonomi ve çevre sağlığının iyileştirilmesi ile maliyetin düşürülmesi açısından zorunlu hale gelmektedir [28].

2.3 Dünya'da Yeşil Bina Değerlendirmesine Yönelik Çalışmalar

Tüm dünyada yeşil bina geliştirme düşüncesiyle, sürdürülebilir kalkınmanın farklı alanlarına yönelik olarak hazırlanmış araçlar bulunmaktadır. (Bkn. Ek 1 Tablo). Bu araçları; Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) yöntemi ve yöntemle ilgili yeşil

malzeme değerlendirme araçları (Bees, Simapro, Gabi, Lisa, Eco-bat, Umberto, KLC-Eco, Equer, Athena vb.) ile kriterlere dayalı yeşil bina değerlendirme araçları (BREEAM, LEED, CASBEE, GBTool, Green Star, Green Globes vb.) olarak başlıca iki gruba ayırmak mümkündür.

Yeşil bina değerlendirme araçları; tüm binadan beklenen performansı inceleyen ve diğer binalarla karşılaştırarak genel bir değerlendirme sağlayan araçlar olarak tanımlanabilir [29]. Bu amaçla sürdürülebilir mimari konusunda, dünya çapında 11 ülke, Dünya Yeşil Bina Konseyinin üyesi olmuş ve çoğu ülke de ulusal konseyler oluşturma yada sertifika sistemlerini benimseme süreci içine girmektedir (Çizelge 2.3) [22].

Çizelge 2.3 : Yeşil bina konsey üyesi ülkeler ve gelişen konseyler [22].

Kurulan Konseyler	**Gelişmekte Olan Konseyler**
Avustralya*,Brezilya*,Kanada*,Hindistan*, Japonya*,Meksika*,Filipinler,Tayvan*, ABD*,Birleşik Arap Emirlikleri*, Birleşik Krallık*, Yeni Zelanda*, Kore**	Arjantin, Şili, Çin, Mısır,Almanya, Yunanistan, Guatemala, Hong Kong, Israil, Nijerya, Panama, Güney Afrika, İsviçre, Türkiye, Vietnam
* Dünya yeşil konsey üyesi ülke ** Dünya yeşil bina konseyine katılma süreci içindeki ülke	

2.3.1 Dünya'da yeşil bina değerlendirme araçları

Dünya'da tasarım ve yapım ile ilgili çeşitli yasal düzenlemeler yapılarak, binaların varlık değerlerini arttırmaya yönelik kurallar koyulmakta ve 100 yıllık bir yaşam için üretilmeleri hedeflenmektedir. Dünyada yeşil bina değerlendirme araçlarından beklenen nitelikler şu şekilde özetlenebilir:

•Geliştirilen tasarım programları, tasarım ekiplerine yüksek kalitede yapılar tasarlamalarını zorunlu kılmalıdır;

• Bütünleşik tasarım yaklaşımıyla tasarlanan bir yapı; tasarım hedefleri için optimum performans özelliklerini sağlamalı ve yeşil bina tasarımını desteklemelidir;

• Sürdürülebilir tasarım araçlarının parametreleri; kaliteyi arttıracak, yaşam döngüsündeki çevresel etkileri azaltacak, binaların yaşam döngü maliyetlerini optimize edecek şekilde doğru ayarlanmalı, esnek ve yenilikçi bir gelecek için uzun vadeli performansı desteklemelidir.;

• Yapı pazarı ve yapılarda böyle bir sistemin kullanılması, karşılaştırma ve var olan bina kıyaslamasını sağlamasının yanı sıra kullanıcılar için en uygun binaları, tasarım ve işletim açısından takip eden bir mekanizma olmaktadır;

• Yeşil bina değerlendirme sistemleri şu tasarım kriterlerine sahip olmalıdır;

Uygulanabilirlik; (kendi proje ve yapı tiplerinin tümünde kullanışlı, uygulanabilir olması gereklidir.)

Geliştirilebilirlik; (karşılıklı iyi niyet sözleşmesi ile uyumlu hale getirilerek yaşam döngüsü kavramlarının kullanımı, uzlaşmaya dayalı standartları ve performans ölçümü teşvik edilmelidir.)

Kullanılabilirlik; (sistemin oldukça basit ve kullanım için pratik olması gereklidir.)

Sistem Olgunluğu; (sürdürülebilir tasarım projelerinde güvenilir bir danışman olma doğrultusunda sistem; kanıtlanmış bir sicile sahip ve saygın kuruluşlar tarafından onaylanıyor olmalıdır.)

Teknik İçerik; (enerji politikaları ve yerel standartlar doğrultusunda sistemin; sürdürülebilir tasarımın öncelikli alanlarına (yer seçimi, enerji kullanımı, su kullanımı, iç hava kalitesi ve malzeme seçimi) hitap etmesi gereklidir.)

Ölçülebilirlik ve Doğrulama; (enerji politikaları doğrultusunda 3. taraf sertifika değerlendirme standartlarıyla ve performans ölçümleriyle uyumlu, bir standarda sahip, sürdürülebilir tasarımın teşviki için doğrulanabilir olmalıdır.)

Yaygınlaşabilirlik; (sürdürülebilir tasarım yaklaşımıyla, teknik raporlama tarzıyla, dünya standartlarında pazar oluşturmak için iletişim kurabilmeli, sonuçların çok yönlü olması, dış organizasyonlar tarafından bilinmesi ve anlaşılması kolay olmalıdır.) Bu kriterler ayrıca sistemin güvenilirliğine katkıda bulunmaktadır [29,30].

Günümüzde pek çok kuruluş, standart, yasal düzenlemeler ve yeşil bina değerlendirme araçları geliştirerek, yerel yöneticilere, yapı uzmanlarına ve tüketicilere sürdürülebilir binalar konusunda güvenilir bilgi sunmaktadır. (Çizelge 2.4). BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada), CASBEE (Japonya) gibi yeşil bina değerlendirme araçları; yapı seviyesindeki çevresel performansların tanımlanması konusunda tüketicilere yardımcı olan ve dünya üzerinde yaygın kullanımı bulunan araçlardır. Bu araçlar sürdürülebilir tasarımı destekleyici başlıklar altında (şantiye yeri ve bakımı, su, enerji ve yapı malzemelerinin korunumu, kullanıcı konforu ve sağlık), yapı işletim özellikleri için puanlar vermektedir. Bu başlıklardan kazanılan puanların toplamı, yapının sürdürülebilirlik konusunda genel başarı düzeyini belirlemektedir.

Çizelge 2.4 : Bazı ülkelerin geliştirdikleri yeşil bina değerlendirme sistemleri [95].

Yeşil Bina Değerlendirme Araçları	Geliştiren Ülke	Yeşil Bina Değerlendirme Araçları	Geliştiren Ülke
LEED / NAHB NGBS /Living Building Challenge / Green Globes / Build it Green / IGCC / ENERGY STAR	ABD	Protocollo Itaca / Green Building Council Italia	İtalya
DGNB / CEPHEUS	Almanya	VERDE	İspanya
Nabers / Green Star	Avustralya	Minergie	İsviçre
Estidama	Birleşik Arap Emirlikleri	CASBEE	Japonya
BREEAM	Birleşik Krallık	KGBC	Kore
AQUA / LEED Brasil	Brezilya	QSAS	Katar
SBToolCZ	Çek Cumhuriyeti	LEED Canada / Green Globes / Built Green Canada	Kanada
GBAS	Çin	GBI Malaysia	Malezya
Green Building Council Indonesia (GBCI) / Greenship	Endonezya	LEED Mexico	Meksika
BERDE / Philippine Green Building Council	Filipinler	EkoProfile	Norveç
PromisE	Finlandiya	Lider A	Portekiz
HQE	Fransa	IAPGSA	Pakistan
Green Star SA	Güney Afrika	Green Mark	Singapur
BREEAM Netherlands	Hollanda	Green Building Label	Tayvan
India: Indian Green Building Council (IGBC) / GRIHA	Hindistan	EDAMA	Ürdün
HKBEAM	Hong Kong	Green Star NZ	Yeni Zelanda

2.4 Türkiye'de Yeşil Bina Değerlendirmesine Yönelik Çalışmalar

Türkiye'de yeşil bina değerlendirme araçları konusunda ulusal ve uluslararası gelişmeleri takip eden Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK); Bina Kodu ve Sertifikasyon Komitesi (ÇEDBİK; toplam 6 komiteden oluşmaktadır [31]); ülkemizde önemli bir boşluğu doldurmak amacıyla, alanında uzman isimlerin katılımıyla ulusal koşullara uygun bir Değerlendirme Aracı oluşturmak için çalışmalara başlamıştır. Uzun vadedeki hedef; Türkiye'ye özgü bir "Bina Çevresel Değerlendirme Yöntemi'nin oluşturulmasıdır. Fakat ulusal değerlendirme aracından önce yukarıda belirtilen BREEAM-LEED-CASBEE gibi mevcut değerlendirme araçlarından birinin Türkiye'ye uyarlanması daha öncelikli konu olarak hedeflenmektedir [32]. Bu amaçla BRE ile iletişime geçerek Eylül 2009'da BRE Global ile karşılıklı bir iyi niyet sözleşmesi imzalamıştır. BRE Global ve ÇEDBİK ortak yürüttükleri bu çalışma ile BREEAM'in ulusal koşullara uygun hale getirilerek adaptasyonunun sağlanması üzerinde çalışmaktadır. BREEAM'in referans gösterdiği standartların AB standartları olması ve birçoğunun ülkemizde AB'ye uyum kapsamında çevrilerek kabul edilmesi adastasyonun sağlanması ve süreç bakımından

açısından avantaj sağlamaktadır. Ancak Türkiye'nin çevre yönetimi ve denetimi konusunda uygulamada eksiklikleri bulunmaktadır. 2007-2013 yılı Türkiye 9. Kalkınma Planı raporuna göre Türkiye'de AB'ye uyumu sürecinde yapılan genel değerlendirmelerde, yalnızca, atık yönetimi, doğanın korunması, gürültü ve çevresel etki değerlendirme konularında ilerlemenin sağlandığı ancak çevre alanında hala çok sayıda düzenlemeye gereksinime ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir [33].

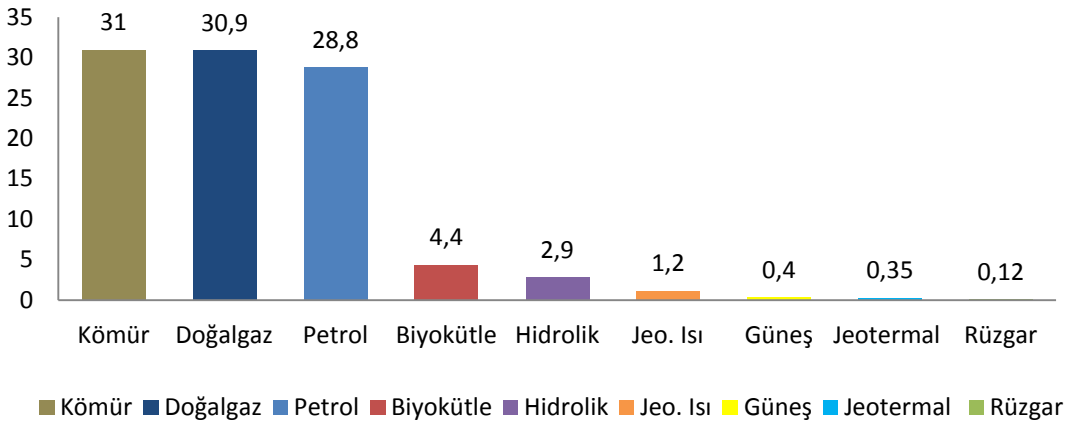
Türkiye'nin çevre açısından gerekli düzenlemelerinin tespit edilebilmesi için öncelikle başlıca çevresel sorunlara odaklanmak gerekmektedir. Türkiye'nin başlıca çevresel sorunlarını Çizelge 2.5'te gösterildiği gibi Atık, Hava kirliliği, Envanter Eksikliği, CO2 salımı, su kitlelerinin kirlenmesi şeklinde ana başlık altında toplama mümkündür.

Çizelge 2.5 : Türkiye'nin başlıca çevre sorunları [34].

Çevresel Sorunlar	**Öneriler**
Atık: Tükiye'de endüstri, hastane ya da termik santral atıkları ile tehlikeli yada tehlike oluşturmayan atıklar öne çıkmaktadır.	Bu atıkların yakma ile yok edilmesi CO_2 salımlarına neden olacağından hacmini küçültmek, depolamak, ayrıştırmak, ve belirli bir işlem sürecinden geçirerek/geri dönüştürerek malzeme üretim aşamasının içine yeniden katılmalarını sağlamak, çevresel açısından daha olumlu katkı sağlayacaktır.
Hava kirliliği: endüstri, turizm ve büyük nüfuslu şehirlerde önemlidir.	Trafik ve endüstriyel faaliyetler nedeniyle atmosfere salınan kükürt, azot ve CO_2 gazları ve oluşturdukları asit etkisi (sülfürik asit, nitrik asit, ve karbonik asit) başta insan olmak üzere diğer tüm organik ve inorganik madde üzerinde derin hasarlara, erozyona neden olmaktadır. Hava kirliliğine neden olan sebeplerin ortadan kaldırılması için öncelikle sebeplerin tanınması, önlenme yöntemlerinin belirlenmesi gerekir.
Envanter Eksikliği: Enerji, su, hammadde ve atıklara dair YDD kapsamında gerekli verilerin eksikliğidir.	Öncelikle kirliliğe neden olan gazların envanterinin belirlenmesi ve gerçek örnekler üzerinden hareketle durumun değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Örneğin, Türkiye'de faaliyet gösteren bir çimento fabrikasından salınan emisyonların ne olduğu, ortama ne miktarda salım yaydığı konusunda bizzat yerinde yapılacak ölçümlerle bir emisyon envanteri oluşturulmalıdır. Başka ülkelerin koşullarını yansıtan bu türde var olan envanterlerin ülkemiz koşullarına adapte edilmesi ne yazık ki yanıltıcı olmaktadır.
CO_2 Salımı: Yerel ve küresel bir çevre sorunudur.	Enerji ve doğal kaynaklarda Türkiye'nin zayıf yanları; Petrol ve doğal gaz rezervlerinin azlığı, Sanayinin yetersizliği ve Enerji kullanım veriminin düşüklüğüdür. Türkiye Kyoto Protokolüne imza atarak bu salımların azaltılması konusunda bilinçli olduğunu göstermiştir. Enerjinin var olduğu her etkinlik, CO_2 salımına neden olmaktadır. Bu yüzden alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, az tüketme bilincinin geliştirilmesi ve enerji verimliliğine yönelik düzenlemelerin yapılması önerilmektedir.
Su kitlelerinin kirlenmesi: Akarsu, göl, deniz gibi tüm su kaynaklarımızın endüstriyel faaliyetlerin neden olduğu salımlarla kirletilmesidir.	Kirlenmiş sular "içme suyu olarak da kullanılan yer altı sularına" karışması nedeniyle insan ve canlı sağlığını doğrudan tehdit eder duruma gelmektedir. Ayrıca, ülkemizin yakın çevresinde meydana gelen afetlerin (savaşlar/kimyasal silahlar, radyoaktif reaktör kazaları) neden olduğu radyoaktif madde salımları ülkemizin su, toprak ve bitki örtüsünün doğal gelişiminde önemli erozyonlar yarattığı da bilinmektedir. Bu nedenle teknolojilerin geliştirmesi ve su ile ilgili gerekli yasal düzenlemelerin yapılması önem taşımaktadır.

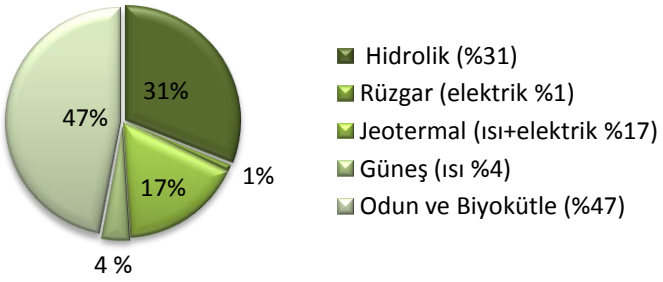
Türkiye'nin YDD kapsamında enerji, su, hammadde ve atık açısından mevcut durum değerlendirmesi ve bina sektörünün çevreye olan etkisi şu şekilde değerlendirilmektedir:

Enerji; 2009 yılı birincil enerji üretim ve tüketim verilerine göre (Şekil 3.1), Türkiye'de birincil enerji arzının % 91'i fosil yakıtlardan, % 9'u hidrolik ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Türkiye birincil enerji arzının % 77,4'nü ise ithal etmektedir. Toplam birincil enerji arzının sırasıyla % 29 ve % 31'ini teşkil eden petrol ve doğalgazda, yerli üretim payının sırasıyla % 7,7 ve % 1,9 oranında olması, enerji arzının önemli bir sıkıntısıdır [35]. Şekil 2.6'da Türkiye birincil enerji kaynakları tüketimi gösterilmektedir.



Şekil 2.6 : : Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi [35].

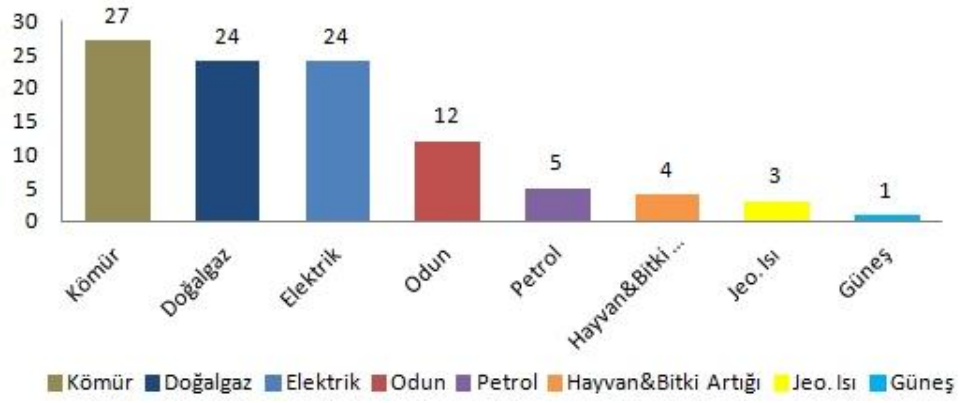
Türkiye toplam elektrik üretiminde fosil yakıtların payının 2008 yılında % 82.8 ile en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. 2010 yılı fosil yakıtların toplam elektrik üretimindeki payı ise % 73.8'e gerilemiştir. Bunun nedeni hidrolik + termik + rüzgar oranının 2008 yılından itibaren yeniden yükselişe geçmiş olmasıdır [36,37]. Şekil 2.7'de de Türkiye 2009 yılı yenilenebilir enerji arzının kaynaklara göre dağılımı verilmektedir. Buna göre yenilenebilir kaynaklar içinde (% 9'luk kısım) biyokütle % 47, hidroelektrik ise % 31 ile en yüksek paya sahip kaynaklardır.



Şekil 2.7 : Türkiye 2009 Yılı Yenilenebilir Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı [36 ,37].

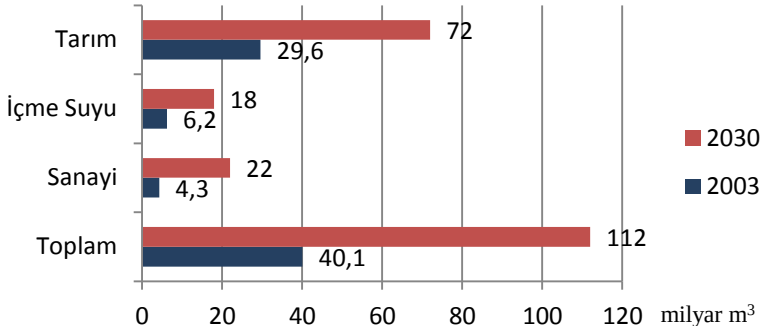
İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi ve özellikle hidroelektrik santrali yapımının, bitki örtüsüne, ormanlara, dere ve nehir yataklarına, doğal kaynaklara ve bölge halkına verdiği yoğun tahribat nedeniyle, hidroelektrik santrallerinden elektrik üretimi; dünyada Kanada ve Türkiye hariç diğer ülkelerde yenilenebilir enerji kaynağı olarak artık tercih edilmemektedir. Hidroelektrik santrallerinden elektrik üretiminin Dünya'da artık tercik edilmemesinin bir diğer nedeni ise ekonomik olarak işletilebilir hidroelektrik kaynaklarının tamamına yakınının tüketilmiş olmasıdır. [5, 38].

Türkiye'de binaların enerji tüketimi 2009 yılı itibariyle; 29.5 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) ve toplam enerji tüketimindeki payı % 37'dir [39]. Bina sektörünün enerji tüketiminin 2020 yılında 47,5 milyon TEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir [35]. Şekil 2.8'de 2009 yılı bina sektörünün birincil enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 2.8 : 2009 yılı Bina sektörü birincil enerji tüketiminin kaynaklara dağılımı [39].

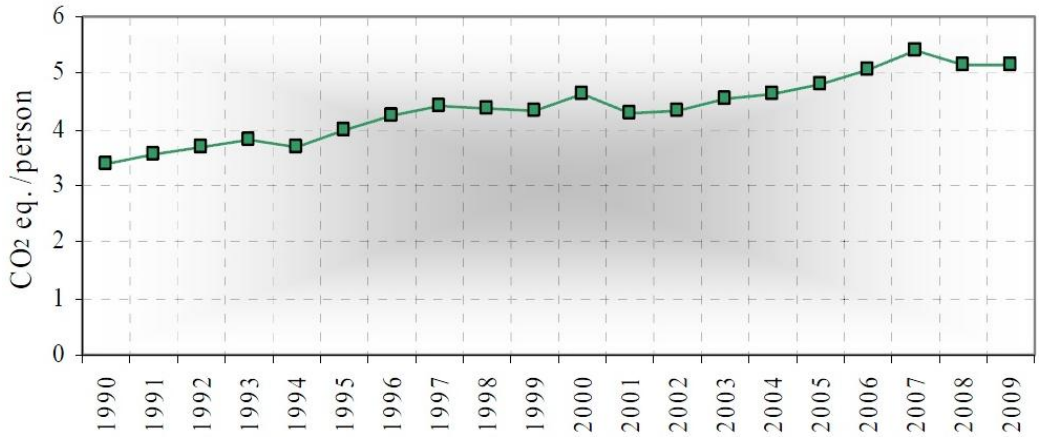
Su; Dünya ortalamasının altında yağış alan Türkiye su zengini bir ülke değildir. Günümüzde Türkiye'de kişi başına düşen su miktarı yıllık 1652 m^3 olarak hesaplanmaktadır. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için, kişi başına düşen yıllık su miktarı en az 8000 - 10.000 m^3 arasında olması gereklidir. Devlet İstatistik Enstitüsüne göre 2030 yılında 100 milyon nüfusa ulaşacak Türkiye'de kişi başına düşen su miktarının 1120 milyar m^3/yıla düşmesi öngörülmektedir. Türkiye bu miktarla ileride su sıkıntısı çeken bir ülke konumuna gelecektir [8]. Sektörel olarak mevcut su tüketimi % 74 ile tarımda kullanılmaktadır. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9 : Türkiye'deki su tüketiminin endüstriyel dağılımı [8].

Hammadde; Ülkemizde var olan en önemli yerli enerji kaynakları hidrolik, linyit ve taşkömürüdür. En çok tüketilen kaynaklar ise taşkömürü, petrol ve doğalgazdır. Özelikle taşkömürü her yıl 1 kat üretime karşılık 7,5 kat tüketilmektedir. Bu nedenle taşkömürü rezervlerinin yaklaşık 66 yıl sonra tükeneceği hesaplanabilir. Petrol ve doğal gaz üretim kapasitesi ise talebi karşılamak noktasında oldukça yetersiz kalmaktadır. 2011 Ocak verilerine göre 44,3 milyon ton petrol rezervine sahip olan Türkiye, yıllık yaklaşık 28 milyon ton petrol tükettiğinden, her yıl yaklaşık % 90 oranında petrolü dış kaynaklardan ithal etmekte, kalan % 10 için iç kaynaklarını kullanmaktadır [40].

Atıklar; Türkiye 1990-2009 yılları arası seragazı envanter raporu 2011 yılında BM İklim Değişikliği Çerçevesi Sözleşmesi (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change) resmi web sayfasında yayınlanmıştır. Rapora göre Türkiye'de kişi başına düşen CO_2 emisyon miktarı artmaktadır. Şekil 2.10'da gösterildiği gibi Türkiye genelinde 2009 toplam seragazı emisyon miktarı, 1990 yılında üretilen seragazı salımına göre % 97,6 oranında artmıştır [9].



Şekil 2.10 : Kişi Başına Düşen CO2 Potansiyeli [9].

Fosil yakıtların yakılması sonucunda binalardan çevreye salınan CO_2 emisyonu: 34 milyon ton eşdeğeri ve toplam CO_2 salımındaki payı: % 32'dir. Enerji Bakanlığı tahminine göre eğer bu durum aynen devam edecek olursa, 2020 yılı ile, binalarda enerji tüketimi 47.5 milyon ton eşdeğere ulaşacak ve bağlı olarak CO_2 salımı, ikiye katlanarak artacaktır. Öte yandan enerji tüketimi ve CO_2 salımlarının mevcut duruma göre %30 ile % 50 oranında azaltılabilmesi olanaklıdır [34].

Avrupa Birliği katılım süreci doğrultusunda çevresel konularda Türkiye'yi pek çok zorluk beklemektedir. Hedefler ve amaçlar daha iyi standartları karşılamak üzere sürekli gelişmekte ve Türkiye daha iyi çevresel koşullar için bu "hareketli hedefe" ulaşabilmekte pekçok sorunla karşı karşıya gelmektedir. "**Türk Ulusal Çevre Stratejisi**" ne göre AB standatlarına tam uyumun sağlanma süreci 23-24 yıllık bir zaman aralığı ve tam uyum maliyeti de yaklaşık 60 milyar euro olarak öngörülmektedir [41]. Buna karşılık, hayat standartları, insan sağlığı, yaşam beklentisinde artış ve çok daha fazlası 120 milyar euro yarar olarak beklenmektedir. Bu bağlamda çevre sektörüne yatırım, mali açıdan ve insan yaşamına sağladığı ölçülemeyen yararlar bakımından; iki katından daha fazla verim alınmasına bağlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ancak uzun vadeli bir taahhüt, bu hedeflere ulaşmak için gereklidir [42]. 2011 Türkiye bütçesine göre Çevre ve Orman Bakanlığı için 1 milyar 646 milyon 292 bin TL (yaklaşık 671 milyon euro) ödenek ayrılmıştır [43]. Bu ödenek miktarı AB çevresel standartlarına tam uyum için gerekli miktarın sadece % 1.11'ini karşılamaktadır. Bu bağlamda ülke içinde çevresel sürdürülebilirlik kavramını benimsemeye yönelik politika yapma, yatırım veya kamu ilgilisinin hala eksik olduğu sonucu çıkarmak mümkündür [42]. Türkiye gibi

gelişmekte olan ülkelerde uyum çalışmalarının kolay olmadığı ve özellikle finansal kaynak ayırmada zorluklarla karşılaşıldığı bir gerçektir [39].

2.5 Bölüm Sonucu

Bu bölümde mimarlık ve malzemenin çevre sağlığı üzerindeki etkisi incelenerek binaların çevre sağlığı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Maliyet açısından bakıldığında; özellikle CO_2 salımlarının azaltılması konusunda bina sektörü; diğer sektörlere göre en düşük maliyetle en yüksek ve tek potansiyele sahip sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı malzemeleri; yapı elemanları ve binaların bir parçası haline gelerek kendi yaşam döngüleri bir noktadan sonra yapı elemanları ve yapılar ile bağlantılı olmaktadır. Dolayısıyla binanın işletilmesinde mimari tasarımda kullanıldığı koşullara bağlı olarak etken bir rol üstlenirler Kullanım sürecinde malzemenin performansı önem kazanır. Örneğin, birbirine alternatif olan malzemelerin binanın ısıl, aydınlatma performansı ya da ortamın İç hava Kalitesi üzerindeki etkileri farklıdır. Bu nedenle yapı malzemelerinin binalar gibi su tüketimi, kullanılan malzeme yoğunluğu enerji tüketimi, iç hava kalitesi ve atık oluşumu gibi YDD aşamalarının girdi ve çıktıları olan konularda, çevre sağlığına etkisi olduğu söylenebilmektedir.

Yapı malzemelerine maliyet açısından bakılacak olursa; yapı sanayisi, küresel ekonomide toplam malzeme akışının yaklaşık % 40'lık kısmıyla, yıllık 3 milyar tonun üzerinde hammadde tüketmektedir. Bu nedenle hammadde çıkarma, taşıma, imalat süreci, kullanım ve yok etme etkilerinin azaltılmasına yönelik gereklilikler; ekonomi ve çevre sağlığının iyileştirilmesi ile maliyetin düşürülmesi açısından için zorunlu hale gelmektedir.

Bu kapsamda Dünya'da yeşil bina ve yeşil malzemeyi değerlendirmeye yönelik araçlar geliştirilmektedir. Ülkemizde ise bu tip araçlar henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu araçların Türkiye'de de kullanılabilirliğinin yaygınlaşması ve Türkiye için adaptasyonun sağlanması konusunda çevresel açıdan önemli eksiklikler bulunmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde uyum çalışmalarının kolay olmadığı ve özellikle finansal kaynak ayırmada zorluklarla karşılaşıldığı bir gerçektir. Gelecek bölümde yapı malzemelerinin çevre etkisini değerlendiren Yaşam Döngü Değerlendirme Yöntemi ele alınacaktır.

3. YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ (YDD)

Sürdürülebilir tasarımda, çevresel performans tabanlı sonuç yaklaşımının kilit noktası; tek bir malzeme özelliğine yada sürecine dayanmak yerine (örn: geri dönüştürülmüş içerik veya üretim aşamasından sonraki ulaşım mesafeleri gibi), malzemelerin çevresel etkilerinin tüm yaşam döngü değerlendirmesi kapsamında tanımlanıyor olmasıdır. Bu doğrultuda YDD, bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel performansının değerlendirildiği bir yöntemdir. Uluslararası Standart ISO 14040 göre YDD; girdi ve çıktıların değerlendirmesi ve ürün sisteminin tüm yaşam döngüsü boyunca (malzeme çıkarma, işleme, üretim, dağıtım, kullanım, tamir, bakım, yok etme veya geri dönüştürme) potansiyel çevresel etkileridir. Çevresel performansın genel anlamda potansiyel etkileri; malzeme çıkarma, üretim, dağıtım, kullanım, tamir ve bakım, bertaraf veya geri dönüşüm süreci içinde;

- Fosil yakıt tüketimi,
- Yenilenebilir olmayan kaynakların kullanımı,
- Su tüketimi,
- Küresel ısınma potansiyeli,
- Stratosferik ozon tabakasının incelmesi,
- Yeryüzü seviyesinde oluşan hava kirliliği,sis (smog creation)
- Su kütlelerindeki nütrifikasyon (aşırı besin öğeleri) ve ötrofikasyon (oksijen eksikliği)
- Asidifikasyon (asitlenme) ve asit birikimi (ıslak/kuru)
- Hava, su ve toprağa toksit salımlar

şeklinde çevresel yük göstergeleri olarak geniş bir yelpazede ölçülmektedir. Tüm bu göstergelerin doğrudan insan veya ekosistem sağlığına etkileri olmamakla beraber bu etkilerin azaltılması yönünde çevresel performansın sağlanmasında önlemler niteliğindedir. Bir binanın tüm ömrü boyunca işletilmesi için gerekli enerji, büyük ölçüde yapımda kullanılan malzemelere bağlı enerjiyi gölgeleyebilir. Ancak, havaya, suya, toprağa toksit salımlar gibi gömülü etkiler, malzemelerin kaynaktan çıkarılma sırasındaki etkiler ve üretim sürecindeki salımlar, bina işletimi ile ilgili diğer

salımlara göre oldukça ağır basmaktadır. YDD'nin özü; bu bağlamda net ve tam süreç dökümünü sunmak ve ürün yada sürecin tüm yaşam döngüsü ile ilgili etkilerini ortaya koymaktır [44].

Bu bölüm; YDD yönteminin adımları ve yöntemin geliştirilmesine etken parametlerin çıkartılması, süreç dahilinde amaç tanımı ve kapsamı, envanter analizinde girdi ve çıktılarda yer alan parametrelerin belirlenmesi, etki değerlendirmesinde envanter analizinde tespit edilen parametrelerin hangi fonksiyonda, nasıl yer aldığı ve nasıl hesaplandığı, çıktıların neden olduğu çevresel etkilerin incelenmesi, normalizasyon ve yorumlama kısımlarının açıklanmasının yapılarak bir YDD analizinde hangi bilgilerin gerekli olduğu sonucunun ortaya konulmasını hedeflemektedir.

3.1 Yöntemin Adımları ve Geliştirilmesine Etken Parametreler [45]

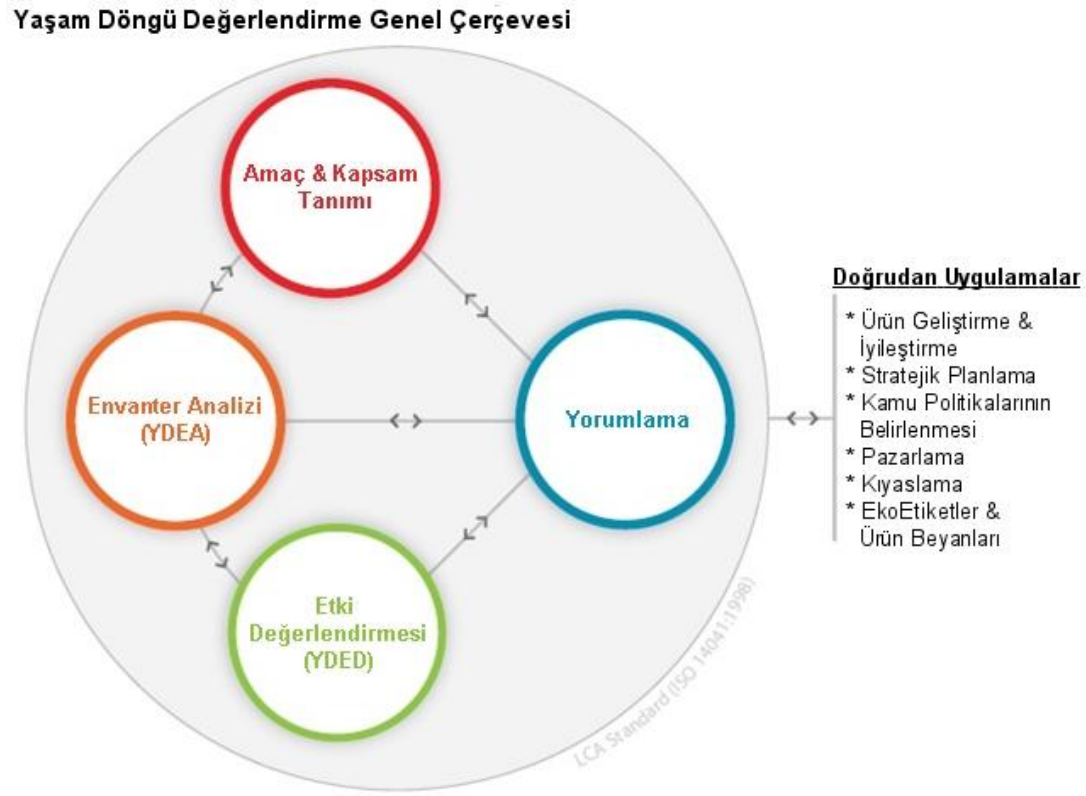
Yapı ve inşaat alanında çevresel bilincin artması, yapısal çevre değerlendirme araçlarının ve yaşam döngü değerlendirmesi (YDD) yöntemi uygulamalarının yaygınlaşması ile sonuçlanmıştır. Yaşam döngü değerlendirmesi yöntemi için teknik çerçeve; Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO – International Standard Organization) tarafından standartlaştırılmıştır. Bunun dışında YDD yönteminin geliştirilmesi amacıyla SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), UNEP (United Nations Environment Programme), BRE (Building Research Establishment) gibi pek çok kurum/kuruluş YDD çalışmalarını güvenilir bir tabana oturtabilmek için standartlar ve prosedürler hazırlamışlardır. ISO 14040'a göre YDD yöntemi 4 aşamadan oluşmaktadır; (Şekil 3.1)

1- Amaç ve Kapsam Tanımı: Ürün/hizmetlerin tanımlamasının yapılması, karşılaştırma için fonksiyonel birimin seçimi ve gerekli detay bilginin tanımlanması.

2- Envanter Analizinin Yapılması: Kullanılan enerji türü,su ve hammadde girdileri, hava, su ve toprağa salımlar (çıktı) ile her bir süreç için sayısallaştırılmış ve süreç akış şemasında kombine edilmiş fonksiyonel temele dayanmaktadır.

3- Etki Değerlendirmesi: Üretilen kaynak kullanımı ve salımların etkileri; önemine göre gruplandırılmakta, ağırlandırılmakta ve sayısallaştırılarak sınırlı sayıdaki etki kategorilerine ayrılmaktadır.

4- Yorumlama: Sonuçlar mümkün olan en bilgilendirici şekilde sunularak ürün/hizmetlerin çevre üzerindeki etkisini azaltmak için ihtiyaçlar ve olanaklar; sistematik olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 3.1 : Yaşam Döngü Değerlendirme Aşamaları ve birbiriyle olan ilişkileri.

YDD; son aşama sonuçlarına göre ilk aşamasında değişikliklere neden olan veya artan detay düzeyine bağlı olarak tekrarlanan bir süreçtir. YDD'nin derinliği ve genişliği, söz konusu YDD'nin amacına bağlı olarak farklılık gösterebilir [46].

ISO 14040 serisi: (Yaşam Döngü Değerlendirmesi); ürün ve hizmetlerin çevresel etkilerinin tanımlanarak cradle-to-grave/beşikten mezara (hammadde çıkarımından atık yok etmeye kadar) sürecinde değerlendirilmesini sağlayan bir araçtır. Bu amaçla ISO 14040 serisi YDD çalışmalarının yürütülmesine ilişkin ürünlerin ve hizmetlerin toplam çevresel etkilerinin nasıl azaltılacağı konusunda bilginin organizasyonunu sağlayan temel ilke ve kurallardan oluşmaktadır.

ISO 14020 serisi: 3 Tipte olup, çevre etiketleri ve bildirimleri konusunda; ekoetiketler, özel çevresel görüşler, çevresel ürün bildirimleri gibi ürün ve hizmetler hakkında sayısallaştırılmış bilgiyi sunmaktadır. Çevre etiketleri, ürünlere yönelik bir çeşit çevresel performans ölçütü olarak tanımlandığı gibi sürdürülebilirlik ölçütü

olarak da kullanılabilir.

ISO yaşam döngü değerlendirmesi, çevresel etiketler ve ürün beyanları standartların kapsamı Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de özetlenmektedir.

YDD yönteminin geliştirilmesi amacıyla çalışmalar yapan diğer bir kurum Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)'dır. SETAC 1998 yılında, yapı sektöründe YDD uygulamalarının incelendiği bir çalışma grubu oluşturmuştur. Bu grubunun amacı; YDD'nin kendine özgü önemli özelliklerinin tanımlanması, yönteme dayalı seçimler için belirli bir klavuzun yada seçeneklerin önerilmesi ve gelecek çalışmalar için öngörülerde bulunmaktır. YDD çalışmalarında ana hedef; farklı çalışmalardan elde edilen YDD sonuçlarının karşılaştırılması ve yapı sektöründe anlamlı seçimlerin yapılmasında kullanılabilir olmasıdır. Bu hedefler doğrultusunda YDD yaklaşımlarındaki uyumun sağlanması önem taşımaktadır. Çalışma grubundan çıkan sonuçlar (state of the art) ve YDD'nin geliştirilmesine etken parametreler şu başlıklarda özetlenmektedir;

- **Bina/yapı malzemesi Performasının Tanımlanması**

Performans gereksinimleri belirlenen bir bina; YDD çalışmalarının odak noktası olup herhangi bir karşılaştırmanın yapılması için en geçerli bilgileri sağlamaktadır. (örneğin ekolojik kriterler, fonksiyonel kriterler gibi.) Tasarım aşamasında uygun performans özelliklerine sahip binaların tasarlanması ve alternatif binalar için "fonksiyonel eşdeğerliliğinin" tanımlanması mimarın, uygun yapı malzemelerinin ve yapı elemanlarının kombinasyonunun sağlanması ile YDD'lerin bina seviyesinde bir araya getirilmesi ise YDD uygulayıcılarının sorumluluğundadır. Yapım için yasal düzenlemelere uygun olarak tesisin inşası ise müteahhitin sorumluluğundadır.

Bina/yapı malzemeleri için fonksiyonel eşdeğerlilik; genel bina düzeyinde tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendirilebilir. Binalarda fonksiyonel eşdeğerliliğin karşılaştırılması bina performans gereksinimlerine dayandırılmaktadır. (örn. dayanıklılık ile ilgili performans, ısıl performans vb.) Alternatif yapı malzemelerinin karşılaştırılması için fonksiyonel birimin seçimi, binaların fonksiyonel eşdeğerliliğini yansıtacak şekilde tanımlanmış olmalıdır.

Çizelge 3.1 : YDD yöntemine ilişkin ISO 14040 serisi standartları ve ISO 21931 standardı.

Alt Komisyon Başlığı	**Standart Adı**	**Amaç ve Kapsamı**
Yaşam Döngü Değerlendirmesi	**ISO 14040**:2006 Çevresel Yönetim - Yaşam Döngü Değerlendirmesi – İlkeler ve Genel Çerçeve	YDD çalışmalarının yürütülmesi ve raporlamayla ilgili genel çerçeveyi belirtmektedir. (YDD'nin temel özellikleri, amaç & kapsam tanımı, ürün sistemlerinin genel özellikleri, YDEA safhası, YDED safhası, yorumlama, raporlama ve eleştirel gözden geçirme).
Yaşam Döngü Değerlendirmesi	**ISO 14044**:2006 Çevresel Yönetim - Yaşam Döngü Değerlendirmesi – Gereklilikler ve Klavuzlar	Bu standart YDD çalışmalarının yürütülmesi ve ilgili raporların verilmesiyle ilgili prensipleri, gerek ve ilkeleri belirlemektedir. 14040'a ek olarak fonksiyon, fonksiyonel birim, sistem sınırı (flow diagram), sistem girdi çıktıları, cut-off kriteri, temel akışlar, bilgi gereksinimleri, YDEA, YDED, yorumlama, raporlama, eleştirel gözden geçirme safhalarını detaylı incelemektedir. ISO 14041, 14042 ve 14043 standartlarının yerine geçmiştir.
Yaşam Döngü Değerlendirmesi	**ISO 14047**:2003 Çevresel Yönetim - Yaşam Döngü Etki Değerlendirmesi - ISO 14042 Örnek Uygulamaları	Bu standart ISO 14042 standardı baz alınarak 3. Aşama olan YDED safhası için örnek uygulamaları içermektedir. Bu örnekler YDED'nin tüm sürecini somutlaştırmaktadır. (Etki kategorileri, kategori göstergeleri, nitelendirme modellerinin seçimi, YDEA sonuçlarının sınıflandırılması (Classification), kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması (Characterization), kısıtlamalar, raporlama ve eleştirel gözden geçirme aşamaları).
Yaşam Döngü Değerlendirmesi	**ISO 14048**:2002 Çevresel Yönetim - Yaşam Döngü Değerlendirmesi - Veri Belgelendirme Biçimi	Bu standart; 2. Aşama YDEA için genel çerçeveyi ve gereksinimleri açıklamaktadır. YDEA verisi ve veri birikimi,veri kalitesi için ISO 14040-14041'den gereksinimleri ve uyumu, ISO 14043'den YDEA veri yorumunu içermektedir. (Veri Dokümantasyon formatı teknik özellikleri, tanımlaması ve yorumlaması, Teknik özellik ile strüktürü, Veri dokümantasyon formatında Data tiplerinin teknik özellikleri, Veri dokümantasyon formatında terminolojinin teknik özellikleri hakkında bilgi vermektedir).
Yaşam Döngü Değerlendirmesi	**ISO 14049**:2000 Çevresel Yönetim – Yaşam Döngü Değerlendirmesi - ISO 14041'e Göre Amaç ve Kapsamın Tanımlanması ve Envanter Analizi	Bu standart; ISO 14041 için bütünleyici bilgiyi sağlamaktadır. YDEA 'nin uygulama örneklerini içermektedir. Bu örnekler YDEA'nın tüm sürecini somutlaştırmaktadır. (Fonksiyon, fonksiyonel birim ve referans akışı, karşılaştırmalı sistemlerin ayırtedici fonksiyonları,birim süreçteki sınırlar ve girdi-çıktıların belirlenmesi, hassas analizlerin yapılması, veri kalite değerlendirmesi, geri dönüşüm için dağılım uygulamaları veya kaçınma).
Bina Yapımında Sürdürülebilirlik	**ISO 21931:** 2010 İnşaat İşlerindeki Çevresel Performans Değerlendirilmesi İçin Yöntemin Çerçevesi – Bölüm 1: Binalar	Bu standart; ISO 14020 serisi, ISO 14040 serisi ve ISO 15392 standartları ile birlikte kullanılmak üzere, sosyal ve ekonomik performans hariç mevcut ve yeni yapılan binalarda çevresel performansın değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik konusundadır. Bina düzeyinde yaşam döngü değerlendirmesinde bina çevresel performans gereksinimlerinin neler olduğu ve hangi çevresel etkilerin, değerlendirme yapılırken zorunlu olması gerektiği konusunda analiz yapmakta ve tablo halinde sunmaktadır.

Çizelge 3.2 : YDD yöntemine ilişkin ISO 14020 serisi ve ISO çevresel ürün bildirimleri ile ilgili standartlar.

Alt Komisyon Başlığı	**Standart Adı**	**Amaç ve Kapsamı**
Çevresel Etiketleme	**ISO 14020**: 2000 Çevresel Etiketler ve Bildirimler - Temel İlkeler	Bu standart; bir ürün veya hizmetin genel çevresel karakteri hakkında bilgi vererek çevresel etiketlerin kullanımı ve geliştirilmesine yönelik katkı sağlamaktadır. Böylelikle tüketiciler; bir ürün veya hizmet seçerken, çevresel gereksinimlere göre etiket ve bildirimlerdeki bilgilerden faydalanmaktadır. Etiketler; firmaları teşvik ederek ürünlerini bu çevresel etiketlere göre uygun hale getirmeleri konusunda rekabet ortamı yaratmakta ve firmaların pazar da pay sahibi olmalarına katkı sağlamaktadır.
Çevresel Etiketleme	**ISO 14021**: 1999 Çevresel Etiketler ve Bildirimler - Özel Çevresel Görüşler (Tip II Çevresel Etiketleme)	Bu standart; özel çevresel görüşler için; ürün hakkındaki açıklamaları ve gereksinimleri belirtmektedir. Tip II çevre etiketi tek bir parametreyi baz alan öz beyan olup bağımsız denetim surecinden geçmemektedir. Hazırlanması sırasında kuruluşlar beyan etmek istedikleri parametreyi kendileri seçerek verecekleri çevresel performans bilgilerinin kapsamını kendileri belirlemektedirler. Bu görüşlerin mutlaka güvenilirliği kanıtlanmalıdır. Bu tür görüşlerde kıyaslama yapmak kapalı oldukları için zordur. Örn: Siemens SN 36 350.
Çevresel Etiketleme	**ISO 14024**: 1999 Çevresel Etiketler ve Bildirimler - Tip I Çevresel Etiketleme - Ozellikler ve Prosedür	Tip I çevre etiketi gönüllülük esasına dayanan ve birden fazla parametre bazında değerlendirme yapan üçüncü şahıs verifikasyonuna sahip bir programdır. Bu programın geliştirilmesine yönelik ilkeleri ve süreci kapsamaktadır. (ürün kategorilerinin seçimi, ürün çevresel kriterleri, ürün fonksiyon özellikleri, uyumun değerlendirilmesi ve açıklamasını içermektedir.) Ancak Tip I çevre etiketi, ürünlerin çevresel performansı ile ilgili nicel verileri içermemekte; yalnızca aynı kategoride yer alan ürünlerin çevresel performanslarının karşılaştırılması bakımından tüketiciye olanak sunmaktadır. Örn: Der blaue Engel Almanya.
Çevresel Etiketleme	**ISO 14025**: 2006 Çevresel Etiketler ve Bildirimler - Tip III Çevresel Bildirimler – İlkeler ve Prosedür	Bu standart; kapsamında oluşturulan Tip III çevresel bildirimleri (EPD) diğerlerinden ayıran en büyük özellik, bilgilerin bilimsel bir temele (YDD) dayanıyor olmasıdır. Böylelikle aynı fonksiyona sahip ürünlerin karşılaştırılması sağlanmaktadır. Tip III çevre etiketleri gönüllülük esasına dayanır. Gönüllü programlara göre önceden prosedürü oluşturulmuş, ürün ile ilgili üçüncü şahıslar tarafından belirlenmiş parametre kategorilerine göre nicel çevresel verileri içeren ve üçüncü sahıslar tarafından onaylanan bir etikettir. Örn: çeşitli yapı malzemeleri için EPD'ler (çevresel ürün bildirimleri), AB enerji etiketi.
Bina Yapımında Sürdürülebilirlik	**ISO 21930:** 2007 Yapı Malzemeleri için Çevresel Ürün Bildirimleri	Bu standart; ISO 14020 serisinde ele alınan ISO 14025 Tip III çevresel ürün bildirimleri standardını tamamlayarak yapı malzemeleri EPD'leri için ürün kategori kuralları (PCR) ve gereklilikleri tanımlamaktadır.
Yapım İşlerinde Sürdürülebilirlik	**prEN 15804:** 2009 (Son Taslak) Çevresel Ürün Bildirimleri – Ürün Kategori Kuralları	Bu standart; tüm yapı ürünleri için Tip III EPD ürün kategori kurallarını (PCR) tanımlamaktadır. Yapı malzemeleri /hizmetleri EPD'lerinin yapısını anlatarak EPD'nin YDD ile olan ilişkisini ve envanter analizinde gerekli olan bilgileri, etki kategorilerini ve normalizasyonu hakkında bilgi veren yapı mürünleri için hazırlanmış kapsamlı bir standarttır.

•Ele Alınan Sürecin Tanımlanması

Bir YDD'nin anlamlı olması binanın tüm yaşam boyu sürecinin "beşikten mezara" (cradle-to-grave) dikkate alınmasıyla gerçekleşmektedir. YDD; geriye dönük yaşam döngü aşaması olan "beşikten kapıya" (cradle-to-gate) ile ileriye dönük yaşam döngü aşaması olan "kapıdan mezara" (gate-to-grave) hakkındaki nitel ve nicel varsayımlara dayandırılmalıdır. Ayrıca uygulanabilir ise muhtemel hizmet ömrü/kullanım (service-life) süreci ve bina yaşam sonu (end-of-life) senaryoları da bilgi kapsamında sonraki uygulayıcılar için farklı senaryolarda kullanılmak üzere verilmelidir. Eğer çalışmadaki amaç binalardaki yapı malzemeleri ve elemanları hakkında alternatif karşılaştırılmalı yaklaşımlar oluşturmak ise; binanın muhtemel (gate-to-grave) yaşam döngü aşamaları ihmal edilebilir. Fakat yapı malzeme ve elemanlarının bu aşamalardaki performansları, mutlaka eşdeğer kabul edilmeli ve asgaride yapı ile ilgili hususlar ele alınmalıdır. Malzeme YDD'leri " beşikten kapıya" süreci dışında ayrıca şantiyeye nakliye, yapım, kullanım ve bakım ile yıkım sürecini ve tanımlanan her atık malzeme için atık yönetim sürecini de içerebilir [45].

• Kullanım/Hizmet Ömrünün Tanımlanması

Hizmet ömürleri genellikle potansiyel veya maksimum teknik yaşam ömürleri olarak tanımlanmaktadır. Malzeme/Yapı elemanlarının çevre ile ilgili dayanıklılık konusu günümüze kadar ihmal edilmiştir. Bu nedenle dinamik modellemelerin yapılmasına önem verilmesi gerekmektedir.

• Yaşam Sonu/Yıkım Senaryolarının Tanımlanması

Atık üretimiyle sonlanan yaşam ömrü veya atık ayrıştırması hesapları, yapı malzemeleri ve bina YDD'lerinde sıkça uygulanmaktadır. Çalışma hedeflerine bağlı olarak atık senaryoları 2 şekilde formüle edilebilir; mevcut atık yönetimi senaryosu; tasarımcıların gelecek senaryolar için de uygulama yapmalarını mümkün kılmaktadır. (örn: geri dönüşüm senaryoları için tasarım gibi) ve varsayımsal atık yönetimi senaryosu (örn: geri dönüşüm teknolojilerinin gelişimine bağlı olarak). Yaşam sonu senaryoları ülkelere bağlı olmakla beraber bazen yapı veya araziye bağlı olmaktadır. Uygun bir senaryo seçiminin yanısıra ortak ulusal bir senaryo seçimi de yapılabilir.

• Ayrıştırma ve Geri dönüşüm Senaryolarının Tanımlanması

Çoklu girdi ve çıktıların bulunduğu süreçlerde; malzemenin yaşam döngüsü sürecindeki kalite kaybına (değer azalması) odaklanan uygun ayrıştırma ilkelerinin

kullanılması gereklidir. Ayrıştırma metodunda; malzeme nedenselliği ve enerji akışlarının yansıtılması gereklidir. Yapı malzemeleri YDD'leri için; yarı kapalı devre geri dönüşüm (semi-closed loop recyling process) süreci ayrıştırma metotları uygulanabilir.

- **İç Hava Kalitesi:**

Mevcut koşullarda tehlikeli maddeler; malzemelerden veya malzeme bileşimlerinden salınarak bina iç hava kalitesine etki etmekte ve insan sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu nedenle bina tasarımı YDD'lerinde üzerinde durulması gereken bir konudur [45].

3.1.1 Yaşam döngü amaç & kapsamın tanımlanması

İlk aşama olan bu bölümde, gerçekleştirilen YDD çalışmasının temel amacı ve bu amaca yönelik olarak nasıl bir yöntem izleneceği belirlenmektedir. YDD'nin gerçekleştirileceği sistemin sınırları çizilerek çalışmanın kapsamı ortaya koyulmaktadır. Bölümde odaklanılan diğer bir konu; ürünün hangi çevresel etkilerinin analiz edileceğidir. Çalışma kapsamında ele alınan çevresel etki kategorileri, nedenleri ile birlikte bu bölümde belirlenmektedir. Bir yapı malzemesi/ürün YDD'sinin amaç ve kapsamı ISO 14040 ve ISO 14044'e göre şu şekilde tanımlanmaktadır: [47, 48].

3.1.1.1 YDD'nin amacı

Hedeflenen uygulama, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle, Sonuçların, kamuoyuna açıklanacak karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmasının amaçlanıp amaçlanmadığının belirlenmesidir.

3.1.1.2 YDD'nin kapsamı

Çalışmanın genişliğinin, derinliğinin ve ayrıntısının belirtilen amaçla uyumlu ve yeterli olduğunu sağlayacak kadar yeterince iyi tanımlanmalıdır. Kapsam aşağıdaki unsurları içerir:

Çalışılacak ürün sistemi, Ürün kategori tanımı ve açıklaması (fonksiyon, teknik performans ve kullanım), Fonksiyonel birim, Tanımlanmış birim, Sistem sınırı, Girdi ve çıktıların dahil edilmesi için kriterler, Kapsam – kesinlik – bütünlük – temsiliyet – tutarlılık – tekrarlanabilirlik - kaynaklar ve belirsizlikleri içeren bilgi kalitesi

gereksinimleri, Seçilen etki kategorileri, etki değerlendirmesi yöntemi ve yapılacak yorum, Varsa, eleştirel gözden geçirmenin tipi, Çalışma için gerekli raporun tipi ve formatının belirlenmesidir.

3.1.1.3 Fonksiyon ve fonksiyonel birim:

Bir ürünün tanımlanan fonksiyonlarının (performans özellikleri) sayısını belirtir. Temel amacı, girdi ve çıktılar arasında ilişki kurmaktır. Bu ilişki, YDD sonuçlarının karşılaştırılabilirliğini sağlamak için gereklidir. Malzeme ve enerji akışları YDD' tabanlı olup her fonksiyonel birim için tanımlanmalıdır. Bir malzemenin fonksiyonel birimi şu parametreye dayanmaktadır:

- Sayısal olup, malzemenin ilgili fonksiyonel kullanımı ya da performans özellikleri; binaya entegre edildiğinde binanın fonksiyonel eşdeğerliliği dikkate alınmalı ve kullanım koşullarındaki malzemenin hizmet ömrü belirlenmelidir. Örneğin; Türkiye'de 50 000 nüfusu belirli bir yerel bölge tarafından bir yıl içinde üretilen atık miktarını toplamak ve ayrıştırmak.

3.1.1.4 Tanımlanmış birim (declared unit):

Yapı malzemesi/bileşenin sayısal olarak normalleştirilmiş bilgi modülündeki malzeme akışlarını çevresel etkileriyle birleştirerek tanımlamaktadır. Karşılaştırma için kullanılmamaktadır. Seçilen malzemenin eksik yaşam döngü aşamalarını dikkate almaktadır. Minimumda yer alması gereken parametreler şu şekildedir:

- Amaçlanan uygulama, Yapı malzemesinin belitilen hizmet ömrü (kullanım ve bakım aşamaları için), Karşılaştırılabilir sınırlamalara ilişkin açıklamalar, Kapsam dahilindeki yaşam döngü aşamaları (bilgi modülleri dahil).

Bilgi Modülleri: Kullanım, bakım gibi hizmet ömrüne ilişkin bilgilerdir. Örn: malzemenin YDD'si beşikten kapıya kadar belirlenmiş ancak kullanım, bakım gibi YDD aşamaları için de seçimli olarak çevresel etkilerin verilmesi isteniyorsa, bilgi modülleri kullanılmaktadır. Bu durumda ürün EPD (Environemntal Product Decleration – Çevresel Ürün Beyanı)'si tam olarak YDD'ye dayanmamakta, EPD bir yada birkaç bilgi modülüne dayanmaktadır. Örneğin; EPD sadece tek bir yaşam döngü aşamasına dayalıysa (örn:beşikten kapıya), bir bilgi modülü olmaktadır. Eğer EPD tüm YDD (beşikten mezara) aşamalarını içeriyorsa; (üretim, yapım, kullanım

ve bakım, yenileme, yıkım, geridönüşüm ve yok etme) YDD tabanlı olmaktadır. Tanımlanan Birimde kullanılan birimler Çizelge 3.3'de şu şekilde gösterilmektedir.

Çizelge 3.3 : Tanımlanmış birimlerde kullanılan birimler.

Kullanılan Birim	Örnek	Kullanılan Birim	Örnek
Tane (adet)	1 tane pencere, 1 tane tuğla	Uzunluk (metre)	1 metre kiriş, 1 metre boru
Kütle (ton)	1 ton çimento	Alan (m^2)	1 m^2 duvar, 1 m^2 çatı
		Hacim (m^3)	1 m^3 kereste, 1 m^3 boya

Yapı malzemesinin belitilen hizmet ömrü: Üretici tarafından sağlanan, ürünün tanımlanmış performans özelliğini belirten hizmet ömrü süresidir. ISO 15686-1 ve ISO 15686-8 standartlarında hizmet ömür süreci genel kuralları ile hesaplama biçimi yer almaktadır. Aynı zamanda EN TS 15398 döşeme kaplamaları standardı gibi AB ürün standartlarında hizmet ömrü klavuzları bulunmaktadır [47, 48].

3.1.1.5 Sistem sınırı

YDD çalışması için hangi süreçlerin ürün sisteminin bir parçası olduğunu belirlemektedir. Ürün sistemi, sistem sınırındaki girdi ve çıktı temel akışları şeklinde modellenmektedir. Sistem sınırı içerisindeki her bir birim süreç için toplanan veriler, aşağıdaki ana başlıklar altında sınıflandırılabilir:

a) Enerji: enerji ve ham madde girdileri, yardımcı girdiler, diğer fiziksel girdiler,

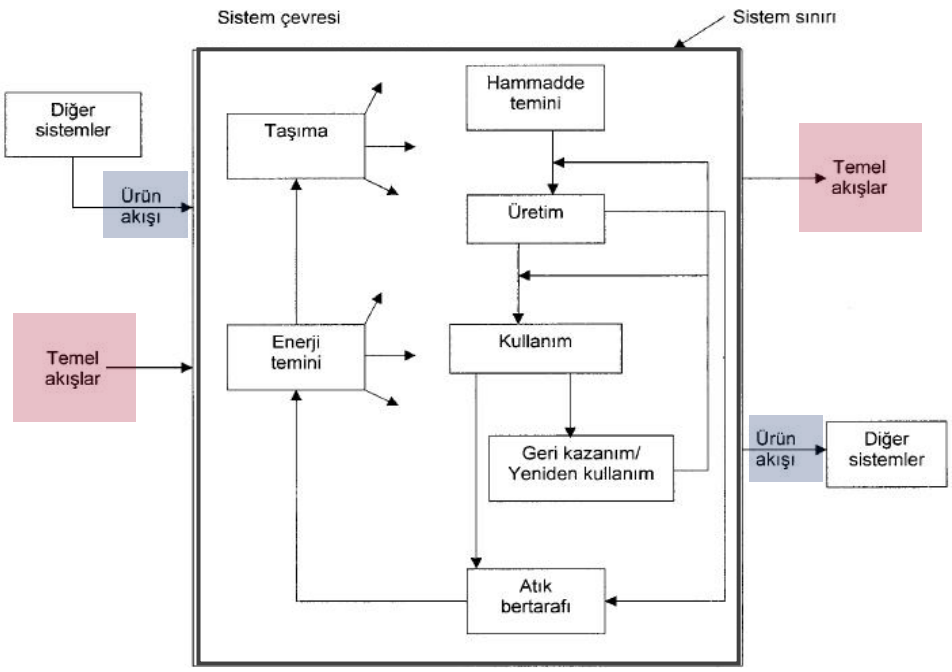
b) Kütle: ürünler, yan ürünler ve atık,

c) Çevresel Önem: havaya verilen emisyonlar, suya ve toprağa deşarjlar ve diğer çevresel boyutlar [46]. (Şekil 3.2)

Yaşam döngü değerlendirmesi kapsamında bir ürünün süreçleri şu şekildedir;

Üretim aşaması (beşikten kapıya - cradle-to-gate)

Tüm YDD süreci kapsamında ve tüm yapılacak EPD çalışmalarında zorunlu aşamadır. Bu aşama; Hammaddenin çıkartılması ve biyokütle üretimi, Kendisi için enerji üretimi de dahil tüm enerji girdileri, Yardımcı malzeme veya ön ürün üretimi, Ürün üretimi, Paketleme, Üretim aşamasındaki nakliye süreci, Önceki ürün sisteminden gelen ve fabrikaya kadar olan toplama ve taşımacılık süreci dahil geri dönüşümlü malzemeler, Üretim aşamasından nihai atık depolamasına kadar olan atık yönetim süreçleri kapsamaktadır.



Şekil 3.2 : Yapı ürün sistemi.

Yapım aşaması (beşikten şantiyeye - cradle-to-site)

EPD'ler için seçime bağlı (opsiyonel) olan aşamadır. Bu aşama; Fabrikadan şantiye alanına olan nakliye süreci, Isıtma,soğutma,nem koşullarının sağlanarak ürünlerin depolanması, Malzemenin yardımcı malzemelerde dahil olmak üzere yapıya entegre edilmesi, Şantiyeden nihai atık depolamasına kadar olan atık yönetim süreçleri kapsamaktadır.

Kullanım aşaması

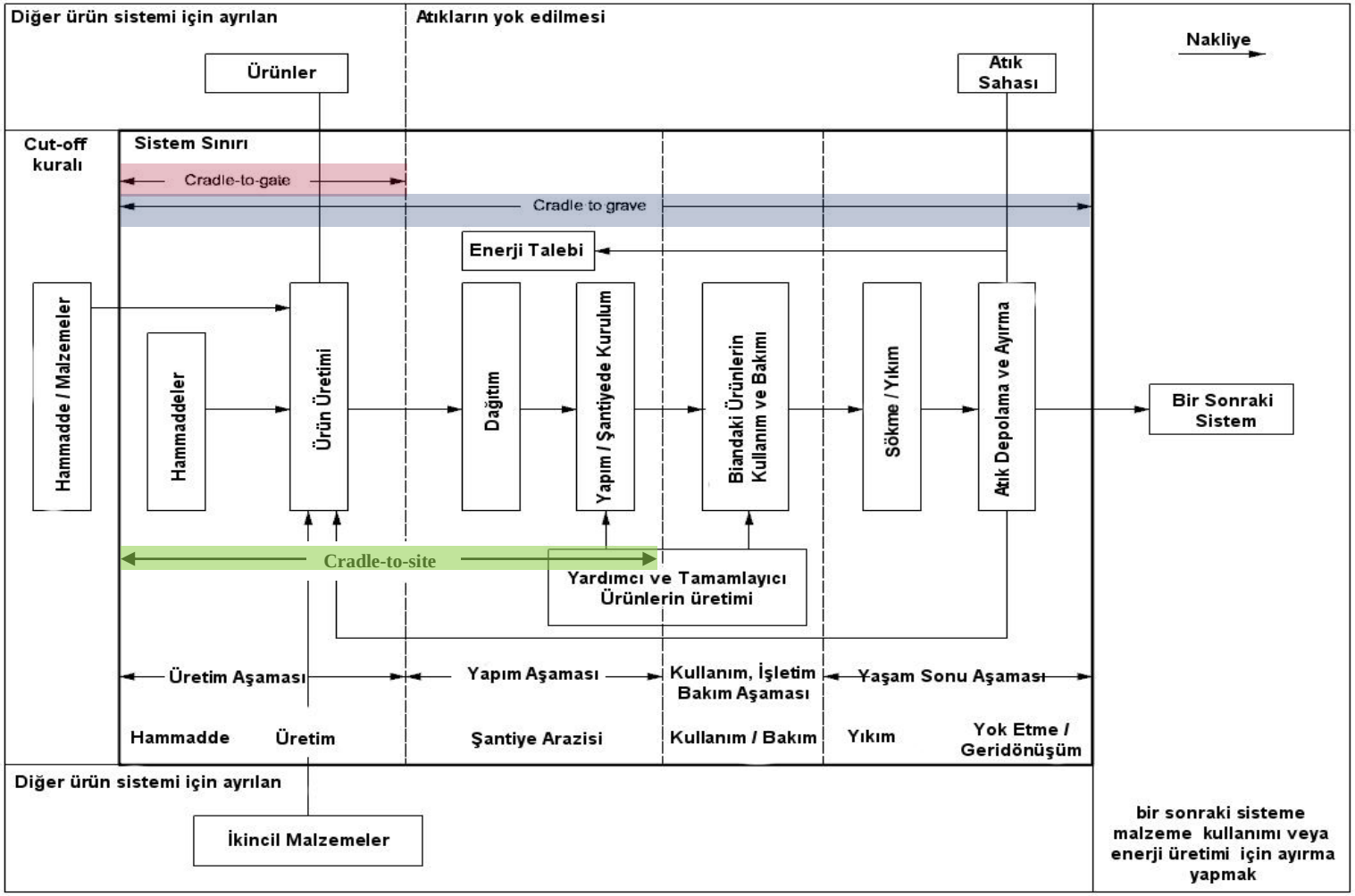
Kullanım aşaması 2 seçimli yaşam döngü aşamasından oluşmaktadır Bu aşamaların ilki Kullanım/işletim aşamasında; servis ve bileşenlerin işletimiyle ilgilidir. Örn: alışveriş merkesindeki asansör gibi. Binaya entegre edilmemiş ancak kullanıcı tarafından kullanılan hizmet ve servisler kapsam dışındadır. Örn: çamaşır makinesi gibi. Ürün ve hizmetlerin enerji tüketimiyle ilgili (ısıtma, soğutma, havalandırma vb.) hesaplamalar ilgili yönetmeliklerce yapılmaktadır. Örn: Binalarda Enerji Performans Direktifi. Diğer aşaması olan Kullanım/Bakım aşamasında; bakım, onarım ve yenileme konularını içermektedir. Ürünün kullanım aşamasındaki nakliyesi, Kullanım aşamasında oluşan atıkların atık yönetim süreci (örn.bakım sırasındaki atığın nihai depolanmasına kadar olan süreç) kapsam dahilindedir.

Yok etme / Yaşam sonu aşaması (beşikten mezara – beşikten beşiğe - cradle-to-grave ve cradle-to cradle)

EPD'ler için seçimli olan aşamadır. Bu aşama; Ürünün atık yönetimiyle ilgili süreçleri (yeniden yapım, depolama, yeniden kullanım, geri dönüştürme, enerji geri kazanım ve bertaraf/yok etme), Ürünün nakliyesini (örn.geri dönüştürme veya yok etme alanına olan nakliyesi) kapsamaktadır. Ürünün tüm yaşam döngü sürecinde zorunlu ve seçimli aşamalar ile tanımlanmış birim ve fonksiyonel birimlerdeki bilgi modülleri ISO 21930'a göre Şekil 3.3'de verilmektedir.

3.1.1.6 Girdi ve çıktıların dahil edilmesi için kriterler (cut-off kuralı)

ISO 14044'e göre YDD girdi ve çıktılar için belirlenen kriterler, envanter analizini basitleştirmektedir. Cut-off kuralı kütle, enerji gibi çevresel değerlere dayalı olmakta ve sonuç üzerinde en az etkisi olacak şekilde tarif edilmelidir. Yetersiz girdi bilgileri durumunda cut-off kuralı; enerji kullanımı ve toplam hammadde girdisini % 1 olarak varsayarak üretim sürecindeki çevre etkisini oluşturmamaktadır. Her bir süreç başına ihmal edilen toplam giriş yüzdesi; enerji kullanımı ve kütlenin maksimum % 5'i kadar olmalıdır. Tehlikeli ve zehirli maddeler için bu kural uygulanmamalıdır.



Şekil 3.3 : Sistem sınırı, bilgi modülleri ve yapı ürünlerinin yaşam döngüsü aşamaları [49].

3.1.1.7 Çevresel etkilerin belirlenmesi [49]

Hangi etki kategorilerin, kategori göstergelerinin ve nitelendirme modellerinin YDD çalışmasına dahil edileceği amaç & kapsam aşamasında belirlenmektedir. Çevresel etkiler Çizelge 3.4'de şu parametrelerde ölçülmektedir:

Çizelge 3.4 : Genel anlamda kullanılan etki kategorileri [49].

Çıktılarla ilgili etki kategorileri	**Gösterge Sonuç Birimi**
İklim değişikliği	kg CO_2 eşdeğeri
Stratosferik Ozon Tabakası İncelmesi	kg CFC-11 eşdeğeri
Foto-oksidan oluşumu	kg etilen eşdeğeri veya kg ozon veya m^2 × ppm × saat
Asitleşme	Kilogram SO_2 eşdeğeri veya PDF·m^2·yıl (PDF: potansiyel kayıp kesiri)
Nütrifikasyon	kg PO_4^{3-} eşdeğeri
İnsan Toksisitesi	Kg 1,4-DCB eq. (diklorobenzen)
EkoToksisite	kg 1,4-DCB eq.
Girdilerle ilgili etki kategorileri	**Gösterge Sonuç Birimi**
Abiyotik kaynakların tükenmesi (örn. fosil yakıtlar, mineraller)	Toplam düşük kalori değeri (megajoule) veya mineraller için cevherde kullanılan malzeme toplam kütlesi
Biyotik kaynakların tükenmesi (örn. ağaç, balık vb.)	kullanılan malzeme toplam kütlesi, veya adet veya m^3

3.1.1.8 Veri tipleri ve kaynaklarının tanımlanması

Bu tür veriler, sistem sınırı içerisindeki birim süreçlerle ilgili üretim sahalarından toplanabilir veya başka kaynaklardan elde edilebilir veya hesaplanabilir. Ürüne özgü veriler, belirli bir ürün üreticisinin kontrol edebildiği belirli bir süreçten toplanabilir. Genel veriler ise; üretici etkisinin olmasıdığı süreçler için kullanılıyor olabilir (örn. girdi sürecindeki hammadde üretimi ile ilgili süreçler, hammadde çıkarılması ve elektrik üretimi vb.) (Çizelge 3.5). Tüm yaşam döngüsünün değerlendirilmesinde genel veriler kullanılabilir. (örn. çıktı sürecindeki atık yakılması vb.). Çalışmaların karşılaştırılabilirliği açısından; kullanım aşamasındaki bina teknik performans özelliklerin tanımlanması ve fonksiyonel eşdeğerliliğin sağlanması gereklidir. Bunun dışında teknolojik, coğrafi ve zaman ile ilgili genel verilerinde sağlanması gereklidir

Çizelge 3.5 : Genel ve Özel Verilerin Uygulanışı [48].

Hammaddelerin üretimi	**Malzemenin üretimi**	**Yapım süreci**	**Kullanım süreci**	**Yok etme süreci**
Girdi süreci (upstream process)	Üreticinin kontrol edebildiği süreç	Çıktı süreci (downstream process)		
Genel veriler	Belirli (özel) veya ortalama veriler	Genel veriler		

3.1.1.9 Veri kalitesi gereksinimleri

Veri kalite gereksinimleri prEN 15804 ve ISO 14044: 2006'ya göre; toplanan verilerin 10 yıldan daha eski olmaması ve veriler 1 yıllık sürece göre alınarak hesaplanmalıdır. Süreç içindeki sistem girdi ve çıktıları sunulan veri yılından itibaren 100 yıl boyunca açıklanabilmelidir. (emisyonlar gibi). Teknolojik kapsam beyan edilen malzeme grubu için fiziksel gerçekliği yansıtmalıdır. Genel veya ortalama verilerin coğrafi koşulları üretimin olduğu yerel koşulları yansıtmalıdır. Hassaslık analizeleri açısından özel veriler % 10'dan büyük bir uyuşmazlık gösteremez. Genel verilerde ise doğrulayıcı tarafından bilgilerin inandırıcılığı açısından kontrol edilmelidir. Veri bütünlüğünün sağlanması için kütle akışının en az % 95'inin kapsam dahilinde olması gereklidir. (cut-off kuralı), Envanter verileri, belirtilen parametrelerin her biri için katkıda bulunan tüm girdi akışlarının en az % 95'ini içermelidir [48].

3.1.1.10 YDD'de kullanılan birimler

YDD sürecinde Uluslararası Sistem Birimleri (SI - International System of Units) kullanılmaktadır:

Temel birimler: metre (m), kilogram (kg), saniye (s), Kelvin derecesi (K), amper,(A), gram molekül ağırlık (mol)

Tüm hammadde kaynakları; Kg cinsinden verilmektedir.

Enerji girişi; birincil enerji için kullanılan kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları da dahil olmak üzere kWh veya MJ olarak ifade edilmektedir. Sıcaklık; ^{0}C (Celsius), Zaman; dakika, saat, gün ve yıl olmak üzere hesaplanmaktadır. [48].

3.1.2 Yaşam döngü envanter analizi - YDEA (LCI)

İkinci aşama olan Yaşam Döngü Envanter Analizi (LCI – Life Cycle Inventory Analysis) bölümü ham verilerin toplandığı ve analiz edildiği oldukça zaman ve emek gerektiren bir bölümdür. Envanter Analizi, söz konusu ürünün yaşam döngüsü boyunca kullanılan girdiler (hammadde, su, enerji vb.) ile kullanım sonrası oluşan çıktıların (emisyon, yan ürün, atık vb.) ortaya koyulduğu kısımdır. Bu bölümde elde edilen yüklü miktarda verinin işlenmesi için çoğu zaman Envanter Analizi için tasarlanmış özel yazılımlar (GaBi, SimaPro vb.) kullanılmaktadır.

3.1.2.1 Veri toplama ve hesaplama

Envantere dahil edilecek kalitatif ve kantitatif veriler, sistem sınırı kapsamında dahil edilen her birim süreç için toplanmalıdır. Ölçülmüş, hesaplanmış veya tahmin edilmiş olsa bile, toplanan veriler, birim sürecin girdilerinin ve çıktılarının hesaplanmasında kullanılır. Toplanan verilerin genel kamuoyu tarafından kullanılabilir olması için kamuya açık verilerin toplanması YDD çalışmasının yapılabilirliği açısından önemlidir [50, 90]. Veriler tipleri bakımdan 2'ye ayrılmaktadır:

Birincil veriler: Belirli tesislerden, firmalardan elde edilen verilerdir. Dış ortaklardan sağlanan bu bilgiler; Hammaddeyi üreten üreticiler, Bileşenleri üreten üreticiler, Sermaye mallarını ve tüketim ürünlerini üreten firmalar, Geri dönüşüm ve atık imha eden kuruluşlar, Diğer ürünlerin bileşenleri olarak ürünleri kullanan kuruluşlar'dan alınmaktadır.

İkincil veriler: Yayınlanmış birtakım kaynaklardan elde edilen, ürün sisteminin yaşam döngü envanterini içeren bilgilerdir. Örneğin; malzemelerin yayınlanmış YDEA verileri, hükümetlerin yayınladığı veriler, diğer yapılmış çalışmalardan alınan veriler.

Verilerin sınıflandırılabileceği ana başlıklar; (Çizelge: 3.6)

* Enerji girdileri, ham madde girdileri, yardımcı girdiler, diğer fiziksel girdiler,

* Ürünler, paralel ürünler ve atık,

* Havaya, suya ve toprağa salımlar,

* Diğer çevresel boyutlar.

Üretimle ilgili temel akışlarda, tüketilen çeşitli kaynak tiplerini yansıtmak için gerçek üretim karışımı kullanılmalıdır. Örneğin, elektrik üretimi ve dağıtımı için, elektrik karışımı, yanma verimliliği, dönüşüm, iletim ve dağıtım kayıpları dikkate alınmalıdır. Aynı zamanda Yanıcı bir maddeye (petrol, gaz veya kömür gibi) ilişkin girdiler ve çıktılar, yanma ısısıyla çarpımı sonucu enerji girdisi ve çıktısına dönüştürülebilir. Bu durumda, yüksek ısıtma değerinin veya düşük ısıtma değerinden hangisinin kullanıldığı rapor edilmelidir. Firmalardan istenecek ve sistemin sınırlarını oluşturacak veriler şu şekilde sınıflandırılabilir;

Çizelge 3.6 : Sistem sınırının oluşturulması için toplanması gereken veriler.

Hammadde	*İnşaat ve hafriyatta dahil olmak üzere hammadde çıkartılması, işlenmesi, depolaması ve transferi *Birincil ürünler için hammaddenin işlenmesi bilgileri (örn. çelik, karton rulo) *İkincil ürünler için birincil ürünlerin dönüştürülmesi bilgileri (örn.çelik kiriş, oluklu mukavva kutu) *Atık maddeleri yok etme, yakma, geri kazanım, geri dönüşüm ve diğer yaşam sonu birim süreçleri bilgileri
Enerji	*Birim süreç için belirli bir veri mevcut değilse; bir dizi standart süreçleriyle hesaplanan enerjinin üretimi, depolanması, transferi, *Tüm aşamalarda malzemenin, yakıtın, ürünün nakliyesi
Salımlar	* Tüm yukarıdaki üretim işlemlerinden çıkan emisyon bilgileri

Hammadde: Bir ürünün üretiminde kullanılan birincil veya ikincil malzemelerdir. İkincil malzeme dönüştürülmüş malzemeyi de içermektedir. Birimi gr, kg, ton. Envanter analizinde, malzeme için tüm girdilerinin toplam kütlesinin %99'dan fazlasının sisteme dahil olacağı karar kuralına uyulması gereklidir. Geriye kalan malzemeler sisteme dahil edilmez. (örn. cam şişe üretimi için kullanılan maddelerin kg cinsinden çoktan aza doğru kütle sıralaması yapıldığında oksijen kullanımı: 0.030 kg olduğundan sıralamanın altında kalarak malzemeyi oluşturan % 99'luk kütlenin içine girmemiştir. Bu nedenle hesaplamada sisteme dahil edilmemiştir.

Burada dikkat edilmesi gereken husus; çevresel önem kriteridir. Önemli zehirli emisyonları ile katkıda bulunmaları beklenen maddelerin kalitatif değerlendirmesi; ilave malzemelerin kapsama dahil olmasına yol açar. Örneğin cam şişe üretimi için kullanılan kaolin ile bağlayıcısı, kalay ve sabun; kütle bakımından düşük kilograma sahip olmalarına rağmen zararlı emisyonları nedeniyle sisteme dahil edilirler [52].

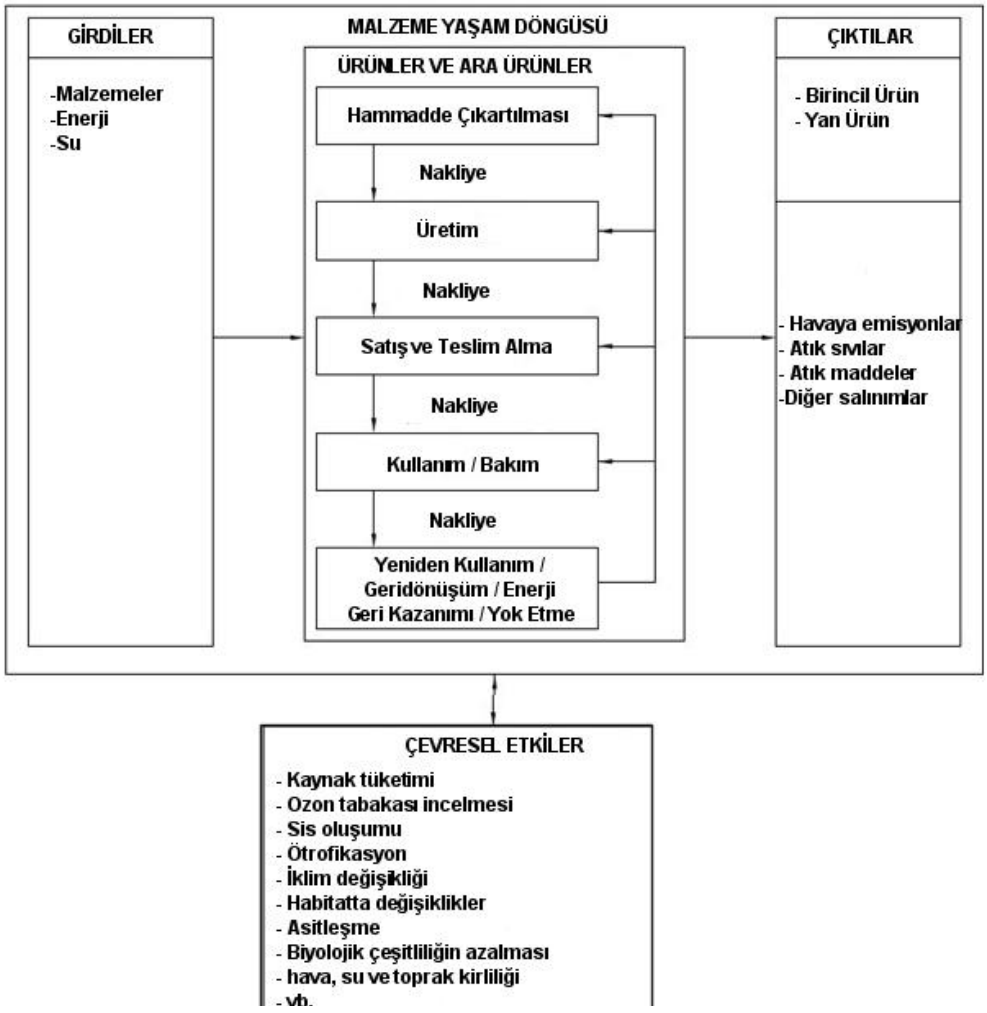
Enerji: Çalışmaları gerçekleştirmek için bir potansiyeldir. Birimi J (joule)'dür. Enerji akışı; enerji birimleri cinsinden hesaplanan, birim sürece veya ürün sistemindeki girdi veya çıktılardır. Enerji için de kurallar kütledeki kurallarla aynı mantıktadır. Ancak bazı malzemeler için kütle birincil önemli faktör iken bazı malzemeler içinse; enerji daha önceliklidir. Eğer sadece malzeme (hammadde) tabanlı veri toplaması yapılırsa enerji süreçleri dışarıda kalarak ürün YDD'sinin envanter analizinde hesaba katılmamış olacaktır. Örneğin cam şişe üretimi için "durulama ve doldurma" safhası için elektrik tüketimi % 64.4'lük oranla en fazla tüketime sahip aşamadır ve sisteme dahil edilmesi gerekir. Diğer bir örnek olarak verilebilecek demir çelik sanayisinin bir çıktısı olan metaller, yapı malzemeleri arasında, hammaddelerinin çıkarılışı, üretimi ve taşınmalarıyla ilgili olarak

tükettikleri enerji (embodied energy) açısından en yüksek çevresel etkiye sahiptirler. [91]. Yapı malzemesinin Embodied (içerilmiş) enerjisi; çalışmalarda herhangi bir ürünü üretmek için hammadde çıkaraılması ve işlenmesinden, üretilmesi, taşınması, kullanımı, yok edilmesi veya geri dönüştürülerek yeniden sunulmasına kadar kullanılan tüm enerji girdilerinin toplamı (yakıt/güç, malzeme, insan kaynakları vb.) olarak tanımlanmaktadır. İçerilmiş enerjisi, tüm ürün yaşam döngüsü için gerekli enerjinin toplamı bulmak için amaçlayan bir hesaplama yöntemidir. [92].

Salımlar: Havaya verilen emisyonlar ile suya ve toprağa deşarjlardır. (CO_2 eq. Lt, kg-gr)

Atık: Elinde bulunduranın bertaraf etmek istediği veya bertaraf edilmesi gereken maddeler veya nesnelerdir. Birimi kg. [51].

Belirtilen tüm bu girdi ve çıktılar, her bir yaşam döngü sürecinde ele alınmaktadır. (örn. üretim, yapım, kullanım, yok etme süreci vb.) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Malzeme yaşam döngüsü [50].

Genellikle YDEA aşamasında girdi ve çıktı verilerinin sayısal olarak belirlenmesi için YDD için geliştirilmiş program araçları (tools)'na ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araçlar; Yazılım ve modelleme araçları (Simapro, Gabi, Bees vb.), Malzeme veritabanları (US. NREL, EU platform on LCA-LCI database vb.), Montaj/demontaj için tasarım araçları (Autodesk Inventor vb.), Üretim ve süreç optimizasyon araçları (ISO 14001, ISO 9001, Metacause vb.) İçerik listeleri-klavuzlardır (Green spec, Green Guide To Specification vb.).Envanter analizine dayalı; *enerji, su, hammadde ve salımlar* kapsamında toplanan veriler için birtakım çevresel parametreler belirlenmektedir.

3.1.2.2 Çevresel parametreler ve referans birimler

Çevresel etkiler için parametreler, Kaynak girdileri için parametreler, İlave çevresel bilgi parametreleri'dir.

Kararlaştırılmış bir temele sahip bu göstergeler prEN15978 ve prEN15804 taslak standartlarında yer almakta ve YDD çalışmasının tüm aşamalarında gerekli bilgiler olmaktadır. Yukarıda belirtilen çevresel parametreler bu bölümün sonuç kısmında açıklanmaktadır.

Bu çevresel parametrelerin dışında her bir birim süreç için istenen bilgiler şunlardır:

Veri içeriği: Birim sürecin başında, sonunda, veri olsun yada olmasın; yardımcı maddeler, ambalajlama, temizlik, yönetim, pazarlama, araştırma-geliştirme, laboratuvar olanakları, ısıtma, aydınlatma, ulaşım, bakım, çalışanlar gibi verileri içermelidir.

Tesisin coğrafi konumu: Üretim sürecinin yapıldığı fabrikanın coğrafi konumu, kullanılan malzemenin şantiyeye getirilmesindeki mesafenin ölçülmesinde ve taşımacılık yüklerinin hesaplanması ile yerel malzeme kullanımının teşviki açısından önemlidir.

Uygulanan Teknoloji/Teknoloji Seviyesi: Malzeme üretimi için gerekli enerjinin ve tesiste kullanılan teknolojinin bilinmesi gerekmektedir.

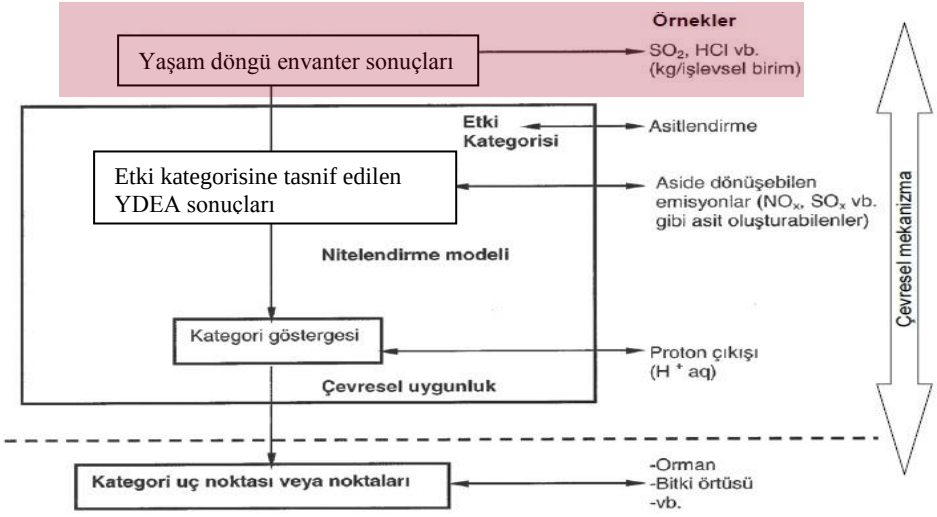
Çevresel değişim için bilgi dağıtımı: Birim süreç prosedürü birden fazla ürün içinse ilgili bilgi dağıtımının nasıl ve ne türde yapıldığı bilinmelidir. (allocation) Örneğin; çimento üretimi birim süreci için kireçtaşı birim sürecinin bilinmesi gerekir. Bilgi dağıtımı için gerekli parametreler: Fiziksel özellikler (kütle gibi), Ekonomik değer

(malzemenin piyasadaki ilk değeriyle karşılaştırılan hurda değeri veya geri dönüşümlü değeri gibi), Geri dönüştürülen malzemelerin, sonraki kullanımlarının sayısıdır.

Bir YDD sürecinde veri toplaması yapılırken bir sonraki adım olan YDED sürecinin de veri toplama esnasında sınırlarının çizilmesi gerekmektedir. Bu süreç, uygun YDEA sonuçlarının toplanmasını, tasnif edilmesini ve nitelendirme modellemesini kolaylaştırır [51]. (Çizelge 3.7 ve Şekil 3.5).

Çizelge 3.7 : YDEA sonucu-etki kategorisi-kategori göstergesi ve uç noktası örneği.

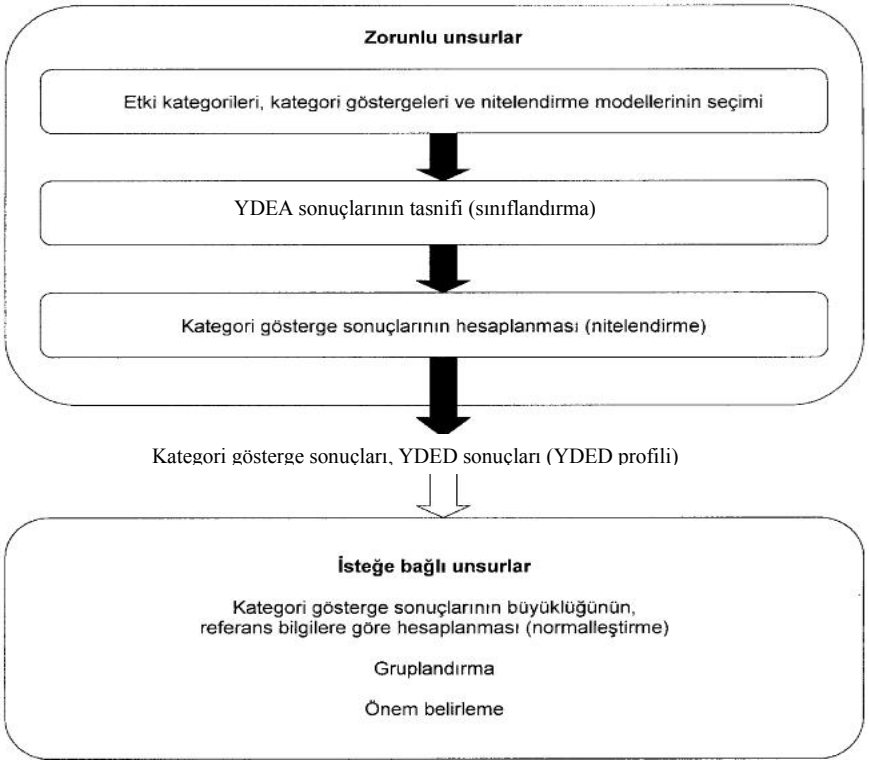
YDEA sonucu	Etki Kategorisi	Kategori Göstergeleri	Kategori uç noktası
Fonksiyonel birim başına üretilen sera gazı miktarı	İklim değişikliği	Küresel ısınma, çölleşme, çeşitli hastalıklar	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, tüm canlılar



Şekil 3.5 : Kategori göstergeleri kavramı [51].

3.1.3 Yaşam döngü etki değerlendirmesi (YDED)

Envanter Analizi sonucu oluşturulan verilerin; ürünün, amaç ve kapsam bölümünde tanımlanan çevresel etki kategorilerine (iklim değişikliği, asidifikasyon, ötrofikasyon, kanserojen etki vb.) göre etkilerinin değerlendirildiği bölümdür. Ürünün yaşam döngüsünün hangi aşamalarında ne tür çevresel etkilere yol açtığı açıkça ortaya koyulmaktadır. Zorunlu ve isteğe bağlı unsurlardan oluşur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : YDED safhası zorunlu ve isteğe bağlı unsurlar [49].

3.1.3.1 Etki kategorileri, kategori göstergeleri, nitelendirme modellerinin seçimi

Etki değerlendirmesinde; sayısal olarak gelen YDEA sonuçları toplanarak, belirli kategori başlıkları halinde sınıflandırılmakta ve etkileri hesaplanmaktadır. Bu aşamadan sonra, isteğe bağlı olarak çevresel etkisi büyük olan kategoriyi bulmak için, altındaki sayısal değer normalleştirilerek kategori gösterge sonuçlarının büyüklüğü hesaplanır ve diğer etki kategorileriyle karşılaştırma yapılmasını sağlar. Buna göre amaç ve kapsamda belirlenen etki kategorilerine göre envanter analizinde belirlenen parametrelerin hangi fonksiyonda nasıl yer aldığı Çizelge 3.8'de verilmektedir.

Çizelge 3.8 : 6 etki kategorisi için YDEA olan ilişkisi, tanımlaması ve örnekleri [49].

Terim	**Etki kategorisi 1**	**Etki kategorisi 2**	**Etki Kategorisi 3**
Etki kategorisi	Fosil yakıtlı enerji kaynaklarının tükenmesi.	Mineral kaynakların tükenmesi (enerji hariç).	İklim değişikliği.
Envanter analizi sonucu (sınıflandırma)	Farklı fosil yakıtların kaynaktan çıkarılması.	Yararlı malzeme olan kaynakların çıkarılması.	Seragazı salınımları.
Kategori göstergesi	Enerji kaynaklarının enerji içeriği.	Rezervdeki tahmini talebe göre cevher malzemesi çıkarımı.	Kızılötesi ışın gücündeki artış (W/m^2).
Nitelendirme modeli (nitelendirme)	Birikmiş enerji talebi.	Durgun kıtlık modeli.	IPCC tarafından geliştirilen farklı sera gazlarının küresel ısınma potansiyeli tanımlayan model.
Nitelendirme faktörü	Kütle birimi başına, düşük kalorifik değer.	Rezervdeki tahmini bölünmüş kaynağa göre mevcut cevherdeki malzemenin çıkarımı.	Her bir seragazı salınımı için 100 yıllık zaman dilimindeki küresel ısınma potansiyeli (kg CO_2 eq / kg emisyon).
Gösterge sonuçları	Toplam düşük kalorifik değer (megajoules).	Rezervdeki tahmini bölünmüş kaynağa göre cevherde kullanılan malzeme toplam kütlesi.	Kg CO_2-eşdeğeri.
Kategori uç noktaları	Isıtma, taşımacılık-hareketlilik.	Kaynakların bulunabilirliği.	kaybedilen yaşam yılları, mercan resifler, ekinler, binalar.
Çevresel uygunluk	Enerji krizlerine dayalı birçok sorun.	Mineral kaynaklara dayalı çeşitli sorunlar.	Güçlü kızılötesi ışınımın iklim üzerindeki nihai etkileri; salınım ve ısı emme zaman dağılımından kaynaklanan atmosferik ısı emmeye bağlı bir arayüzdür.

Çizelge 3.8 (devam): 6 etki kategorisi için YDEA olan ilişkisi, tanımlaması ve örnekleri [49].

Terim	Etki kategorisi 4	Etki Kategorisi 5	Etki kategorisi 6
Etki kategorisi	Stratosferik ozon tabakası incelmesi.	Nütrifikasyon.	Ekozehirlilik.
Envanter analizi sonucu (sınıflandırma)	Ozon inceltici gazların salınımı.	Nütrient(besleyici öğeler) salınımı.	Hava, su ve toprağa organik madde emisyonları.
Kategori göstergesi	Ozondaki zarar artışı.	Biyokütle içinde N/P eşdeğerleri tarafından bölünmüş birikmedeki artış .	Öngörülen Etkisiz Konsantrasyon (PNEC) bölünmesiyle öngörülen çevre Konsantrasyonundaki artış.
Nitelendirme modeli (nitelendirme)	Farklı ozon tabakasına zarar veren gazların, ozon tabakasının incelmesi potansiyelini tanımlayan, WMO tarafından geliştirilen model.	Hem karasal ve sucul sistemler için N ve P arasında denklik tanımlayan stokiyometrik prosedür.	YDD'ye adapte edilen, gelecek senaryolar, imaruz kalma ve toksik maddelerin etkilerini açıklayan, RIVM tarafından geliştirilen USES 2.0 modeli.
Nitelendirme faktörü	Her emisyon için kararlı durumda Ozon İnceltme Potansiyeli (kg CFC-11-eq /kg emisyon).	Hava-su ve toprağa her ötrofikasyon salınımı için Nütrifikasyon potansiyeli (kg $PO4^{3-}$eq./kg emisyon).	Hava, su ve toprağa her toksik madde salınımı için ekotoksisite potansiyeli (kg 1,4-diklorobenzen eq / kg emisyon).
Gösterge sonuçları	Kg CFC-11 eq.	kg $PO4^{3-}$eşdeğeri.	kg 1,4-diklorobenzen eşdeğeri.
Kategori uç noktaları	Hastalık günleri, deniz verimliliği, ekinler.	Biyoçeşitlilik, doğal bitki örtüsü, algler.	Biyoçeşitlilik.
Çevresel uygunluk	UV-B radyasyon seviyeleri ve hasar arasındaki olgusal ve deneysel bağlantı.	Nutrification göstergesi, ekosistemlerin farklı türleri için nutrification mekanizmasında, küresel düzeyde tanımlanan açık bir nedensel faktörü temsil eder.	PNEC, bir ekosistem tür kompozisyonunda, herhangi bir mekansal farklılaşma olarak kabul edilen maddenin olası etkileri için bir eşiği temsil eder.

İncelenen 6 çevresel etki kategorisi, çevresel uygunluk için başlıca parametrelerdir. Bunun dışında asitleşme ve foto-oksidant oluşum da YDD'de değerlendirilen diğer parametlerdir. Envanter sonuçları ile kategori göstergeleri arasındaki bağlantı normalde modelleme araçlarında açıkça verilmektedir. (örneğin; seragazı salımları sonucu kızılötesi ışın gücündeki artış gibi.) Bir etki kategorisinin tanımlanması ve nitelendirme modelinin seçilmesi ise çevresel uygunluğa bağlıdır. Çevresel uygunluk; kategori göstergesinin genel ve niteliksel anlamda ne kadar kategori uç noktasını etkilediğini gösteren bir ifadedir. (örneğin; ozondaki zarar (delik) artışının; hastalık günleri, deniz verimliliği, ekinler üzerindeki olumsuz etkilere sebep olması gibi.) Bu durum, etki kategorisindeki öznitelikleri ve uygunluğu anlamamıza yardımcı olmaktadır [49].

3.1.3.2 Sınıflandırma (envanter analizi sonuçlarının tasnifi)

Envanter sonuçlarının etki kategorilerine göre sınıflandırılması; sonuçların hangi kategorilerde ne tür etkileri olduğunu belirlemek içindir. Bu bilgi; ilgili etkinin modellemeden gelen nitelendirme faktöründen sağlanmaktadır. (örn. iklim değişikliği için kg CO_2 eq / kg emisyon gibi.) Ancak bazı envanter sonuçlarının farklı etki kategorilerine etkisi olabilmektedir. (örn. SO_2 salımlarının: asitleşmeye, iklim değişikliğine ve insan toksisitesine olan etkileri gibi.) Yada envanter sonuçlarının ardaşık etki kategorilerine etkisi olabilmektedir. (örn. CFC (Chlorofluorocarbon) emisyonlarının iklim değişikliğine ve buna bağlı olarak ozon tabakasının incelmesine etkisi olduğu gibi.)

3.1.3.3 Nitelendirme (kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması)

Etki kategorilerinin belirlenmesinin ardından göstergelerin seçimi ve nitelendirme modelinin geliştirilmesi, etki kategorilerine göre envanter analizi sonuçlarının tasnifinin yapılması ve ardından nitelendirme faktörleri kullanılarak her bir etki kategorisi için gösterge değerlerinin hesaplanmasıdır.

3.1.3.4 Seçime bağlı işlemler - normalleştirme

Gösterge sonuçlarının normalleştirilmesinin amacı; uygulama kapsamında her bir ürün gösterge sonucunun gerçek büyüklüğünü daha iyi anlamak içindir. Böylelikle tutarsızlıkların kontrolü, gösterge sonuçlarının önemi hakkında bilginin sağlanması

ve iletişimin kurulması, gruplama, ağırlık ya da yaşam döngüsü yorumlaması için ek prosedürlesin hazırlanması sağlanmaktadır.

3.1.3.5 Seçime bağlı işlemler - gruplandırma

Normalleştirmenin ardından gösterge sonuçları, gruplanabilir. Gruplamalar 2 türde yapılmaktadır: sınıflandırma (açıklayıcı biçimde, örn. küresel ölçek-yerel ölçek, insan sağlığı-doğal çevre-kaynaklar, bilime dayalı-değer seçim tabanlı gibi.) ve sıralama (derecelendirme, örn. tersine çevrilebililen veya kesinliği olan etkiler, politika öncelikleriyle ilişkili etki tipleri gibi.). Her iki tip gruplandırılan gösterge sonuçları; yorumlamanın daha iyi yapılması için yardımcı olmaktadır.

3.1.3.6 Seçime bağlı işlemler - ağırlıklandırma

Değer seçimlerine dayalı sayısal faktörler kullanarak kategori göstergesi sonuçlarının dönüşümünün sağlanmasıdır. Sıralamanın aksine sadece önceliklere göre sıralama yapmaz aynı zamanda sayısal faktörlerinde kullanılmasını sağlar. (örn. (normalize) göstergesi sonuçlarının ağırlıklandırma faktörüyle çarpılması gibi.) Bu sonuç; çalışma kapsamındaki ürün sisteminin çevresel performansını belirtmektedir.

3.1.3.7 Seçime bağlı işlemler - veri kalitesi analizi

Veri kalitesi araçları; yerçekimi analizi, hassaslık analizi ve belirsizlik analizidir. Yeçekimi analizleri; gösterge sonuçları gibi parametrelere katkıda bulunmaktadır. Belirsizlik analizleri; envanter analizi verileri ve / veya nitelendirme faktörlerindeki belirsizliklerin gösterge sonuçlarına nasıl yayıldığını belirtmektedir. Hassaslık analizleri ise; YDEA sonuçları kaynaklı değişiklikler için gösterge sonuçları veya farklı tip faktörlerdeki değişimi ölçmek için kullanılmaktadır.

3.1.3.8 Bir örnek [49]

Genel anlamda malzemeyi tanımlama ve YDD uygulamasının amaç & kapsamı:

Bu örnek X ülkesinde Y yıl boyunca; Malzeme A kullanılarak gaz boru hatlarının üretimi ve kullanımı için yapılmaktadır. Fonksiyonel birim: Dağıtım şebekesi tarafından, bir yıl boyunca, ana sistemden 10.000 hizmet bağlantı noktasına, tedarik edilen 20 × 106 m^3 doğal gazdır. Birim süreçler: kaynakların çıkarılması, malzeme, bileşenleri ve toplamda doğalgaz boru hattı sisteminin üretimi, gaz boru hattı

sisteminin kullanımı, atık yönetimi, yaşam döngüsü boyunca elektrik üretimi ve yaşam döngüsü boyunca nakliye sürecidir.

Kategori göstergelerinin seçimi – Yaşam Döngü Envanter Analizi sonuçlarına göre:

İki ürün sisteminin hava ve suya olan emisyonları analiz edilecektir. Buna göre Malzeme A için envanter analizi sonuçları Şekil 3.7'de verilmektedir.

Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modelinin seçilmesi:

1-Etki kategorilerinin seçimi:

Hava ve su emisyonu için şu kategoriler seçilmektedir: İklim değişikliği, Stratosferik ozon tabakası incelmesi, Foto-oksidant oluşum, Asitleşme, Ötrofikasyon, İnsan Toksisitesi, Ekotoksisite.

2-Göstergelerin seçimi:

Kategori göstergeleri dikkate alınan çeşitli kategoriler için şu şekilde seçilmektedir:

-İklim değişikliği: 100 yıllık zaman dilimi için kızılötesi ışınım gücü

-Stratosferik ozon tabakası incelmesi: ozondaki zarar (örn. delik) artışı

-Foto-oksidant oluşum: Troposferik ozon üretimi

-Asitleşme: asitlenme kritik yükü

-Ötrofikasyon: ötrofikasyon kritik yükü

-İnsan toksisitesi: PEC/ADI (Potansiyel etki konsantresi / izin verilen doz alımı)

-Ekotoksisite: PEC/PNEC (Potansiyel etki konsantresi / öngörülen etkisiz konsantrasyon) Seçilen göstergeler çevresel mekanizmaya bağlı göstergeler olmaktadır. Örneğin iklim değişikliği nedeniyle tahmini deniz seviyesinin yükselmesi ve okyanus akıntıları üzerindeki etkisi ve sonuçları, asitlenme nedeniyle ahşap üretimi üzerindeki tahmini etkileri gibi.

Madde	ENVANTER ANALİZİ SONUÇLARI Malzeme A	
	Havaya Emisyon kg	Suya Emisyon kg
Karbon dioksit	4,22E+04	
Bromotrifluoro metan	1,55E–03	
Tetrakloro metan		
Metan	6,73E+03	
Etan	1,94E+02	
Propan	2,97E+01	
Sülfür dioksit	3,06E+02	
Nitrojen dioksit	1,11E+02	
Amonyak	8,76E–02	5,44E–01
Fosfor		1,22E+00
Nitrojen		4,05E–01
Fenol	9,40E–05	1,15E–01
Arsenik	2,47E–02-	4,14E–02
Nikel	1,57E–01	1,05E–01
Vanadyum	5,72E–01	1,03E–01
Kadmiyum	1,64E–02	1,56E–03
Kurşun	4,72E–01	1,16E–01
Krom	3,23E–02	2,08E–01
Bakır	3,54E–02	1,04E–01

Şekil 3.7 : Yaşam Döngü Envanter Analizi Sonuçları.

3-Nitelendirme modellinin seçimi:

-İklim değişikliği için: IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) modelinin seçilmesi. IPCC: Küresel Isınma Potansiyelinin (GWPs – Global Warming Potential) 3 farklı süreci (20-100-500 yıl) için nitelendirme faktörü sağlamaktadır.

-Statosferik ozon tabakası incelmesi için: Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO - World Meteorological Organization) modelinin seçilmesi. WMO: Startosferik ozon tabakası incelmesi potansiyelinin (ODPs - Ozone Depletion Potential) CFC-11 eşdeğeri olarak durumunu sağlamaktadır.

-Foto-oksidant oluşumu için: UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) yörünge modeli seçilmektedir.

-Asitleşme için: IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis)'nın RAINS (Regional Acidification Information and Simulation) modelinin seçilmesi. Avrupa nitelendirme faktörlerinin toplamasıdır.

-Ötrofikasyon için: stokiyometrik yaklaşım olan biyokütledeki makro besinlerin eşdeğerliliğinin oluşmunu kuran yaklaşımdır.

-İnsan toksisitesi için: YDD için uyarlanmış, RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu - The National Institute for Public Health and the Environment) tarafından oluşturulan USES 2.0 (The Uniform System For The Evaluation of Substances) modelinin seçilmesi. Bu model dünya seviyesindeki gelecek senaryoları ile maddelerin etkisi belirtmektedir. İzin verilen doz alımlarını içermektedir.

-Ekotoksisite için: YDD için uyarlanmış, RIVM tarafından oluşturulan USES 2.0 modelinin seçilmesi. Sucul ekotoksisite potansiyelleri kullanılmaktadır.

4-Nitelendirme faktörünün tanımlanması:

Farklı etki kategorileri için nitelendirme modelleri türetilerek salınan maddeler için nitelendirme faktörleri verilmiştir. (Şekil 3.8)

Sınıflandırma (YDEA sonuçlarının tasnifi):

SO_2'nin paralel etkileri bulunduğu ve çift sayımı önlemek için etki kategorileri kendi içinde 3'e ayrılmıştır. Asitleştirme için: aerosoller dahil tüm SO_2 emisyonları değerlendirilmiştir. İklim değişikliği için: sadece SO_2 aerosollerinin negatif yönde iklim değişikliğini azaltıcı etkisi bulunduğu için bu tür etkiler GWP'de ölçülememektedir. İnsan toksisitesi için: insanın maruz kalma süreci olarak doğrudan SO_2 toksit etkisi ve aerosollerin PM-10 (Particulate matter) etkisi arasında bir ayrım yapılmaktadır. CFClerin ise önceden bahsedildiği gibi ardaşık etkisi bulunduğundan seri etkileri uygulanmaktadır.

Etki kategorisi	İçerik Maddesi	Nitelendirme Faktörleri								
		kg CO_2 eq./kg	kg CFC-11 eq./kg	kg ethylene eq./kg	kg SO_2^- eq./kg	kg PO_4^- eq./kg		kg 1,4-DCB/kg	kg 1,4-DCB/kg	
		Havaya emisyon	Havaya emisyon	Havaya emisyon	Havaya emisyon	Havaya emisyon	Suya emisyon	Havaya emisyon	Havaya emisyon	Suya emisyon
İklim değişikliği	Karbon dioksit	1								
	Bromofloro metan	5 600								
	Metan	21								
Stratosferik ozon tabakası incelmesi	Bromofloro metan		12							
	Tetrakloro metan		1,2							
Foto-oksidant oluşum	Metan			0,006						
	Etan			0,123						
	Propan			0,176						
Asitleştirme	Sülfür dioksit	a			1					
	Amonyak				1,3					
	Nitrojen dioksit				0,41					
Nütrifikasyon	Amonyak					0,35	0,33			
	Nitrojen dioksit					0,13				
	Fosfor						3,1			
	Nitrojen						0,42			
İnsan Toksisitesi	Sülfür dioksit							0,096		
	Nitrojen dioksit							1,3		
	Arsenik							347 699,7		
	Kurşun							466,52		
	Nikel							35 032,84		
	Vanadyum							6 240,35		
	Organik klorlu eser kirleticiler								b	b
Ekotoksisite	Fenol								1,5	237
	Kadmiyum								289	1 523
	Kurşun								2,4	9,615 719
	Krom								1,9	6,9
	Bakır								221,653 8	1 157,307
	Organik klorlu eser kirleticiler								b	b

Diğer kategorilere göre insan toksisitesi ve ekotoksisite oldukça fazladır. Bu nedenle,etki kategorileri 2 grupta raporlanmaktadır.
Nispeten en yüksek ve nispeten en düşük.
Tabloda her 2 grup ek bir çizgiyle ayrılmaktadır. (Hassaslık analizi)

a: SO2 emisyonları iklim değişikliini azalttığı için henüz bu tür sayısal verilerin ölçüleceği bir metot bulunmamaktadır.
b: Malzeme B'de az miktarda yayılan klorlu organik eser kirletici toksik etkileri için sayısal nitelendirme faktörü elde edilememiştir.

Şekil 3.8 : Nitelendirme faktörleri.

Nitelendirme (kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması):

Çalışmada kategori gösterge sonuçları nokta olarak tabloda seçilmektedir. Bu seçilen noktaya göre nitelendirme modeli ve nitelendirme faktörü kullanılmaktadır. Nitelendirme sonuçları; Şekil 3.9'da A malzemesi için sunulmuştur. Buna göre; Şekil 3.9'da iklim değişikliği için CO_2 havaya emisyon nitelendirme faktörü 1'dir. Şekil 3.10'da; 1 olan bu nitelendirme faktörü; şekil 3.8'den gelen CO_2 havaya emisyon envanter sonucu 4,22E+04 ile çarpılarak dönüştürülmüş envanter analizi sonucu 4,22E+04 olarak bulunmaktadır. Bu sonuç iklim değişikliğinde bulunan bromofloro metan ve metan gazlarının da dönüştürülmüş envanter analizi sonuçlarıyla toplanarak

iklim değişikliği için etki değerlendirmesi sonucu: 1,84E+05 olarak bulunmuştur.

Etki kategorisi	İçerik Maddesi	Atanan envanter analizi sonuçları		Nitelendirme Faktörleri		Dönüştürülmüş envanter analizi sonuçları		Gösterge Sonuçları YDED profili
		Havaya emisyon	Suya emisyon	Havaya emisyon	Suya emisyon	Havaya emisyon	Suya emisyon	
		kg	kg	kg...eq./kg	kg...eq./kg	kg...eq.	kg...eq.	kg eq.
İklim değişikliği	Karbon dioksit	4,22E+04		1,00E+00		4,22E+04		1,84E+05
	Bromofloro metan	1,55E–03		5,60E+03		8,66E+00		
	Metan	6,73E+03		2,10E+01		1,41E+05		
Stratosferik ozon tabakası incelmesi	Bromofloro metan	1,55E–03		1,20E+01		1,86E–02		1,86E–02
	Tetrakloro metan			1,20E+00				
Foto-oksidant oluşum	Metan	6,73E+03		6,00E–03		4,04E+01		6,95E+01
	Etan	1,94E+02		1,23E–01		2,39E+01		
	Propan	2,97E+01		1,76E–01		5,23E+00		
Asitleştirme	Sülfür dioksit	3,06E+02		1,00E+00		3,06E+02		3,51E+02
	Amonyak	8,76E–02	5,44E–01	1,30E+00		1,14E±01		
	Nitrojen dioksit	1,11E+02		4,10E–01		4,53E+01		
Ötrofikasyon	Amonyak	8,76E–02	5,44E–01	3,50E–01	3,30E–01	3,07E–02	1,79E–01	1,85E+01
	Nitrojen dioksit	1,11E+02		1,30E–01		1,44E+01		
	Fosfor		1,22E+00		3,10E+00		3,79E+00	
	Nitrojen		4,05E–01		4,20E–01		1,70E–01	
İnsan Toksisitesi	Sülfür dioksit	3,06E+02		9,60E–02		2,94E+01		1,81E+04
	Nitrojen dioksit	1,11E+02		1,30E+00		1,44E+02		
	Arsenik	2,47E–02	4,14E–02	3,48E+05		8,58E+03		
	Kurşun	4,72E–01	1,16E–01	4,67E+02		2,20E+02		
	Nikel	1,57E–01	1,05E–01	3,50E+04		5,51E+03		
	Vanadyum	5,72E–01	1,03E–01	6,24E+03		3,57E+03		
Ekotoksisite	Fenol	9,40E–05	1,15E–01	1,50E+00	2,37E+02	1,41E–04	2,73E+01	1,66E+02
	Kadmiyum	1,64E–02	1,56E–03	2,89E+02	1,52E+03	4,73E+00	2,38E+00	
	Kurşun	4,72E–01	1,16E–01	2,40E+00	9,62E+00	1,13E+00	1,11E+00	
	Krom	3,23E–02	2,08E–01	1,90E+00	6,90E+00	6,14E–02	1,43E+00	
	Bakır	3,54E–02	1,04E–01	2,22E+02	1,16E+03	7,84E+00	1,20E+02	

NOT E + : 10'un katlarını göstermek için atanmış üsttür.

Şekil 3.9 : A malzemesi için gösterge sonuçlarının hesaplanması.

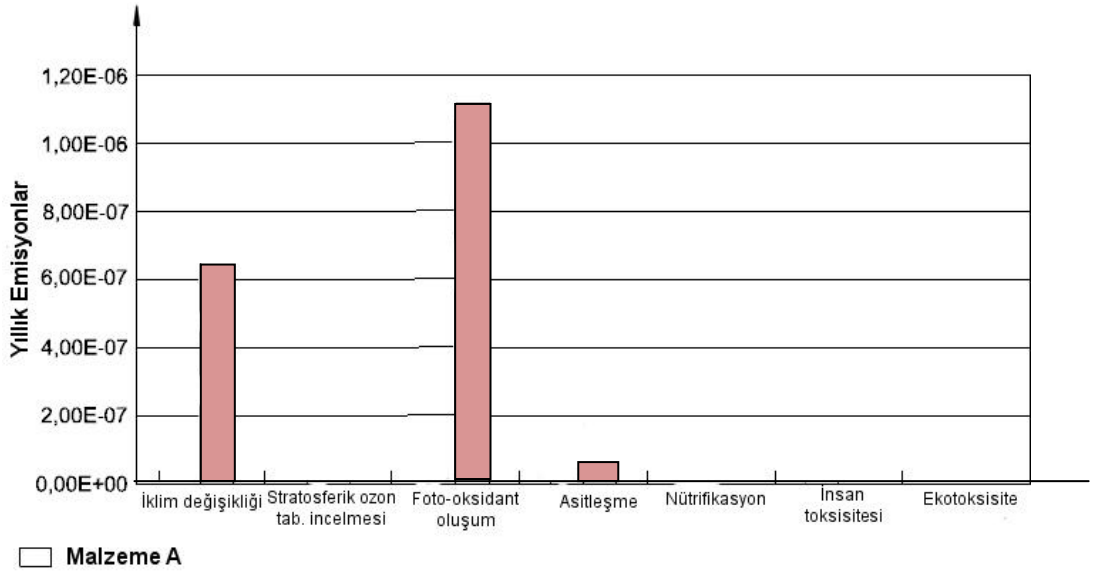
Seçime bağlı işlemler (Normalizasyon):

Tüm etki kategorileri için X ülkesi referans alınmıştır. Bu durum, amaç ve kapsamın sınırını belirleyerek farklı gaz dağıtım sistemlerinin bu ülkede karşılaştırılmasını sağlamaktadır. A malzemesi için gösterge sonuçlarından gelen sonuçlar (örn. iklim değişikliği için 1,84E+05 gibi); X ülkesindeki Y yıl için verilen etki kategorileri toplam yüklerinden elde edilen normalleştirme faktörlerine (örn. iklim değişikliği için 2,27E+11 gibi) bölünmektedir. Böylelikle normalleştirme sonucu bulunmaktadır. (Şekil 3.10).

	Malzeme A		
Etki Kategorisi	**Gösterge Sonuçları** kg-eq.	**Normalleştirilmiş Referans** kg-eq./Yıl	**Normalleştirilmiş Sonuçlar** Yıl
İklim değişikliği	1,84E+05	2,27E+11	8,08E–07
Stratosferik ozon tabakası incelmesi	1,86E–02	3,61E+06	5,14E–09
Foto-oksidant oluşum	6,95E+01	6,26E+07	1,11E–06
Asitleşme	3,51E+02	6,41E+08	5,48E–07
Ötrofikasyon	1,85E+01	1,08E+09	1,72E–08
İnsan toksisitesi	1,81E+04	1,45E+11	1,24E–07
Ekotoksisite	1,66E+02	1,16E+11	1,43E–09
NOT E +: 10'un katlarını göstermek için atanmış bir üsttür.			

Şekil 3.10 : Normalleştirme sonucunun hesaplanması.

Buna göre gösterge sonuçlarında 5. Sırada bulunan foto-oksidant oluşum normalleştirilmiş sonuçlara çevrildiğinde 1. Sıraya yükselmektedir. Bu durum; gaz dağıtımında foto-oksidant oluşumunun önemli bir katkısı olduğunu göstermektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : A malzemesi için normalleştirilmiş etki kategori profili.

Normalizasyon referansı farklı ülkelere göre değişmektedir. Bunun nedeni, nüfus, yüzölçümü, emisyon oranları, tarihsel emisyon taban çizgileri gibi değerlerin farklılaşmasıdır.

Gruplandırma:

Çalışma sonuçlarına göre etkilerin tanımı; küresel ve yerel olarak ve yüksek ve düşük olarak belirlenmektedir.

Ağırlıklandırma:

Bu işlem için X ülkesindeki enerji üretim ve dağıtım alanında uzmanlardan oluşan sosyal panel yöntemi kullanılmıştır. (Şekil 3.12)

İklim değişikliği	Stratosferik ozon tab. incelmesi	Foto-oksidant oluşum	Asitleşme	Ötrofikasyon	İnsan toksisitesi	Ekotoksisite
0,278	0,104	0,100	0,148	0,113	0,130	0,130

Şekil 3.12 : Seçilmiş ağırlıklandırma faktörleri.

Şekil 3.13'de verilen veriler normalleştirilmiş verilerle çarpılmakta ve tek bir puanda (4,36E-07) tüm etkiler toplanmaktadır. Buna göre iklim değişikliği en yüksek değer olmakta bunu foto-oksidant oluşumu ve asitleşme takip etmektedir. Ekotoksisite ise en düşük çevresel etki kategorisi olmaktadır.

Veri kalite analizi:

Yerçekimi analizi seçilmiştir. Buna göre iklim değişikliği CO_2 ve metan gazlarından kaynaklanmaktadır. Üretim ve nakliye aşamasında malzeme A'nın kütle büyüklüğü nedeniyle bu aşamalarda yüksek salım olmaktadır (Şekil 3.13).

İsteğe Bağlı Etki Değerlendirmesi Birimleri								
Etki kategorisi	İçerik madde	Normalleştirilmiş faktör kg eq. / Yıl	Normalleştirilmiş sonuç Yıl	Gruplama Sınıflandırma	Gruplama Sıralama	Ağırlıklandırma Faktörü Sosyal panel	Dönüştürülmüş Normalizasyon sonucu Yıl	Ağırlıklandırılmış sonuç Yıl
İklim değişikliği	Karbon dioksit Bromofloro metan Metan	2,27E+11	8,08E–07	global	high	0,278	2,25E–07	4,36E–07
Stratosferik ozon tabakası incelmesi	Bromofloro metan Tetrakloro metan	3,61E+06	5,14E–09	global	medium	0,104	5,35E–10	
Foto-oksidant oluşum	Metan Etan Propan	6,26E+07	1,11E–06	regional	low	0,1	1,11E–07	
Asitleştirme	Sülfür dioksit Amonyak Nitrojen dioksit	6,41E+08	5,48E–07	regional	medium	0,148	8,11E–08	
Eutrophication	Amonyak Nitrojen dioksit Fosfor Nitrojen	1,08E+09	1,72E–08	regional	medium	0,113	1,94E–09	
İnsan Toksisitesi	Sülfür dioksit Nitrojen dioksit Arsenik Kurşun Nikel Vanadyum	1,45E+11	1,24E–07	local	medium	0,13	1,62E–08	
Ekotoksisite	Fenol Kadmiyum Kurşun Krom Bakır	1,16E+11	1,43E–09	local	medium	0,13	1,86E–10	

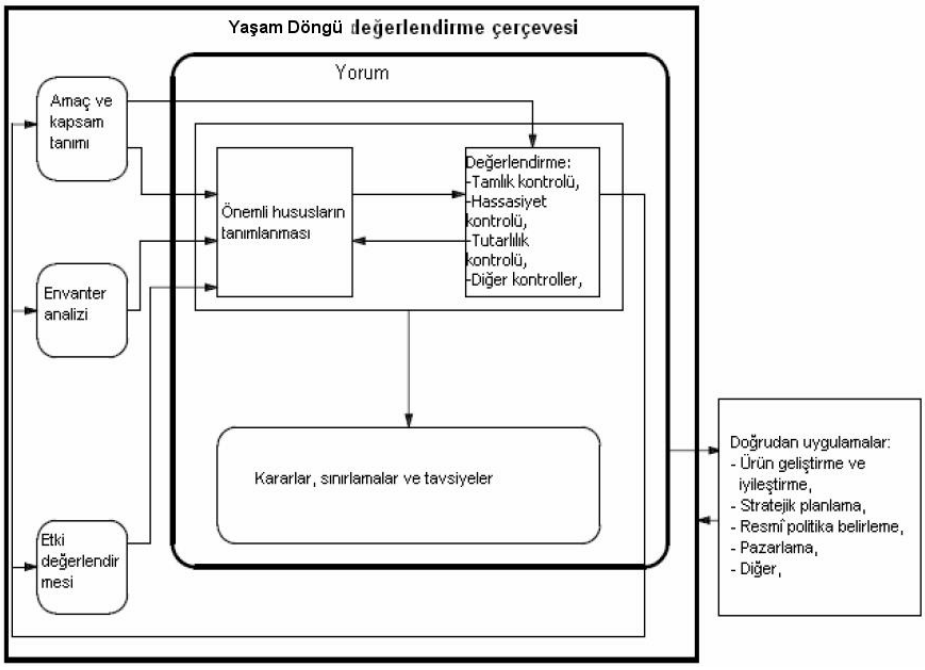
Şekil 3.13 : A malzemesi için etki değerlendirme sürecindeki sonuçlar.

Örnek sonucu:

Tüm verilere göre A malzemesi; büyük kütlesi nedeniyle üretim ve nakliye aşamasında yüksek çevresel etkiye neden olmaktadır. Aynı fonksiyona sahip fakat kütle bakımında daha hafif olan alternatif bir malzemenin kullanılması çevresel etkilerin azaltılması açısından yararlı olabilir. Foto-oksidant oluşumun yüksek çıkması; boru hatlarında gaz kaçağının oluşmasına bağlı olabilir. Bu da kullanılan A malzemesinin dayanıklılığının yetersiz kaldığı anlamına gelmektedir. Bu özelliğinin geliştirilmesi yada daha dayanıklı bir malzemenin seçilmesi önemli bir nokta olabilir.

3.1.4 Yaşam döngü yorumlama aşaması

Çalışmanın son kısmı olan Yorumlama bölümünde söz konusu ürünün/hizmetin çevresel etkileri değerlendirilmektedir. Ürünün/hizmetin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu en önemli çevresel etkiler ele alınarak hangi süreçlerin bu etkileri doğurduğu ortaya çıkartılmaktadır. Gerçekleştirilen çıkarımlar sonucunda ürünün yaşam döngüsü göz önüne alınarak hangi safhada (hammadde temini, üretim, kullanım vb.) gerçekleştirilecek iyileştirmeler ile çevresel performansın ne şekilde iyileştirilebileceği tartışılmakta ve çalışma sonlandırılmaktadır. YDD'nin diğer safhaları (YDEA ve YDED) ürün sistemi hakkında sayısal bilgi oluştururken, YDD amaç ve kapsam tanımı ile yorum safhaları, çalışmanın çerçevesini oluşturmaktadır. (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Yorumlama ile YDD diğer safhaları arasındaki ilişkiler.

3.2 Bölüm Sonucu

Bu bölümde şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1) YDD'de kullanılan veriler tutarlı, kaliteli, güvenilir, gerçek endüstriyel süreci ve mevcut uygulamaya dayalı ortak fikir birliğini yansıtmalıdır. Veri kullanınabilirliği YDD için temel prensip olup YDD çalışmaları yürütülürken kapsamlı bir veri toplama çalışması başlatılmalıdır. Ancak veri toplamadaki engel; envanter için en önemli bilgi kaynakları olan üreticiler ve sanayi kuruluşlarının; ürün bilgileri, ürün raporları, endüstriyel süreçler hakkındaki bilgiler gibi ürün üretimi ve ürün içeriklerindeki verileri (girdi miktarları) ve atık konusundaki verileri (çıktı miktarları) yayınlamada isteksiz olmalarıdır. Diğer bir engel ise; bir ürüne dayalı tüm aşamaların ele alındığı bir YDD çalışmasının yapılmasının; ABD Çevresel koruma ajansı EPA (Environmental Protection Agency)'ya göre $ 100,000.00 'a mal olmasıdır.

2) YDD yöntemin gelişimi açısından üzerinde durulması gereken konular incelendiğinde; **malzeme dayanıklılığı ve çevresel etkiler** arasında ilişki kurulmasının gerektiği; **hizmet ömrü** konusunda malzeme YDD'leri ile bina YDD'leri arasında ilişki kurulmasının gerektiği; YDD ile **çevresel etki kategorileri ve değerlendirmesi** arasındaki ilişkinin açıklanması gerektiği; **iç hava kalitesi ve tehlikeli maddeler** konularının dikkate alınması gerektiği ve **yaşam döngü maliyeti** ile YDD kombinasyonunun sağlanması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

3) Üretim sistemi birçok alt birim süreçten oluştuğundan tam bir YDD çalışmasında, **sistemin belirli bir sınır** çerçevesinde tüm döngüyü kapsayacak biçimde (beşikten mezara) sınırlandırılması ve bilgiye ulaşmak için gerekli adımları (amaç-kapsam, envanter analizi, etki değerlendirmesi, yorumlama) içermesi gerekmektedir. Sisteme dahil edilen **her bir birim sürecin süreç kapsamı** (beşikten kapıya, beşikten mezara, vb.) belirlenmelidir. Örneğin; sadece hammaddenin çıkarılması ve bölgede kırılması olarak sistem sınırı belirlenen kireçtaşı verileri (YDEA), kireçtaşı gerektiren çimento üretimi gibi daha ayrıntılı bir birim sürece dahil edilerek kullanılabilir. Burada amaç; malzeme ya da çalışılmış ürünler için önceden tanımlanmış üretim bilgilerine ulaşmak ve uygun üretim modüllerini bir araya getirerek karmaşık malzemeler için beşikten kapıya sistemini oluşturmaktır.

4) Yapı malzemeleri açısından yaşam döngü değerlendirmesi için gereklilikleri YDD

adımları çerçevesinde Çizelge 3.9'da gösterildiği gibi tablolaştırmak mümkündür.

Çizelge 3.9 : Yapı malzemesi yaşam döngü değerlendirmesi için gereklilikler.

	Malzeme Yaşam döngü değerlendirmesi için Gereklilikler		Malzeme Yaşam döngü değerlendirmesi için Gereklilikler
Amaç ve Kapsam	**Amaç** *Hedeflenen uygulamanın tanımı *Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri *Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle *Sonuçların, kamuoyuna açıklanacak karşılaştırmalı beyanlarda kullanılmasının amaçlanıp amaçlanmadığı **Kapsam** *Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı: i) Performans özelliklerinin açıklanması, ii) Karşılaştırmalar sırasında ilâve fonksiyonlar da varsa ihmaller * Fonksiyonel birim: i) Amaç ve kapsam ile uygunluk ii) Tarif (malzemenin hizmet ömrü (bilgi modülleri), karşılaştırılabilir sınırlamalara ilişkin açıklamalar ve kapsam dahilindeki yaşam döngü aşamaları) * Sistem sınırı, i) Yaşam döngü aşamalarının belirlenmesi ve veri ihtiyaçlarında yapılan ihmaller (cut off kuralı) ii) Enerji ve malzeme girdilerinin ile atık çıktılarının hesaplanması, iii) Elektrik üretimi hakkındaki kabuller * Çevresel etkilerin belirlenmesi *Veri tipleri ve kaynaklarının tanımlaması *Veri kalitesi gereksinimleri * Kullanılan Birimlerin seçimi	**Envanter Analizi**	* Sistem sınırının ve amaç / kapsama göre akış diyagramının oluşturulması * Veri toplama ve hesaplama (birincil, ikincil veriler ve verilerin sınıflandırılması) (Bkn. A-B-C-D-E-F-G-H maddeleri) * Birim süreçlerin kalitatif ve kantitatif tarifi (Bkn. I maddesi) **A) Kaynak girdileri için parametreler** *Birincil enerji dışındaki yenilenebilir malzeme kaynaklarının girdisi; *Birincil enerji dışındaki yenilenebilir olmayan malzeme kaynaklarının girdisi; *Birincil enerji olarak yenilenebilir enerji kaynakları girdileri, *Birincil enerji olarak yenilenebilir olmayan enerji kaynakları girdileri, *Yenilenebilir ikincil yakıtların girişi *Yenilenebilir olmayan ikincil yakıtların girişi *Net tatlı su girişi **B) Malzemenin binaya kurulumu için parametreler** * Kurulum için yardımcı malzemeler * Diğer kaynak tüketimleri * Enerji taşıyıcısının sayısal açıklaması (bölgesel karışımı) ve yükleme işlemi sırasında tüketimi * Ürün kurulumu sonucu şantiyede oluşan atıklar * İnşaat şantiyesinde atık yönetim süreçleri sonucu oluşan çıktı malzemeleri (örn. geri dönüşüm, enerji geri kazanım, nihai bertarafı için toplama) * Hava-su ve toprağa emisyonlar **C) İşletim sırasındaki enerji ve su kullanımıyla ilgili parametreler** * Enerji taşıyıcısı (örn. elektirik, doğalgaz, merkezi ısıtma vb.) * Verim (çıktı) * Net temiz su tüketimi * Performans Özellikleri (örn.enerji verimliliği, salım vb.) * Referans hizmet ömrü (RSL) **D) Bakım ve Onarımla ilgili parametreler** *Temizlik maddesi, aktif yüzey tipi, Temizleme döngüsü, Temizleme süreci için enerji girdileri (örn. vakumlama) *Bakım ve onarımdaki net temiz su tüketimi *Denetim, bakım veya onarım süreci

Çizelge 3.9 (devam): Yapı malzemesi yaşam döngü değerlendirmesi için gereklilikler.

Envanter Analizi (Devam)	*Denetim, bakım veya onarım döngüsü, Yardımcı malzemeler (örn. yağ), Ürünün yaşam döngüsü boyunca eskimiş parçaların değişimi (örn. çinko galvanizli çelik sac), Bakım sırasında enerji girdisi, enerji taşıyıcısı türü(örn. elektrik ve miktarı) *Onarım süreçleri sırasında enerji girdisi, yenileme, varsa ve uygunsa değiştirme *Bakım veya onarım sırasında kaybolan malzeme *Bina seviyesinde değiştirmelerin sayısının hesaplanması için temel olarak ürün referans hizmet ömrünün dahil edilmesi **E) Kaynak çıktıları için parametreler** *Nihai bertarafına kadar olan tehlikeli atıklar *Nihai bertarafına kadar tehlikeli olmayan atıklar *Nihai bertarafına kadar olan radyoaktif atıklar **F) Gelecek için öngörülen malzeme çıktı akışları** *Yeniden kullanım için bileşenler *Geridönüşüm için malzemeler *Enerji geri kazanımı için malzemeler **G) Yok etme süreciyle ilgili parametreler** * Biriktirme süreci * Geridönüşüm sistemi * Son depolama **H)Taşımacılık için parametreler** * Taşımacılığı için kullanılan araç ya da araç tipi yakıt tüketimi (örn. uzun mesafe kamyon, tekne vb.) * Kapasite kullanımı (boş dönme dahil) * Dökme yoğunluğu * Birim kapasite kullanım faktörü **I) Kalitatif ve Kantitatif Tarifi** *Cut-off Kuralı; malzeme kütlesinin % 99'luk kısmına kütle olarak girmeseler de; tehlikeli maddeler envantere dahil edilmelidir. *Coğrafi konum, Uygulanan teknoloji/teknoloji seviyesi, veri kalitesi	**Etki Değerlendirmesi**	*Etki kategorileri ve kategori göstergelerinin tanımlanması ve Bütün kabuller ve sınırlamalar dahil kullanılan nitelendirme modellerinin seçimi (Bkn. J maddesi ve Bölüm 3 - Çizelge 3.8: 6 etki kategorisi için YDEA olan ilişkisi, tanımlaması ve örnekleri) *YDEA sonuçlarının tasnifi – sınıflandırma *Kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması – nitelendirme *Kategori gösterge sonuçları ve YDED sonuçları * Kategori göserge sonuçları büyüklüğünün referans birimlere göre hesaplanması - Normalleştirme * Gruplandırma *Ağırlıklandırma *Veri kalitesi analizi **J) Çıktılarla ilgili etki kategorileri** *İklim değişikliği *Stratosferik Ozon Tabakası İncelmesi *Foto-oksidan oluşumu *Asitleşme *Nütrifikasyon *İnsan Toksisitesi *EkoToksisite **Girdilerle ilgili etki kategorileri** *Abiyotik kaynakların tükenmesi (örn. fosil yakıtlar, mineraller) *Biyotik kaynakların tükenmesi (örn. ağaç, balık vb.)
		Yorumlama	* Sonuçlar, *Tamlık, hassasiyet, tutarlılık kontrollerinin yapılması *Kararlar, sınırlamalar ve tavsiyeler

5) Envanter analizine dayalı; **enerji, su, hammadde ve salımlar** kapsamında toplanan veriler için birtakım çevresel parametreler belirlenmektedir. Bu parametreler;

- **Çevresel etkiler için parametreler**,
- **Kaynak girdileri için parametreler**
- **İlave çevresel bilgi parametreleri'dir**.

Çevresel etkiler için parametreler; Amaç & kapsam ile 3. Aşama YDED kapsamında açıklanan çevresel etki kategorileri olup Çizelge 3.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.10 : Çevresel etkiler için parametreler [48].

Çıktılarla ilgili etki kategorileri	**Gösterge Sonuç Birimi**
İklim değişikliği	kg CO_2 eşdeğeri
Stratosferik Ozon Tabakası İncelmesi	kg CFC-11 eşdeğeri
Foto-oksidan oluşumu	kg etilen eşdeğeri veya kg ozon veya m^2 × ppm × saat
Asitleşme (arazi ve su kaynaklarına)	Kilogram SO_2 eşdeğeri veya PDF·m^2·yıl (PDF: potansiyel kayıp kesiri)
Ötrofikasyon	kg $(PO_4)^{3-}$ eşdeğeri
İnsan Toksisitesi	Kg 1,4-DCB eq. (diklorobenzen)
EkoToksisite	kg 1,4-DCB eq.
Girdilerle ilgili etki kategorileri	**Gösterge Sonuç Birimi**
Abiyotik kaynakların tükenmesi (örn. fosil yakıtlar, mineraller)	Toplam düşük kalori değeri (megajoule) veya mineraller için cevherde kullanılan malzeme toplam kütlesi
Biyotik kaynakların tükenmesi (örn. ağaç,vb.)	kullanılan malzeme toplam kütlesi, veya adet veya m^3

Kaynak girdileri için parametreler; yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan malzeme kaynakları ile yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan birincil enerji ve su kaynaklarının kullanımını tanımlamaktadır. Bu parametreler EPD için de zorunlu olarak toplanması gerekli verilerdir. Çizelge 3.11'de kaynak girdileri için parametreler birimleri ile birlikte verilmektedir.

Çizelge 3.11 : Kaynak girdileri için parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim / tanımlanmış birim için parametre birimi**
Birincil enerji dışındaki yenilenebilir malzeme kaynaklarının girdisi;	kg
Birincil enerji dışındaki yenilenebilir olmayan malzeme kaynaklarının girdisi;	kg
Birincil enerji olarak yenilenebilir enerji kaynakları girdileri,	MJ
Birincil enerji olarak yenilenebilir olmayan enerji kaynakları girdileri,	MJ
Yenilenebilir ikincil yakıtların girişi	MJ
Yenilenebilir olmayan ikincil yakıtların girişi	MJ
Net tatlı su girişi	m^3

Atık kategorileri (kaynak çıktıları) ve gelecek için öngörülen malzeme çıktı akışları; YDEA'dan alınmış çıkış akımlardır. Bu parametreler EPD için zorunlu olarak toplanması gerekli verilerdir. (Çizelge 3.12 ve Çizelge 3.13).

Çizelge 3.12 : Kaynak çıktıları için parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Nihai bertarafına kadar olan tehlikeli atıklar	kg
Nihai bertarafına kadar tehlikeli olmayan atıklar	kg
Nihai bertarafına kadar olan radyoaktif atıklar	kg

Çizelge 3.13 : Gelecek için öngörülen malzeme çıktı akışları [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Yeniden kullanım için bileşenler	kg
Geridönüşüm için malzemeler	kg
Enerji geri kazanımı için malzemeler	kg

Çizelge 3.13'de belirtilen malzeme çıktı akışları; çevresel etkilerden çok, ilgili ürün sistemi ve yaşam döngüsü aşamalarında çevresel etkilerinin hesaplanmasında yer almaktadır. Çevresel etkiler ise, bu çıkışlara yol açan süreçlere bağlıdır. Örneğin; depolama, geri dönüşüm veya enerji geri kazanımından kaynaklanan etkiler, malzemenin ekonomik değerine (ekonomik sıfır noktası) bağlı olarak yok etme süreci için etki değerlendirmesinin bir parçası olabilirler.

Taşımacılık için fabrikadan şantiye alanına kadar olan nakliye sürecinde ele alınması gereken parametreler ise Çizelge 3.14'de belirtilmektedir.

Çizelge 3.14 : Taşımacılık için parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Taşımacılığı için kullanılan araç ya da araç tipi yakıt tüketimi (örn. uzun mesafe kamyon, tekne vb.)	Litre yakıt/km
Kapasite kullanımı (boş dönme dahil)	%
Dökme yoğunluğu	kg/m^3
Birim kapasite kullanım faktörü (faktör: =1 veya <1 veya ≥ 1 sıkıştırılmış veya iç içe paketlenmiş ürünler için)	Birimi yoktur

Eğer bir EPD çalışmasında uygulama/yapım süreci için ek teknik bilgiler sağlanmaktaysa .Çizelge 3.15'te belirtilen parametreler önerilmektedir.

Çizelge 3.15 : Malzemenin binaya kurulumu için parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim / tanımlanmış birim için parametre birimi**
Kurulum için yardımcı malzemeler	kg veya parça adedi
Diğer kaynak tüketimleri	kg
Enerji taşıyıcısının sayısal açıklaması (bölgesel karışımı) ve yükleme işlemi sırasında tüketimi	kWh veya MJ
Ürün kurulumu sonucu şantiyede oluşan atıklar	kg
İnşaat şantiyesinde atık yönetim süreçleri sonucu oluşan çıktı malzemeleri (örn. geri dönüşüm, enerji geri kazanım, nihai bertarafı için toplama)	geri dönüşüm veya enerji geri kazanımı için kg malzeme ve nihai bertarafı için kg atık
Hava-su ve toprağa emisyonlar	kg

Binayla ilgili ekipmanlar için (kullanım/işletim aşamasında) seçimli olarak EPD'de teknik performansa dayalı bilgiler verilmekteyse Çizelge 3.16'da belirtilen parametreler önerilmektedir.

Çizelge 3.16 : İşletim sırasındaki enerji & su kullanımıyla ilgili parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Enerji taşıyıcısı (örn. elektirik, doğalgaz, merkezi ısıtma vb.)	kWh
Verim (çıktı)	kW
Net temiz su tüketimi	m^3
Performans Özellikleri (örn.enerji verimliliği, salım vb.)	Kapasite kullanım ile performans değişimi
Referans hizmet ömrü (RSL)	Yıl

Kullanım/bakım aşamasında malzeme envanteri için Çizelge 3.17'de belirtilen bilgilerin toplanması önerilmektedir.

Çizelge 3.17 : Bakım ve Onarımla ilgili parametreler [48,53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Temizlik maddesi, aktif yüzey tipi Temizleme döngüsü Temizleme süreci için enerji girdileri (örn. vakumlama)	kg / devir (tekrar) X defa /zaman kWh/RSL
Bakım ve onarımdaki net temiz su tüketimi	m^3
Denetim, bakım veya onarım süreci Denetim, bakım veya onarım döngüsü Yardımcı malzemeler (örn. yağ) Ürünün yaşam döngüsü boyunca eskimiş parçaların değişimi (örn. çinko galvanizli çelik sac) bakım sırasında enerji girdisi, enerji taşıyıcısı türü (örn. elektrik ve miktarı)	Tarifinin bulunduğu tanım/ kaynak X defa /yıl kg kg (belirtilen malzeme) MJ
onarım süreçleri sırasında enerji girdisi, yenileme, varsa ve uygunsa değiştirme	MJ
bakım veya onarım sırasında kaybolan malzeme	kg
Bina seviyesinde değiştirmelerin sayısının hesaplanması için temel olarak ürün referans hizmet ömrünün dahil edilmesi	Yıl

Yok etme aşamasında ise Çizelge 3.18'de belirtilen bilgilerin toplanması önerilmektedir.

Çizelge 3.18 : Yok etme süreciyle ilgili parametreler [48, 53].

Parametreler	**Her bir fonksiyonel birim/tanımlanmış birim için parametre birimi**
Biriktirme süreci	kg ayrı toplanan kg karışık inşaat atıkları ile toplanan
Geridönüşüm sistemi	Yeniden kullanılabilir kg. Malzeme kurtarma için geri dönüşümlü kg. Enerji geri kazanımı için geri dönüşümlü kg.
Son depolama	kaybolan malzeme dahil nihai depolanması için kg ürün veya malzeme

Envanter analizinde kullanım sürecindeki malzemelerin iç hava kalitesine olan etkileri de bina seviyesindeki sağlık konusu altında incelenmelidir. Ayrıca bazı malzemelerin yapım aşamasından sonra su ve toprağa olan etkileri de kullanım aşamasındaki su ve toprak kirliliği başlığı altında incelenmelidir. Çevresel etkilere ilişkin küresel ölçekte kesin kabul görmüş parametreler olmamakla beraber, prEN 15804 ve prEN15978 taslak standartlarında; etki değerlendirmesi kategori başlıkları haricinde, YDD ve buna bağlı EPD süreçlerinde bilgi toplanmasında düşünülmesi gereken parametre başlıkları verilmektedir.

6) Etki değerlendirmesi zorunlu ve isteğe bağlı unsurlara dayalıdır. Burada amaç; envanter analizinden gelen verilere göre **etki kategorilerinin seçilmesidir.** Seçilen etki kategorileri sınıflandırılmakta ve ilgili birtakım modelleme araçlarıyla hesaplanarak nitelendirme modelleri oluşturulmaktadır. İsteğe bağlı unsurlarda ise;

normalleştirilmenin sağlanması; bilginin anlaşılabilirliği açısından önemlidir. Burada önemli nokta; **referans gösterilen yerel verilerin girilmesidir.** Bu veriler nüfüs, yüzölçümü, emisyon oranları, tarihsel emisyon taban çizgileri gibi değerlerin farklılaşması nedeniyle ülkelere bağlı olarak değişmektedir. Çalışma sonuçlarına göre etkilerin tanımı; küresel ve yerel olarak, yüksek ve düşük gibi **gruplandırılarak** yorumlamanın daha iyi yapılması için yardımcı olmaktadır. **Ağırlıklandırma yapılarak** ise çalışma kapsamındaki **ürün sisteminin çevresel performansını belirtilmekte** ve diğer etki kategorileriyle veya alternatif malzeme etki kategorileriyle karşılaştırma yapılmasına olanak vermektedir.

7) Yorumlamada çıkan sonuçların tanımlanarak, **tamlık, hassasiyet ve tutarlılık kontrolleri**nin yapılması önem taşımaktadır. Bu kontrollerin ardından kararlar, sınırlamalar ve tavsiyelerin sunulması ile ürün geliştirme, iyileştirme, stratejik planlamaya yönelik atılacak adımlar belirlenmekte ve sürdürülebilirliğin malzeme/hizmet açısından çevresel etki seviyesine dair bir fikir oluşmaktadır.

Bu çalışmada YDD yöntemi ve yapı malzemesi açısından YDD aşamalarında istenen gereklilikler (amaç ve kapsam tanımı, envanter analizinde ürünle ilgili toplanabilecek parametreler, etki değerlendirmesinin yapılışı ve yorumlama) incelenerek ISO 14047 standardından seçilen bir örnek ile örneklendirilmektedir. Bir sonraki konuda BREEAM ve LEED ile ilgili YDD yöntemine dayalı yeşil malzeme değerlendirme araçları incelenmektedir.

4. YEŞİL MALZEME DEĞERLENDİRME ARAÇLARI

Dünya'da BREEAM, LEED, CASBEE, Green Globe gibi yeşil bina değerlendirme araçlarının malzeme alt başlığında EPD, Green Guide To Specification, Bees, Simapro, Gabi gibi uluslar arası alanda kabul görmüş ve malzemeyi YDD kapsamında değerlendiren yeşil malzeme değerlendirme araçları bulunmaktadır. Bu araçlardan sağlanan bilgiler doğrultusunda yeşil bina değerlendirme araçlarındaki YDD ile ilgili olan malzeme kriterleri değerlendirilmekte ve kredi kazanılmaktadır.

Bu bölümde EPD ile Green Guide To Specification ele alınmaktadır. EPD ve Green Guide To Specification; yapı malzemelerini YDD yöntemine dayalı olarak değerlendiren yeşil malzeme değerlendirme aracı olup, BREEAM yeşil bina değerlendirme aracında malzeme kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. SimaPro, Gabi YDD'ye dayalı olan ancak BREEAM yada LEED'in malzeme kriterlerinde yönlendirdiği araçlar olmadığından kapsam dışı bırakılmıştır. LEED'in ise YDD'ye entegre edilme çalışmaları sürmekte olup, bu doğrultuda NIST tarafından geliştirilen BEES programından faydalanılmaktadır. Ancak LEED'de BEES'in modelleyemediği pek çok kriterin bulunması, BEES'in çevresel puanlar haricinde bina malzeme öğeleri arasında genel performans puanlarını karşılaştıramaması, çevresel performans açısından malzemeleri tek tek değerlendirmesi ve yapı elemanı şeklinde bir değerlendirme yapmada sınırlı oluşu, BEES'in veritabanındaki bilgilerin yetersizliği (örn. veritabanı içinde geri dönüşümlü malzemelerin sınırlı olması nedeniyle uygulamalarda envanter analizine dahil edilememeleri ve bina modellemesine dahil olamamaları, kullanılan veri setlerinin sadece hammadde çıkarılmasından üretim aşamasına kadar olan ulaşım yükünü hesaba katması ve bu nedenle üretim aşamasından şantiyeye kadar olan ulaşım yükünün LEED belgelerinde sunulan bilgilere göre ayrı olarak hesaplanması), LEED'in malzemeleri değerlendirmek için ekonomik performansa dayalı olması ve bu doğrultuda tam uyumun sağlanamaması nedeniyle BEES kapsam dışı bırakılmaktadır.

4.1 Çevresel Ürün Bildirimi (EPD)

ISO 14020 serisi kapsamında değerlendirilen 3 çeşit çevresel etiket/beyan bulunmaktadır.

Tip I çevre etiketi gönüllülük esasına dayanan ve birden fazla parametre ile değerlendirme yapan üçüncü şahıs onayına sahip bir etikettir. Bu etiket; ürün kategorilerinin seçimi, ürün çevresel kriterleri, ürün fonksiyon özellikleri, uyumun değerlendirilmesi ve açıklaması şeklinde etiketin geliştirilmesine yönelik ilkeleri ve süreci içermektedir. Ancak Tip I çevre etiketi, ürünlerin çevresel performansı ile ilgili nicel verileri içermemekle beraber yalnızca aynı kategoride yer alan ürünlerin çevresel performanslarının karşılaştırılması bakımından tüketiciye olanak sunmaktadır. Örn: Der Blaue Engel, Almanya.

Tip II özel çevresel görüşler; ürün hakkındaki açıklamaları ve gereksinimleri belirtmektedir. Tip II çevre etiketi tek bir parametreyi baz alan öz beyan olup bağımsız denetim sürecinden geçmemektedir. Hazırlanması sırasında kuruluşlar beyan etmek istedikleri parametreyi kendileri seçerek, verecekleri çevresel performans bilgilerinin kapsamını kendileri belirlemektedirler. Bu görüşlerin mutlaka güvenilirliği kanıtlanmalıdır. Bu tür görüşlerde kıyaslama yapmak kapalı oldukları için zor olmaktadır. Örn: Siemens SN 36 350 [54].

İlk 2 tip için yapı malzemeleri kantitatif (sayısal) açıdan uygun olmamakla birlikte AB; seramik, çimento, doğal taş vb. yapı malzemelerinden yapılmış sert yer kaplamaları için geçerli bir "eco-label" alınmasını mümkün kılmıştır. Bu eko-etikette çevresel özelliklerin kantitatif olarak beyan şartı yerine belirli sınır değerler arasında kalan ve kararda belirtilen şartlara uyan kaplamaların etiketi taşımaya hak kazanması durumu söz konusu olmuştur [55].

Her iki çevresel etiket, ISO 14000 serisinin konusunu oluşturan çevre yönetimi araçlarındandır. Ancak yapı malzemeleri, yapıdaki kullanım amacına göre, bileşeni olduğu yapının çevresel performansını değiştirebilmekte ve işlevini ancak yapı işi içerisine monte edildikten sonra yerine getirebildiğinden, üretim süreci sonucundaki işleve ve çevresel performansa dayalı olan Tip I ve II Etiketleri yapı malzemeleri için uygun olmamaktadır.

Tip III çevresel bildirimleri (ISO 14025); diğerlerinden ayıran en büyük özellik, bilgilerin kantitatif (sayısal) çevresel verilerle bilimsel bir temele (YDD) dayanıyor

olmasıdır. Tip III Çevre Beyanları bütün ürün ve hizmetlere, değişim ve gelişmeye açıktır. Böylelikle aynı fonksiyona sahip ürünlerin karşılaştırılması sağlanmaktadır. Gönüllülük esasına dayanır. Gönüllü programlara göre önceden prosedürü oluşturulmuş, ürün ile ilgili üçüncü şahıslar tarafından belirlenmiş parametre kategorilerine göre kantitatif çevresel verileri içermekte ve üçüncü sahıslar tarafından onaylanmaktadır. Örneğin; çeşitli yapı malzemeleri için yapılmış EPD'ler (çevresel ürün beyanları), AB Enerji Etiketi gibi.

Her 3 etiket/beyan için ISO 14020'de yayımlanan genel ilkeler ise şu şekildedir:

- Çevresel etiketler ve beyanlar; eksiksiz, onaylanabilir, uygun olmalı, yanıltıcı olmamalıdır.

- Süreç ve gereksinimler; uluslararası pazarda gereksiz engeller yaratmamak için bir görüş veya bir düşünce tarafından hazırlanmamalı, sahiplenilmemeli veya uygulanmamalıdır.

- Baştan başa tam ve kapsamlı olarak iddia; doğru, tekrarlanabilir olmalı ve süreç sonuçlarını destekleyecek bilimsel yönteme dayanmalıdır.

- Destekleyecek süreç, yöntem ve herhangi bir kriterle ilgili olarak bilgi; mevcut olmalı ve istenilmesi durumunda tüm ilgili taraflara sunulmalıdır.

- Etiket ve beyanların gelişimi; ürünün ilgili tüm yaşam döngü safhalarını göz önünde tutmalıdır.

- Tekrar tekrar yenilenebilen, yeniliklere veya çevresel performansı geliştirmeye yönelik adımlara engel olmamalıdır.

- Herhangi uzman gereksinimi veya bilgi ihtiyacı durumunda; tüm gerekli ve uygulanabilir bu kriterler; etiket ve tanıtım standartları ile ilgili taleplerin saptanması ile sınırlandırılmalıdır.

- Geliştirilmesine yönelik süreç; ilgili taraflar ile açık ve katılımcı danışmanlığını da içermelidir. Mantıklı çabalar, süreç boyunca görüş birliğine ulaşmayı sağlamalıdır.

- Ürün ve servislerin çevresel durumları hakkındaki bilgi; çevresel etikenten, tanıtım yapan firmalardan, satın alanlar ve olası satın alacaklar için mevcut olmalıdır [56].

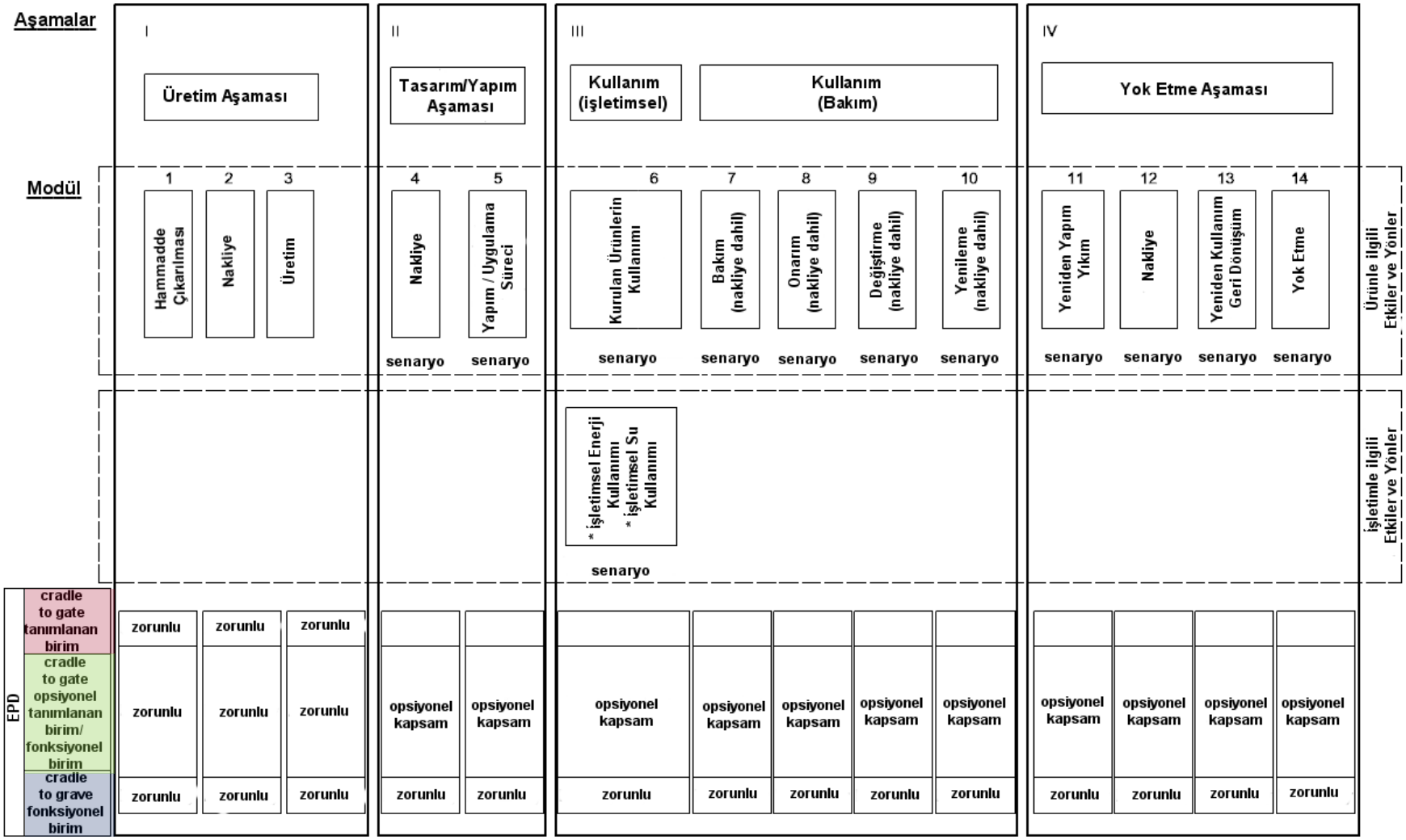
Bu kriterlere uygunluğun sağlanması ve YDD tabanlı veri biriktirilmesi (envanter analizinin yapılması), EPD için içerik oluşturacaktır. EPD süreç bakımından;

1) Sadece üretim aşamasını kapsayabilir. (beşikten kapıya)

2) Üretim ve isteğe bağlı diğer aşamaları kapsayabilir. (beşikten kapıya - seçimli olarak)

3) Tüm yaşam döngüsünü kapsayabilir. (beşikten mezara)

Tüm yaşam döngüsünü kapsamayan EPD'ler, diğer EPD'lerde veya bina değerlendirmelerinde kullanılmak üzere birer **bilgi modülü** olmaktadır. Bu bilgi modülleri ilgili ürünün PCR (Product Category Rules – Ürün Kategori Kuralları) kurallarını da kapsayarak hesaplanır. Eğer bir EPD için tüm yaşam döngüsünü içeren bilgi modülleri oluşturulursa; üretilen yapı malzemesi için tam bir YDD tanımlanmış ve geride hiçbir veri boşluğu bırakılmamış olmaktadır. Şekil 4.1'de EPD için gerekli ve seçimli öğeler ile bilgi modülleri tanımlanmaktadır.



Şekil 4.1 : Zorunlu ve seçimli öğeler ile tanımlanan birim ve fonksiyonel birimlerdeki bilgi modülleri [47].

EPD yaratılırken; ürün/servislerin çevresel performanslarının YDD tabanlı perspektifle tanımlanması gerekmektedir. İçeriğe dahil edilen YDD veri birikimi, bir çekirdek aktivite olarak EPD'nin oluşturulması sürecinde aşağıdaki temel ön koşullarla birlikte yerine getirilmektedir:

- ISO standart serisi ISO 14040 ve 14044 e göre YDD için uluslar arası kabul edilmiş ilkelere ve adımlara uygunluk sağlamak;

- EPD nin genel amaç ilkeleri ve veri birikiminde, ISO 14025 standardının savunduğu ve ISO 14020 genel program talimatlarında tarif edildiği yöntem ve varsayımların kullanılması;

- İstenilen ürün kategorisi için, ürün kategori kurallarına (PCR) uygun olması gerekmektedir [57].

4.1.1 Ürün kategori kuralları (PCR)

Yüksek piyasa beklentilerini yerine getirebilmek için, EPD'lerin özel ve titiz olarak yönteme dayalı önkoşulları karşılaması gerekmektedir. Bu beklentiler tedarik zincirine YDD tabanlı bilgi ekleme imkanı ve farklı EPD'leri karşılaştırma imkanı sunmaktadır. Bu amaca ulaşmak için EPD'leri oluştururken, benzer süreçlerin kullanılabilir olduğunu sağlamak adına ortak ve uyumlu hesaplama yöntemleri belirlenmektedir. Ancak, ürün grupları kendilerine has sahip oldukları çevresel performanslar açısından farklılık gösterdikleri için ürün kategori kuralları (PCR) denilen kendi grubuna has özel kurallara ihtiyaç duymaktadır. (örn. yapı malzemesi için kurallar, tekstil-giyim ürünleri için kurallar, yiyecek ürünleri için kurallar vb.) PCR belgeleri, EPD'lerin genel gereksinimlerini tamamlayıcı olarak kabul edilen kurallardır [58].

PCR'ın görevi, ürün kategorisi için YDD esaslı bilginin amaç ve kapsamını ve ürün kategorisi için çevreyle ilgili ilâve bilgilerin üretilmesine dayalı, kuralları tanımlamak ve belgelendirmektir. Ayrıca, dâhil edilecek YDD aşamalarını, kapsanacak parametreleri, parametrelerin düzenlenmesi ve rapor edilmesi gereken yöntemi belirlemelidir. Tamlık ve tutarlılık amacıyla, bu kurallar, çevreyle ilgili ilâve bilgiler için gerekleri tanımlamak üzere bir veya birden fazla YDD çalışmasına (ISO 14040 standard serisine uygun olarak) dayanmalı ve PCR belgesinde belirtilmelidir [59].

Yapı malzemeleri için PCR kuralları şu şekilde oluşturulmuştur [48]:

- EPD için doğrulanabilir, tutarlı ve karşılaştırılabilir verilerin sağlanması, **tüm yaşam döngüsünü (beşikten mezara) kapsayan YDD'ye** ve yapı malzemelerinin çevresel performanslarını açıklayan bilimsel bir temele dayanmalıdır.

- **Binaların çevresel performansını değerlendirmek** için; malzemeyle ilgili doğrulanabilir, tutarlı ve karşılaştırılabilir teknik bilgilere ve senaryolara dayanmalıdır.

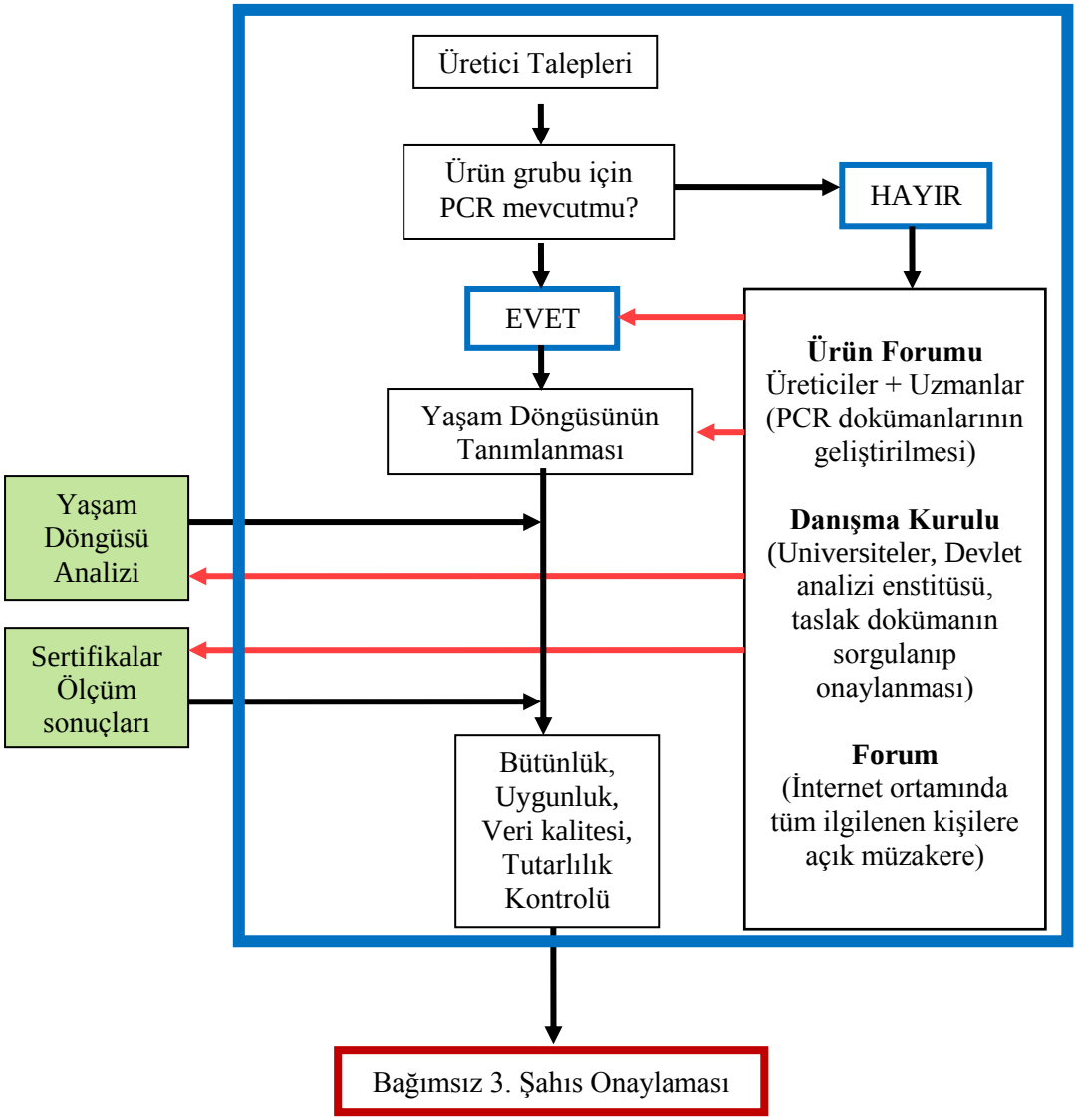
- **Binaların sağlık ve konfor performansını değerlendirmek** için malzemeyle ilgili doğrulanabilir, tutarlı ve karşılaştırılabilir teknik bilgilere ve senaryolara dayanmalıdır.

- Üretici ve yapı malzemelerini kullanan kullanıcılar için; binada uygulama bağlamında **inşaat ürünleri arasında bilinçli karşılaştırmalar yapılmasını** sağlamalıdır.

- Yapı malzemelerinin çevresel performansı konusunda **tüm tedarik zinciri boyunca firmalar arasındaki iletişimi** sağlamalıdır. (from business to business)

- Yapı malzemelerinin çevresel performansı konusunda iletişimi temel alarak **tüketicilerle de ilişki kurulması** sağlanmalıdır. (örn: satış alanları)

EPD sürecinde izlenen adımlarda öncelikle; üretici taleplerine bağlı olarak mevcutta ürün sistemiyle ilgili veri (PCR) olup olmadığı araştırılmaktadır. Var ise yaşam döngüsünün PCR'da belirtilen kurallar dahilinde tanımlaması yapılmaktadır. Bu tanımlamaya göre ürün için ayrı bir yerde tüm YDD sürecini kapsayan YDD çalışması yapılmakta ve ilave ölçüm sonuçları eklenmektedir. Bu veriler bütünlük, uygunluk, veri kalitesi ve tutarlılık kontrolü yapılarak yorumlanmakta ve 3. Şahıs onayına sunulmaktadır. Eğer; üretici talepleri doğrultusunda ürünle ilgili bir PCR mevcut değilse; ürün forumu, danışma kurulu ve internet ortamında çeşitli uzmanlar ve akademisyenler tarafından değerlendirilerek bu ürünle ilgili bilgi toplanmaktadır. Toplanan bilgilerle PCR modülleri oluşturularak, yaşam döngüsünün tanımlanmakta ve ardından YDD çalışması yapılmaktadır. Çalışması yapılan ürün, gerekli kontrollerin yapılmasının ardından 3. şahıs onayına sunulmaktadır [54]. Şekil 4.2'de bu süreç adımları gösterilmektedir.



Şekil 4.2 : EPD süreç adımları [54].

4.1.2 Bir EPD'nin içeriği

EPD; tüm yaşam döngüsü sürecindeki insan sağlığı ve çevreyi etkileyen malzeme ve maddelerin özelliklerini içermelidir. Yapı malzemelerine ait bir EPD'nin içeriği Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 tablo halinde belirtilmektedir.

Çizelge 4.1 : Teslim durumdaki malzeme içeriği hakkında bilgi föyü [48].

Malzeme İçeriğinin Beyanı	
Referans Başlığı	Refarans Kaynağı
Malzeme güvenlik bilgi formu (materials safety data sheet)	http//:……..veya iletişim adresi
REACH (Registration, Evaluation und Authorisation of Chemicals) kapsamında ki içerik maddeleri	http//:……..veya iletişim adresi

Çizelge 4.2 : EPD yapı malzemeleri için genel bilgilerin beyanı [48].

Genel Bilgilerin Beyanı
Üreticinin adı ve adresi
Yapı Malzemesinin kullanımının tarifi ve hangi verilerle ilgili olduğu belirten fonksiyonel/tanımlanan birim
Yapı malzemesinin adı (üretim kodu da dahil) ve ilgili veriler doğrultusunda yapı malzemesinin basit bir görsel temsili
İlgili ürün bileşenlerinin tanımı
Kullanılacak programın adı ve program operatörü adresi ve varsa eğer logo ve internet adresi
Beyan verildiği tarihten itibaren 5 yıllık dönem için geçerlilik süresi
Eğer beyan tüm aşamaları kapsayan YDD'ye dayalı değilse hangi aşamaların kapsam dahilinde olduğunun belirtilmesi
Eğer EPD ilgili standartlara uygun değilse, EPD'nin karşılaştırılabilir olmayacağının belirtilmesi
Bir dizi ürün için ortalama bir çevresel performans olarak belirtilen EPD ise açıklamanın yapılması
EPD'nin kimi temsil edeceğinin belirtilmesi (üreticiler, satıcılar, üretici gruplanın temsil edenler vb.)
Açıkça malzemenin nereden elde edilebileceğinin belirtilmesi
Malzeme içeriğinin ve ek maddelerin tanımlanması

EPD; YDD'den gelen çevresel parametreleri beyan etmelidir. Bu parametreler Tez çalışması *Bölüm 3.6 Bölüm sonucu'*nda da belirtildiği gibi hem etki kategorisi hem de envanter analizinden gelen zorunlu ve seçimli parametreler olmaktadır Çizelge 4.3'te EPD için çevresel parametrelerin beyanı tablo halinde gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 : EPD için çevresel parametrelerin beyanı [48].

Çevresel Parametrelerin Beyanı	
EPD için zorunlu parametreler:	
Çevresel etki parametreleri	YDED (3. Aşama)'dan gelir.
Kaynak girişini tanımlayan parametreler	YDEA (2. Aşama)'dan gelir.
Farklı atık kategorilerini ve ilerideki olası malzeme çıkışlarını açıklayan parametreler	YDEA (2. Aşama)'dan gelir.
EPD için seçimli parametreler:	
Yapım aşaması parametreleri (nakliye dahil)	YDEA (2. Aşama)'dan gelir.
Kullanım aşaması parametreleri (işletim/bakım)	YDEA (2. Aşama)'dan gelir.
Yaşam sonu parametreleri	YDEA (2. Aşama)'dan gelir.
İlave bilgiler	
İç hava kalitesi	Malzemenin ölçüm verilerine göredir. Kapsam dahilindeyse YDEA (2. Aşama)'dan da gelebilir.
Yapım sonrası aşamada toprak ve su kirliliği	Malzemenin ölçüm verilerine göredir. Kapsam dahilindeyse YDEA (2. Aşama)'dan da gelebilir.

4.2 The Green Guide To Specification

Yeşil bina değerlendirme aracı olan BREEAM için yapı malzemesi ve elemanlarının çevresel etkileri hakkında bilgi veren; kullanımı kolay ve sağlıklı sayısal verilere dayanan bir klavuzdur. Green Guide To Specification; yapı malzemeleri ve yapı elemanlarını cbeşikten mezara sürecinde, YDD yöntemi ve BRE (Building Research Establishment) Çevresel Profiller Yöntemini (Environmental Profiles Methodology) kullanarak değerlendirdiği belirlenmiştir. **1 m^2 yapım için** aynı veya çok benzer işlevi yerine getiren malzeme/elemanlarda; **malzeme kütlesi** gibi gerekli önemli değişkenler dikkate alınmaktadır. Örneğin; 1 ton yapısal çelik ile 1 ton yapısal betonun karşılaştırılması yanıltıcı olabilmektedir. Çünkü aynı yapısal performansı elde etmek için daha az çelik yeterli olacaktır. Derecelendirme sadece her yapı elemanı içindeki ilgili malzeme performansına dayanmaktadır. Malzemelerin etkileri YDD kapsamındaki sayısal hesaplamalardan sonra Green Guide To Specification'da belirlenen çevresel parametrelere göre A'dan E'ye kadar bir harfe dönüştürülerek değerlendirilmektedir. Green Guide To Specification'da belirtilen çevresel parametreler (etki kategorileri) Çizelge 4.4'te verilmektedir.

Çizelge 4.4 : Green Guide To Specification çevresel etki parametreleri [62].

Çevresel etki parametreleri	**Birim**
1.İklim değişikliği (global warming)	kg CO2 eq. (100 yıl)
2.Su çekme (water extraction)	m^3
3.Mineral kaynak kullanımı (mineral resource extraction)	Ton çıkarılan mineral
4.Ozon tabakasının incelmesi (stratospheric ozone depletion)	kg CFC-11 eq.
5.insan zehirliliği (human toxicity)	kg 1,4-DB eq.
6.Tatlı su ekozehirliliği (ecotoxicity to freshwater)	kg 1,4-DB eq.
7.Toprak ekozehirliliği (ecotoxicity to land)	kg 1,4-DB eq.
8.Nükleer atık (yüksek seviye)	mm^3 yüksek seviye atık
9.Atık bertarafı (waste disposal)	Ton katı atık
10.Fosil yakıt tüketimi (fossil fuel depletion)	Ton petrol eq. (toe)
11.Ötrofikasyon (eutrophication)	kg fosfat (PO4) eq.
12.Fotokimyasal ozon oluşumu (photochemical ozone creation)	kg etilen (C_2H_4) eq.
13.Asitlenme (acidification)	kg sülfürdioksit (SO_2) eq.

İklim değişikliği: küresel sıcaklık değişimi nedeniyle oluşan seragazı etkisiyle ilgilidir. (insan faaliyetleri sonucu oluşan CO_2 salımı gibi.) BM Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) faktörlere bağlı olmaktadır.

Su çekme: su kaynaklarından su çekilmesi ile ilgilidir. Deniz suyu, soğutma yada enerji üretimi için çıkarılan ve kalitesinde değişiklik olmadan geri verilen su

(buharlaşmayla kaybedilen su dahil), bölgede devir daim için göllerde saklanan su, depolama amaçlı tutulan yağmursuları kapsam dışındadır.

Mineral kaynak kullanımı: tüm saf mineral maddelerin tüketilmesiyle ilgilidir. (agrega çıkarılması, mineral cevherleri, mineraller). Fosil yakıt, biyokütle, toprak erozyonu (ormancılık hariç, tarım faaliyetleri) kapsam dışıdır. AB toplam malzeme gereksinimi göstergeleri baz alınarak incelenmektedir. Göstergeler; enerji dışı kaynak kullanımı, bir malzemeyi oluşturan hammadde minarelleriyle (çelik için demir cevheri çıkarılması gibi) ilgili toplam kaynak kullanımını hasaplamaktadır.

Statosferik ozon tabakasının incelmesi: Tüm klorlu ve bromlu bileşikler, ozon tabakasının incelmesine neden olmaktadır. (CFCs, Halons ve HCFCs). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO - World Meteorological Organization) tarafından geliştirilmiş ve farklı gazların etkilerini referans madde kloroflorokarbona göre kg CFC-11 eşdeğer alarak ölçmektedir.

İnsan zehirliliği: Ağır metaller gibi bazı maddelerin insan sağlığı üzerinde etkisiyle ilgilidir. Hava-su kalitesi göstergeleri, insan toksisitesi için tolere edilebilir ve kabul edilebilir günlük alım miktarı verilerine dayanmaktadır. Potansiyel insan zehirliliği (http - Human Toxicity Potential); USES-LCA (Uniform System for the Evaluation of Substances-LCA) aracı kullanılarak hesaplanmaktadır [60]. Toksit maddeler; referans birim kg 1,4-diklorobenzen (1,4-DB) eşdeğeri hesaplanır. İç hava kalitesi kapsam dışındadır.

Tatlı su ekozehirliliği: Ağır metaller gibi bazı maddelerin tatlı su üzerindeki etkisiyle ilgilidir. Ekosistemler için sudaki maksimum tolere edilebilir zehirlilik konsantrasyonu verilerine dayanmaktadır. AB zehirlilik modeli EUSES (The European Union System for the Evaluation of Substances); baz alınarak USES-LCA aracı kullanılarak ekotoksisite potansiyeli hesaplanmaktadır. Ekotoksisite konusu (su, toprak, insan) Green Guide To Specification ve çevresel profiller için çevresel etkilerin belirlenmesinde mutlak girilmesi gereken çevresel etki parametresidir.

Toprak ekozehirliliği: Ağır metaller gibi bazı maddelerin toprak üzerindeki etkisiyle ilgilidir. EUSES; AB zehirlilik modeli baz alınarak USES-LCA aracı kullanılarak ekotoksisite potansiyeli hesaplanmaktadır.

Nükleer atık (yüksek seviye): Nükleer güç sanayisinden elde edilen yüksek seviye radyoaktivite içerikli atıklarla ilgilidir. Bu tür atıkların (hacim olarak toplam atığın %

10'unu ama zararlı kısmın % 99'unu oluşturmaktadır) güvenli seviyeye ulaşabilmesi için 10.000 yıl güvenli depolama alanlarında depolanması gerekmektedir. Yüksek seviye atık olarak harcanan yakıt (mm^3) olarak yada İsviçre ecoindicator yöntemi ile yüksek seviye nükleer atık hacmi ölçümü yapılarak hesaplanabilir.

Atık bertarafı: Atıkların nihai bertarafı için kaynak kullanımıyla ilgilidir. BRE çöplükte yakılan yada imha edilen atık kütlesine dayalı bir ölçü kullanır. Hollanda Ecoindicator veya İsviçre Ecopoints yöntemi kullanılarak da ölçüm yapılabilir. Düzenli depolama/yakma ile ilgili diğer etkiler kapsam dışında olup, ayrıştırmadan kaynaklanan salımlar, yanma, nakiye ve diğer makineli işler kapsam dahilindedir. Atık bertarafından (geri dönüşüm/yeniden kullanım) kaynaklanan kaynak kaybı yansıtılmaktadır, Isı geri kazanımı, enerji geri kazanımı veya diğer malzeme geri kazanımı (örneğin kül geri kazanım/geri dönüşüm, metal artıkları vb.; yakma veya depolama olarak gerçekleştirildiğinden değeri kaynak kaybını hesaplamak için kullanılmaktadır.

Fosil yakıt tüketimi: Fosil yakıtların kullanımıyla ilgilidir. Fosil yakıtların enerji içeriğine dayalı ölçüm yapılmaktadır. Birimi; ton petrol eşdeğeridir. 41.87 GJ =1 toe.

Ötrofikasyon: Sudaki azot ve fosfat artışıyla ilgilidir. Amonyak, nitrat, azot oksitler ve fosforun hava ve suya salımları; su konsantresinde alglerin artışına, sudaki oksijenin azalmasına neden olmaktadır. Değerlendirmeler; Heijungs çalışmalarına dayanmakta ve referans birim olarak Kg fosfat (PO_4) eşdeğeri kullanılmaktadır. Gübre üretiminin ötrofikasyona olan etkileri IPCC yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır.

Fotokimyasal ozon oluşumu: Atmosferdeki nitrojen oksitler (NO_x - Nitrogen Oxide) ve uçucu organik bileşikler (VOCs -Volatile Organic Compound) güneş ışığının etkisiyle fotokimyasal ozonu oluşturmaktadır. Yüksek seviyedeki ozon, UV (Ultraviolet) ışınlarından canlıları korurken, düşük seviyede oluşan ozon mahsule zarar vermekle beraber solunum ve astım şikayetlerinin artmasına neden olmaktadır. Havaya salınan bu maddeler UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) izleme modeli ile referans birim kg etilen (C_2H_4) eşdeğeri olarak hesaplanmaktadır.

Asitlenme: SO_2 gibi asidik gazların atmosferdeki su taneciklerine olan etkisiyle ilgilidir. Asit yağmurlarının oluşmasına neden olur. Değerlendirme modeli, bölgesel

farklılıkları dikkate almak yerine sadece SO_2 ve NO_x 'den kaynaklanan asitlenmeye dayanmaktadır. IPCC yöntemi ile gübre kullanımından kaynaklanan asitlenmeyi de kapsamaktadır. Amsterdam Üniversitesi tarafından geliştirilen CML (Leiden University Instititute of Environmental Sciences) tabanlı RAINS modelindeki karakterizasyon faktörüne dayalıdır.

Çevresel parametrelerin yanısıra **maliyet, dayanıklılık, estetik, denetim konularının gelişimi, yapılabilirlik, fonksiyonellik, bakım ve mevcutta bulunabilirlik** konularının da malzeme ile birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Bunun dışında bir malzemenin çevresel etkisinin belirlenmesinde **yerel olması** da önemlidir. Çünkü yerel malzeme yerine uzun mesafelerden getirilen malzemeler; nakliye sürecinde çeşitli salımlara ve enerji tüketimine neden olmaktadır [61].

4.2.1 Veri değerlendirme süreci [62]

Green Guide To Specification'daki tüm malzemeler **1 m^2 'ye düşen kg kütle (kg/m^2)** olarak ve **60 yıllık bina ömrü** için değerlendirilmektedir.

Fonksiyonel birimi tanımlanan malzemenin yaşam ömrü boyuncaki değiştirilme olasılığı; 60 yıl olarak belirlenen bina yaşam ömrünün malzeme yaşam ömrüne bölünmesiyle belirlenmektedir. Ardından; gerçekte meydana geleni yansıtacak şekilde 0.5 faktörüyle toplanmaktadır. Amaç; değiştirilmenin minimumda belirtilen değerden % 50 oranında 1 fazlası olarak da değiştirilebilir olma olasılığıdır. 60 yıldan fazla ömrü olan malzemelerde bu faktör eklenmemektedir. Çizelge 4.5'te duvar örneği üzerinde hesaplamalar örneklendirilmektedir.

Çizelge 4.5 : 1 m^2 ve 10 cm kalınlığındaki duvar için malzemelerin belirlenmesi [62].

10 cm kalınlığında, 1 m^2' lik ısı yalıtımı olarak yoğun beton içerikli, alçı levha kaplı, boyalı duvar için **malzemelerin belirlenmesi**				
	Kurulu kütle (kg/m^2)	**Yaşam ömrü (yıl)**	**Değiştirilme olasılığı(x defa)**	**60 yıllık ömürde kurulu kütle (kg/m^2)**
Beton Blok	195	60	60/60+0.5=1.5	195x1.5 = 292.5
Sıva	12	60	60/60+0.5=1.5	12x1.5 = 18
Alçı levha	18.2	60	60/60+0.5=1.5	18.2x1.5 = 27.3
Boya	0.36	5	60/5+0.5 =12.5	0.36x12.5 = 4.5

Sonraki adımda her bir malzeme için çevresel etkiler; BRE tarafından önceden YDD temeline dayanarak yapılan analiz sonuçlarından elde edilmektedir. (Çizelge 4.6)

Çizelge 4.6 : Malzemeler için çevresel etkilerin belirlenmesi [62].

10 cm kalınlığında, 1 $m^{2'}$ lik ısı yalıtımı olarak yoğun beton içerikli, alçı levha kaplı, boyalı duvar için **çevresel etkilerin belirlenmesi (her bir malzeme için ton cinsindendir)**			
	İklim değişikliği (kg CO_2/ton)	**Atık bertarafı (kg/ton)**	**Vb….**
Beton Blok	46	51	…
Sıva	170	69	…
Alçı levha	150	95	…
Boya	1200	850	…

Her malzeme için ton cinsinden çevresel etkiler verilmektedir. Çizelge 4.7'de iklim değişikliği etki kategorisi seçilerek beşikten kapıya sürecinde her 1 m^2'lik malzemenin iklim değişikliğine olan etkisi hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.7 : Malzemelerin iklim değişikliğine bağlı 60 yıllık ömür için 1 m2' lik etkisi [62].

10 cm kalınlığında, 1 $m^{2'}$ lik ısı yalıtımı olarak yoğun beton içerikli, alçı levha kaplı, boyalı duvar için **seçilen çevresel etkilerin 60 yıllık ömür için belirlenmesi (beşikten kapıya)**			
	60 yıllık ömürde kurulu kütle (kg/m2)	**İklim değişikliği 1 ton malzeme için(kg CO_2/ton)**	**İklim değişikliği/m^2 (kg CO_2/m^2)**
Beton Blok	292.5	46	0.2925x 46=13.5
Sıva	18	170	0.018x170=3
Alçı levha	27.3	150	0.0273x150=4.1
Boya	4.5	1200	0.0045x1200=5.4
		Toplam	26

Bu aşamadan sonra her malzemenin beşikten mezara süreci BRE çevresel profiller yöntemiyle YDD yöntemine dayandırılarak hesaplanmaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 : Malzemelerin iklim değişikliğine olan toplam etkileri [62].

10 cm kalınlığında, 1 $m^{2'}$ lik ısı yalıtımı olan yoğun beton içerikli, alçı levha kaplı, boyalı duvar için **malzemelerin iklim değişikliğine olan toplam etkileri (beşikten mezara)**	
	İklim değişikliği (kg CO_2)
Beşikten kapıya (fabrika kapısı)	26
Şantiyeye nakliyesi	3
Yaşam sonu yok edilme süreci	0
Toplam	29

Bu aşamadan sonra her **bir yapı elemanı grubuna ait tüm varyasyonlar ayrı ayrı değerlendirilmekte ve her bir çevresel etkiye göre hesaplanmaktadır.** (örneğin; pencereler kendi aralarında alümünyum - plastik - ahşap vb. çerçeveli pencere varyasyonları olarak değerlendirilmekte ve ayrı ayrı çevresel etkileri hesaplanmaktadır.) Kullanım kolaylığına göre gerekirse eleman grupları alt gruplara ayrılabilir. (örn. iç duvar için; yük taşıyıcı kısım, yük taşıyıcı olmayan kısım vb.)

Ardından yapı elemanı içindeki her varyasyondan, her bir çevresel etki kategorisine göre çıkan sonuçlar, **birbiriyle karşılaştırılarak maksimum etki ile minimum etki** bulunmaktadır. Örneğin alüminyum çerçeveli pencere ile cam blok pencerenin iklim değişikliğine olan etkilerinin karşılaştırılması gibi. Buna benzer alternatif pencere tiplerinin iklim değişikliğine olan etkileri de hesaplanarak maksimum ve minimumda çıkan etkiler iklim değişikliği konusu için referans olarak alınmaktadır.

İkisi arasındaki fark ise **ortalama değeri** oluşturmaktadır. (örn. 280-22=258) Bu değer de 3 farklı derecelendirme tipi olduğundan 3'e bölünerek minimum ile maksimum referans arasında paylaştırılmaktadır.(258/3=86, 22+86=108, 22 ile 108 arası = A, 108+86=194, 108 ile 194 arası B ve 194 ile 280 arası C) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 : İç duvarlar iklim değişikliği için Green Guide To Specification derecelendirmesi [62].

İç duvarlar için Green Guide To Specification derecelendirmesi – İklim değişikliği için (kg CO_2)					
Minimum etki/m^2	**Maksimum etki/m^2**	**Ortalama**	**A derecesi**	**B derecesi**	**C derecesi**
22	280	258	22-108	108-194	194-280

Green Guide To Specification'da her bir malzeme için bir derece oluşturmak için çevresel etki sonuçlarının ağırlıklandırılması gerekmektedir. Ancak her bir çevresel etkinin farklı birimi olduğundan (örn. iklim değişikliği için kg CO_2, atık için kg veya ton) ağırlıklandırması için ortak bir 'norm' seçilmektedir. Bu norm; BRE çevresel profiller yönteminde 1 yıl için 1 Birleşik Krallık (UK) vatandaşının çevresel etkisidir (normalleştirme faktörü). Bu norm; UK toplam çevresel etkisinin toplam nüfusa bölünmesiyle hesaplanmaktadır. (örneğin UK içindeki toplam iklim değişikliği etkisinin toplam UK nüfusuna bölünmesiyle kişi başı düşen iklim değişikliği çevresel etkisinin (kişi başı 12.300 kg CO_2) bulunmasıdır). Malzemelerin çevresel etkileri arasında bir karşılaştırma yapılabilmesi için her bir malzeme çevresel etkisinin, 1 yıl için 1 UK vatandaşının çevresel etkisine bölünmesiyle normalleştirilmiş değer bulunmalıdır. Örneğin iklim değişikliği çevresel etkisi için; 10 cm kalınlığında, 1 $m^{2'}$ lik ısı yalıtımı olan yoğun beton içerikli, alçı levha kaplı, boyalı duvarın beşikten mezara toplam çevresel etkisi 29 kg CO_2, 1 yıl için 1 UK vatandaşına düşen kişi başı iklim değişikliği çevresel etkisi ise 12.300 kg CO_2'dir. Her iki değer normalleştirilerek birimleri yok edilmekte ve ardından BRE ağırlıklandırma faktörüyle (%) çarpılarak Ekopuan'lar oluşturulmaktadır. Böylelikle farklı etki

kategorilerinin birbiriyle karşılaştırılması sağlanmakta ve malzeme/yapı elemanı için tüm etki kategorilerinden elde edilen ekopuanlar toplanarak genel bir skor elde edilmektedir. Aynı işleve sahip yapı elemanının tüm varyasyonlarının da genel skorları belirlenerek yine maksimum ve minimum skora bakılmakta ve A,B,C şeklindeki derecelendirme, Çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9' daki gibi benzer işleme göre malzeme/yapı elemanı genel skoru için oluşturulmaktadır.

BRE'nin oluşturmuş olduğu ağırlıklandırma faktörleri; Çizelge 4.10'da belirtilmektedir.

Çizelge 4.10 : BRE çevresel etkilere göre ağırlıklandırma faktörleri [62].

Çevresel Etkiler	**%**
İklim değişikliği	38
Fosil yakıt tüketimi	12
Ozon tabakasının incelmesi	8.2
Havaya insan toksisitesi	7.0
Atık bertarafı	6.1
Su çekilmesi	5.4
Asitleşme	5.1
Ötrofikasyon	4.3
Foto-oksidant sis oluşumu	3.8
Mineral kaynakların tüketilmesi	3.5
Suya insan toksisitesi	2.6

BRE çevresel etkiler için ağırlıklandırma faktörlerinin belirlenmesi için, BRE araştırma programını tanımlayarak devletin yerel ve merkezi birimlerinin, malzeme üreticilerin, inşaat/yapı uzmanlarının, çevresel aktivistlerin, bireysel lobicilerin, akademisyenlerin ve araştırmacıların oluşan 7 farklı grup oluşturarak danışmanlar belirlemiştir [62].

4.3 Bölüm Sonucu

1) Yapı malzemeleri, yapıdaki kullanım amacına göre, bileşeni olduğu yapının çevresel performansını değiştirebilmekte ve işlevini ancak yapı işi içerisine monte edildikten sonra yerine getirebilmektedir. Bu sebeple üretim süreci sonucundaki işleve ve çevresel performansa dayalı olan Tip I ve II etiketleri yapı malzemeleri için uygun olmamaktadır. Tip III beyanları ise YDD yöntemine dayalı olmakla beraber PCR denilen yapı malzemelerinin de aralarında bulunduğu her ürün grubuna özel olarak geliştirilmiş kurallar yardımıyla, ürünlerin kendi içinde sayısal olarak değerlendirilmesine ve karşılaştırılabilmesine olanak tanımaktadır.

2) EPD için zorunlu çevresel parametreler; **Çevresel etki parametreleri'**dir. Seçimli parametreler ise; Yapım, Kullanım, Yaşam sonu, İç hava kalitesi ile Yapım sonrası aşamada toprak ve su kirliliği parametrelerinden oluşmaktadır. Bölüm çalışmasındaki incelemeye göre; özellikle tüm yaşam döngüsü kapsamında envanter analizinde kaynak giriş ve çıkışlarını tanımlayan parametreler (enerji - su - hammadde ile hava – su - toprağa salımlar) ile yaşam döngü etki değerlendirmesinde çevre ve insan sağlığı bakımından belirlenen etki kategorileri (iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmesi, insan toksisitesi vb.) EPD için zorunlu parametreler olmaktadır.

3) Green Guide To Specification, BRE tarafından BREEAM sertifika sistemi için geliştirilmiş ve malzemeleri derecelendiren bir araçtır. Bu aracın veri hesaplama biçimi YDD'ye dayanmakla beraber özellikle malzeme/yapı elemanı için tüm yaşam döngü kapsamında çevresel etkilerinin belirlenmesinin ardından araç; kapalı duruma geçmektedir. Çünkü bu aşamadan sonra yapılan işlemler (BRE tarafından çevresel etki kategorileri için belirlenen ağırlık yüzdeleri hesaplanma biçimi – ağırlıklandırma ve normalleştirme aşaması) UK sınırları içindeki verileri kullanarak yapılmaktadır.

4) Türkiye için düşünülecek bir klavuzda **öncelikli çevresel etki parametrelerin belirlenerek ağırlık yüzdelerinin hesaplanması, belirlenen çevresel etki kategorileri sonuçlarının her bir yapı malzemesi ile yapı elemanı grubu için ayrı ayrı hesaplanması ve 1 yıl için 1 Türk vatandaşının çevresel etkisinin 'norm' olarak seçilerek hesaplanması gerekmektedir.** (Örn. Türkiye'nin iklim değişikliği konusunda toplam çevresel etkisinin toplam nüfusa bölünmesiyle 1 Yıl için 1 Türk vatandaşının çevresel etkisinin hesaplanması, seçilen yapı malzemesi iklim değişikliği çevresel etkisine bölünerek normalleştirilmiş değerin elde edilmesi ve ardından Türkiye için iklim değişikliği ağırlık yüzdesiyle çarpılarak ekopuanların oluşturulması). Türkiye için ağırlıklandırma faktörü yüzdeleri; BRE'nin oluşturduğu araştırma programı gibi, devletin yerel ve merkezi birimleri, inşaat/yapı uzmanları, akademisyenler, çevresel aktivistler, araştırmacılar gibi farklı kesimlerden danışmaların oluşturduğu gruplar ile alınacak ortak kararlar sonucu belirlenebilir. Çevresel etkilere göre ağırlık yüzdeleri belirlenen etki kategorilerinin; normalize edilmiş değerlerle çarpımı bir puan vermektedir. Bu puan malzemenin farklı çevresel etkilerinin karşılaştırılmasını ve bir malzemenin farklı çevresel etkilerin tümünün toplanabilirliğini sağlamaktadır. Bu puanın; A,B,C gibi derecelendirilmesi için ilgili ürün grubundaki diğer varyasyonların da gelen skorlarının hesaplanması ve aynı ürün

grubundaki tüm malzemelerin karşılaştırılarak maksimum ile minimum bir değerin elde edilmesi gereklidir. Bu değere göre A,B,C derecelendirmesi oluşturulmakta ve her bir malzeme için toplam genel derecesi A-B-C gibi bir derecelendirme cinsinden verilebilmektedir.

Bu bölümde yeşil malzeme değerlendirme araçları olan EPD ve Green Guide To Specification araçları ve kullanılan parametreler ele alınmıştır. Bir sonraki bölümde yeşil bina değerlendirme araçları BREEAM ve LEED incelenecektir.

5. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME ARAÇLARI

Uluslar arası standart düzenleyicileri ve bu konu ile ilgili araştırmacılar, sürdürülebilirlik konusunda 5 kritere odaklanmaktadırlar. Bu kiterler; ekolojik kalite, ekonomik kalite, sosyo kültürel ve işlevsel kalite, teknik kalite and yer konumu kalitesidir [27]. Tez çalışmasında literatür taraması, bu kriterlerden ekolojik kalite konusundaki kriterleri tanımlamak amacıyla yapılmaktadır.

Bu bağlamda BREEAM ve LEED uluslar arası yeşil bina değerlendirme araçlarının malzeme alt başlıkları analiz edilmektedir. Malzeme analiz süreci;

1. Yeşil bina değerlendirme araçlarında yapı malzemelerinin hangi ekolojik kriterler bağlamında ele alındığının belirlenmesi,

2. Kriterlerin YDD yöntemiyle olan ilişkisi,

3. Kriterlerin gerçekleştirilmesi için başvurulan yasal düzenlemelerin (klavuz, kaynak, mevzuat vb.) YDD yöntemini hangi süreç aralığında (beşikten kapıya, beşikten mezara, beşikten beşiğe) ele aldığı,

4. Malzeme kriterlerinden ana parametrelerin çıkarılması şeklindedir.

Ekolojik kalite; sürdürülebilir yapı konularında yer alan, yapıyla ilgili yasal düzenlemelerin önemli kısmında ele alınan ve çevresel değerlendirme sistemlerinin odaklandığı bir kriterdir. Ekolojik kalite başlığı altında;

•Enerji; enerji performansı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliği tekniklerinin uygulaması, ısı yalıtımı vb.

•Su; suyun korunumu, tekniklerin uygulaması, su verimliliği vb.

•Atık ve kirlilik; inşaat sırasında atık oluşumunun en aza indirilmesi, ayırma/atık geri dönüşümü, CO_2/ozon tabakasına zarar verici gazlar/sera gazları salımlarının sınırlandırılması vb.

•Biyolojik çeşitlilik ve doğal çevrenin korunması; inşaat bölgesindeki yerel bitki örtüsü, yaban hayatı ve doğal habitatın korunması vb.

•Kaynak kullanımının en aza indirilmesi; geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir malzemelerin kullanımı, yıkım ve yeniden yapım yerine mevcut yapıların yenilenmesi vb. konuları ele almaktadır [27].

5.1 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) 1990 yılında İngiltere'de geliştirilmiş, en uzun başarı siciline sahip çevresel bir değerlendirme metodu ve yeşil bina değerlendirme aracıdır. Hedefi:

- Binaların çevre üzerindeki yaşam döngü etkilerini azaltmak;
- Binaların çevresel faydalara göre tanımlanmasını sağlamak;
- Binalar için güvenilir, çevresel etiketler oluşturmak;
- Sürdürülebilir yapı talebini teşvik etmek, canlandırmaktır.

BREEAM binaların sertifikalandırılması konusunda Dünya genelinde 110.000'den fazla projede uygulanmış ve en yaygın kullanımı olan bir değerlendirme aracıdır. Günümüzde farklı ülke ve bölgelere özel 15'den fazla farklı BREEAM sürümleri bulunmaktadır. Bu sürümlerde; alışveriş tesisleri, ofisler, eğitim yapıları, hapishaneler, mahkeme salonları, sağlık yapıları, endüstri yapıları ve toplu konut yapıları gibi farklı bina tipleri ele alınmaktadır [93].

Hazırlanan BREEAM 2011 Yeni Yapım şemasında da farklı bina tipleri ele alınmaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 : BREEAM 2011 sektörlere göre bina tipleri [66].

Sektörler	**Bina Tipleri**
Ticari Sektör	ofisler, endüstriyel tesisler, perakende tesisler
Kamu Sektörü	eğitim yapıları, sağlık yapıları, hapishaneler
Toplu Konaklama Alanları	konut yapıları (askeri, üniversite barınma yerleri, huzur evleri vb.)
Diğer Sektörler	konut yapıları (otel, misafirhane vb.), konut dışı yapılar (müze, kütüphane vb.), toplanma ve eğlence yapıları ve diğer binalar

BREEAM yeni yapım şeması, konut dışında kullanılan yeni binaların tasarım ve yapım aşamasındaki çevresel yaşam döngü etkilerini değerlendirmek için kullanılabilmektedir. 'Yeni yapımın' anlamı; yeni bir bağımsız yapı veya işlerin tamamlanması ile ilk kez işletme/kullanıma girecek mevcut binaya ait yeni eklerin yapılması şeklinde tanımlanabilmektedir. BREEAM 2011 Yeni yapım şeması sadece

UK'daki konut dışında kullanılan yeni binalar için geçerli olmakta ve mevcut binalar ve bina yenileme çalışmaları bu şemada kapsam dışında bırakılmaktadır.

Tasarım ve üretim için oluşturulan BREEAM 2011 Yeni Yapım için ana kategoriler şu şekildedir:

- Enerji (CO_2 emisyonlarının azaltımı, verimlilik vb.) (Ene)
- Ulaşım: (kamu ulaşım erişebilirliği, azami araba park kapasitesi vb.) (Tra)
- Arazi Kullanımı & Ekoloji: (arazi seçimi ve çevresel etkilerin azaltılması vb) (LE)
- Sağlık ve İyi Olma: (görsel-termal konfor, iç hava kalitesi vb.) (Hea)
- Su: (su tüketimi, su verimliliği vb.) (Wat)
- Atık: (inşaat atık yönetimi, geri dönüştürülmüş agrega kullanımı vb.) (Wst)
- Malzemeler (yaşam döngü etkileri, yalıtım, dayanıklılık vb.) (Mat)
- Kirlilik: (NO_x emisyonları, gürültü azaltımı, soğutucuların etkisi vb.) (Pol)
- Yönetim: (sürdürülebilir kazanç, servis ömrü planlaması ve maliyeti vb.) (Man)
- Yenilik: (yeni teknolojiler-süreç ve uygulamalar) (Inn)

BREEAM 2011, yeni yapımdan kaynaklanan çevresel etkileri değerlendirmek için 2 tip sertifika vermektedir.

Tasarım aşaması: Geçici BREEAM sertifikası verilmektedir. Bu sertifika bina yaşam döngüsünün tasarım aşamasındaki yapı performansını teyit etmektedir.

Yapım sonrası aşama: Kesin BREEAM sertifikası verilmektedir. Bu sertifika, bina yaşam döngüsünün yapım sonu başarımını onaylamaktadır. BREEAM'da yeşil binaların derecelendirilmesinde şu yöntem izlenmektedir:

Yeni yapım projelerde toplam performansın tanımlanması için BREEAM şu adımları izlemektedir.

1. BREEAM derecelendirme seviyesi kriterleri

2.Minimumda BREEAM gereklilikleri

3.Çevresel ağırlıklandırma

4.BREEAM değerlendirme kategorileri ve ilgili kriterleri ile kredileri

Buna göre;

1) Kazanılan puanlara göre BREEAM derecelendirme sistemiyle alınacak sertifika nitelendirilmektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 : BREEAM sertifika derecelendirmesi ve puan yüzdesi [66].

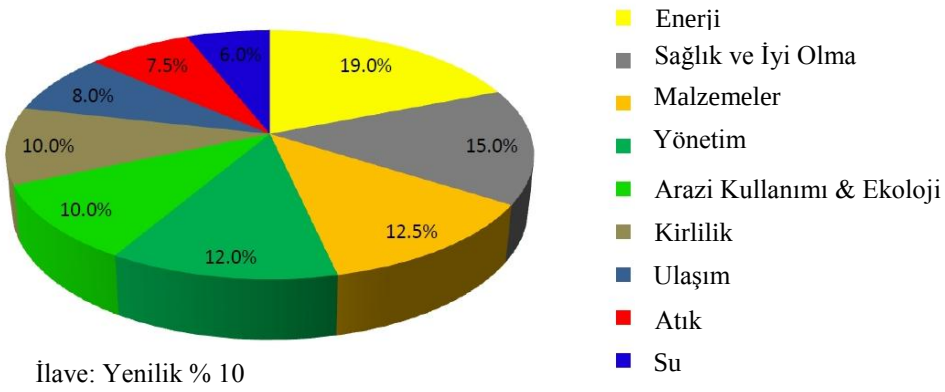
BREEAM derecelendirme	**Puan Yüzdesi (%)**
Olağanüstü (Outstanding)	85
Mükemmel (Excellent)	70
Çok İyi (Very Good)	55
İyi (Good)	45
Geçer (Pass)	30
Sınıflandırılmamış (Unclassified)	<30

2) BREEAM'da tanımlanan çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve ağırlık yüzdeleri, BRE Green Guide To Specification ve BRE Çevresel Profiller Yöntemindeki puanlamada da aynı değerlerde kullanılmaktadır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3 : BREEAM çevresel konu başlıkları ve ağırlık yüzdeleri [66].

Çevresel Konu Başlıkları	**Ağırlık Yüzdeleri**
Yönetim	% 12
Sağlık ve İyi Olma	% 15
Enerji	% 19
Ulaşım	% 8
Su	% 6
Malzeme	% 12.5
Atık	% 7.5
Arazi Kullanımı ve Ekoloji	% 10
Kirlilik	% 10
Toplam	**% 100**
Yenilik (İlave)	% 10

BREEAM'ın malzeme kategorisinin toplam yüzdedeki oranı % 12,5'tur. Malzeme kategorisi yüzdesinin farklı bina tiplerine göre % 11 ile % 17 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Malzemelerle ilgili diğer konu başlıklarının da (örn: Atık 1, Atık 2, Atık 4, Sağlık 2, Man 3 kriterleri gibi) yüzde değerleri hesap edilince, malzeme konu yüzdesinin yaklaşık % 13 ile % 18 arasında bir değişkenlik gösterdiği söylenebilir [65]. Yenilik kategorisi için kazanılan puanlar ise (+ %10'luk kısmı oluşturmaktadır.) ilave puanlar olarak eklenmektedir (Şekil 5.1).



İlave: Yenilik % 10

Şekil 5.1 : BREEAM çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve ağırlık yüzdeleri (pasta gösterimi) [94].

3) BREEAM'de, bir derece elde etmek için minimumda belirtilen puan yüzdesi elde edilmeli ve değerlendirme için minimumda istenen gerekliliklere uyulması gereklidir. (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4 : Sertifika derecesine göre minimumda istenen BREEAM gereklilikleri.

BREEAM Kriterleri	**BREEAM değerlendirmesine göre minimumda istenen gereklilikler**				
	Geçer	**İyi**	**Çok İyi**	**Mükemmel**	**Olağanüstü**
Man 1:Sürdürülebilir üretim	1 kredi	1 kredi	1 kredi	1 kredi	2 kredi
Man 2: İnşaat uygulamalarındaki sorumluluk	--	--	--	1 kredi	2 kredi
Man 4: Paydaşların katılımı	--	--	--	1 kredi (yapı kullanıcı bilgisi)	1 kredi (yapı kullanıcı bilgisi)
Hea 1:Görsel konfor	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde 1
Hea 4: Su kalitesi	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde1	Yanlızca Madde1	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde1
Ene 1: CO_2 emisyonlarının azaltımı	--	--	--	6 kredi	10 kredi
Ene 2: Enerji takibi (izlenmesi)	--	--	1 kredi (birinci alt-ölçüm kredisi)	1 kredi (birinci alt-ölçüm kredisi)	1 kredi (birinci alt-ölçüm kredisi)
Ene 4:Düşük veya sıfır karbon teknolojileri	--	--	--	1 kredi	1 kredi
Wat 1: Su tüketimi	--	1 kredi	1 kredi	1 kredi	2 kredi
Wat 2: Su takibi (izlenmesi)	--	Yanlızca Madde 1	Yanlızca Madde1	Yanlızca Madde1	Yanlızca Madde1
Mat 3 : Kaynakların sorumlu seçimi	Yanlızca Madde 3	Yanlızca Madde 3	Yanlızca Madde 3	Yanlızca Madde 3	Yanlızca Madde 3
Wst 1:İnşaat atık yönetimi	--	--	--	--	1 kredi
Wst 3: İşletme kayıpları	--	--	--	1 kredi	1 kredi
LE 3: çevresel etkilerin azaltılması	--	--	1 kredi	1 kredi	1 kredi

Minimumda istenen BREEAM kriterleri ve ilgili gereklilikleri incelendiğinde malzemelerle ilgili toplam 2 kriterdeki gerekliliklere uyulması gerekmektedir.

4) BREEAM'ın farklı kategorilerdeki (örn. Malzeme) ilgili kriterleri (örn. Mat 1, mat 2 vb.), yapıdan beklenen performans özelliklerini açıklayarak; kullanıcılara üretim, yapım ve kullanım sürecindeki çevresel etkileri konusunda bilgi sağlamaktadır. Örneğin Mat 1 kriteri için kazanılan kredi; 1 ile 6 kredi arasında değişmektedir.

BREEAM 2011 çevresel konu başlıkları ve ilgili kriterlerleri incelendiğinde; malzemelerle ilgili çevresel konu başlıklarını; 5.1.1 Malzeme Kategorisi ile 5.1.2 Diğer Kategoriler (Sağlık & İyi olma, Atık,ve Yönetim) şeklinde 2 konu başlığı altında toplamak mümkündür. Yapılan analiz çalışmasında malzemelerle ilgili bu 2 konu başlığından toplam 10 kriter analiz edilmektedir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 : BREEAM 2011 Yeni Yapılar Şeması çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve malzemelerle ilgili kriterler.

Enerji	**Su**
1.CO_2 emisyonlarının azaltımı	1.su tüketimi
2.enerji takibi (izlenmesi)	2.su takibi (izlenmesi)
3.enerji verimli dış aydınlatmalar	3.su kaçaklarının tespiti ve önlenmesi
4.düşük veya sıfır karbon teknolojileri	4.su verimliliği için donanımlar
5.enerji verimli soğuk depolama	**Atık**
6.enerji verimli ulaşım sistemleri	1.inşaat atık yönetimi
7.enerji verimli laboratuvar sistemleri	2.geri dönüştürülmüş agrega kullanımı
8.enerji verimli donanımlar (süreç analizi)	3.işletme kayıpları
9.kurutma alanı	4.tehlikeli döşeme ve tavan bitirmeleri
Ulaşım	**Malzemeler**
1.kamu ulaşım erişebilirliği	1.yaşam döngü etkileri
2.imkanlara yakınlık	2.sert peyzaj düzenlemesi ve sınır koruması
3.bisikletçiler için olanaklar	3.malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi
4.azami araba park kapasitesi	4.yalıtım
5.seyahat planları	5.dayanıklılık için tasarım
Arazi Kullanımı ve Ekoloji	**Kirlilik**
1.arazi seçimi	1.soğutucu maddelerin etkisi
2.arazinin ekolojik değeri ve ekolojik özelliklerinin korunumu	2.ısıtma ve soğutma kaynaklarından NOx emisyonları
3.çevresel etkilerin azaltılması	3.yüzey su akışı
4.arazi ekolojisinin geliştirilmesi	4.gece oluşan ışık kirliliğinin azaltılması
5.biyoçeşitlilik üzerinde uzun süreli etkiler	5.gürültü azaltımı
Sağlık ve İyi Olma	**Yönetim**
1.görsel konfor	1.sürdürülebilir üretim
2. iç hava kalitesi	2.inşaat uygulamalarındaki sorumluluk
3. termal konfor	3.inşaat alanı etkileri
4.su kalitesi	4.paydaşların katılımı
5.akustik performans	5.servis ömrü planlaması ve maliyeti
6.kullanıcı sağlık ve güvenliği	**Yenilik**
	1.yeni teknolojiler-süreç ve uygulamalar

5.1.1 BREEAM 2011 malzeme kategorisi [66]

Bu bölümde BREEAM 2011 Yeni Yapılar şeması malzeme kriterleri; YDD yaklaşımı yönünden analiz edilerek ilgili kriterlerdeki referansların malzemeyi yaşam döngü süreci kapsamında ele alış biçimi incelenmektedir.

5.1.1.1 Malzeme 1 (mat 1) yaşam döngü etkisi

Bu ekolojik kriterin amacı; binanın tüm yaşam döngüsü boyunca düşük çevresel etkiye sahip yapı malzemelerini tanımlamak ve kullanımını teşvik etmektir. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımla aşağıdaki gibidir;

1) Temel yapı elemanlarının (dış duvar, pencere, çatı, döşeme, iç duvar, döşeme kaplamaları) değerlendirilmesiyle binanın nicel (ölçülebilir) çevresel yaşam döngü etkisi belirlenmekte ve kredilendirme bina tipine göre değişmektedir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 : Bina tipine göre değerlendirilecek yapı elemanları [66].

Bina Tipi	**Değerlendirilecek Yapı Elemanı**					
	Dış duvar	Pencere	Çatı	Döşeme	İç duvar	Döşeme kaplaması
Ofis	*	*	*	*	-	*
Alışveriş Yapıları	*	*	*	*	-	*
Endüstri Yapıları	*	-	*	-	-	-
Eğitim Yapıları	*	*	*	*	*	*
Sağlık Yapıları	*	*	*		*	*
Hapishaneler	*	-	*	*	-	*
Mahkeme Salonları	*	*	*	*	*	*
Toplu Konutlar	*	*	*	*	*	*
Diğer Binalar	*	*		*	*	*

2) Puanların hesaplanması "BREEAM Mat 1 calculator" aracı kullanılarak yapılmaktadır. Bu araç, "Green Guide To Specification" klavuzunda yapı malzemesi bilgilerine dayandırılarak binayı malzeme yönünden puanlamaktadır. Krediler toplam kazanılan puan üzerinden verilmektedir. Puanlar 2 ile 14 arasında toplanabilir olup, bu puanlardan 1 ile 6 kredi arasında kredi kazanmak mümkündür. Örneğin sağlık, eğitim, mahkeme salonları, toplu konutlar ve diğer binalar gibi bina tiplerinde bu kriter için 14 puan toplayarak karşılığında 6 kredi kazanılmaktadır. Bir bölümünü yada tüm yaşam döngüsünü kapsayan EPD gibi bağımsız üçüncü taraflarca doğrulanmış, malzeme/ürün bildirimleri de Mat 1'de bina performansını arttırmakta kullanılabilir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7 : Mat 1 puanlarına göre kredilerin bina tiplerine göre durumu [66].

Bina Tipi	**Toplam kazanılacak Mat 1 Puanı**						
	2	4	5	8	10	12	14
	Mevcut BREEAM kredileri						
Ofis	1	1	2	3	4	5	-
Alışveriş Yapıları	1	1	2	3	4	5	-
Endüstri Yapıları	1	2	-	-	-	-	-
Eğitim Yapıları	1	1	2	3	4	5	6
Sağlık Yapıları	1	1	2	3	4	5	6
Hapishaneler	1	1	2	3	4	-	-
Mahkeme Salonları	1	1	2	3	4	5	6
Toplu Konutlar	1	1	2	3	4	5	6
Diğer Binalar	1	1	2	3	4	5	6

Hesaplama biçimi şu adımları izleyerek yapılmaktadır:

a) Green Guide To Specification derecelendirinin (A'dan E'ye olan harflerin) puanlara çevrilmesi gerekmektedir. Çizelge 5.8'de belirtildiği şekilde olmaktadır.

Çizelge 5.8 : Green Guide To Specification derecelerinin Mat 1 puanlarına dönüştürülmesi [66].

Green Guide To Specification Derecesi	**Mat 1 Karşılığı Puanı**
A^+	3.00
A	2.00
B	1.00
C	0.50
D	0.25
E	0.00

Değerlendirilebilir bir bina için kullanılabilir maksimum puan sayısı değerlendirilen yapı elemanı sayısının 3 ile çarpılmasıyla bulunmaktadır. Örneğin bir ofis binası için değerlendirilen 5 yapı elemanı için maksimum 15 puan elde edilebilmekte ve bu puanların 12 puanı ile maksimum elde edilecek 5 BREEAM kredisini kazanılmaktadır. (Bkn: Çizelge 5.7)

b) Yapı elemanı içindeki ayrı ayrı özelliklerin performans ağırlıklandırılması yapılmaktadır. Eğer bir yapı elemanı birden fazla farklı özellik içermekteyse; bu eleman için elde edilen toplam puan, ilgili alana (m^2) ve herbir ayrı özellik için Green Guide To Specification derecelendirmesine göre ağırlıklandırılmaktadır. Çizelge 5.9'da bu durum bir örnek üzerinde açıklanmaktadır.

Çizelge 5.9 : Yapı elemanı içindeki ayrı ayrı özelliklerin performans ağırlıklandırılması [66].

Yapı elemanı tipi	Özelliği	Alan (m^2)	Eleman tipinin % 'si	Green Guide To Specification derecelendirmesi	Puanlar	Alan Ağırlandırılmış puanı
Dış Duvar	Dış duvar tipi 1	280	% 26	A^+	3	0.79
	Dış duvar tipi 2	350	% 33	C	0.5	0.16
	Dış duvar tipi 3	435	% 41	B	1	0.41
Eleman Toplam		1065	% 100	-	-	1.36

c) Değerlendirilen tüm yapı elemanlarına göre her bir yapı elemanının performansının ağırlıklandırılmasının yapılması gerekmektedir. Bu adım 2 bölüme ayrılmaktadır;

Bölüm 1'de Yapı elemanlarının performans ağırlıklandırılması; farklı yapı elmanlarının genel toplam alanına göre yapı elemanın kendi alanıyla ilgili olmaktadır. Bu; her bir yapı elemanı alanının; alan ağırlıklandırılmış puanı ile (ağırlıklandırılmış Green Guide To Specification puanı ile) çarpılması, tüm elemanlar için yapılarak genel toplamın bulunması ve genel toplamın; değerlendirilen yapı elemanlarının alanına bölünmesiyle bulunmaktadır. Örneğin 20 katlı bir ofis bloğunun dış duvar alanına göre çatı alanı daha küçüktür. Bu nedenle çatı ile dış duvarın karşılaştırması için çatıya daha küçük bir puan ağırlıklandırması verilmelidir.

Bölüm 2'de ise; Etki aralığı; Ekopuan kullanılarak ölçülmekte, herbir yapı elemanı için farklı olmakta ve bu nedenle her Green Guide To Specification derecelendirme seviyesi arasında artışlar olmaktadır. Örneğin; dış duvarlar iç dıvarlara göre daha geniş Ekopuan aralığına sahip olup, eğer her iki yapı eleman da Green Guide To Specification'da aynı dereceyi elde etmişse, iç duvarın derecesine göre dış duvar, toplam puandan daha yüksek bir oranda derece elde etmektedir. Böylece daha geniş ekopuan aralığı nedeniyle dış duvarın çevresel etkilerinin daha fazla azaltılması mümkün olmaktadır.

3) Her yapı elemanı için yaşam döngü seragazı emisyonlarının ($kgCO_2$ eq) 60 yıllık bina ömrü düşünülerek rapor edilmesi gerekmektedir. Bir malzeme/ürün için belirli bir verinin mevcut olmadığı durumda genel verilerin kullanılması gereklidir. Bu genel verilerin online Green Guide To Specification klavuzundan elde edilerek

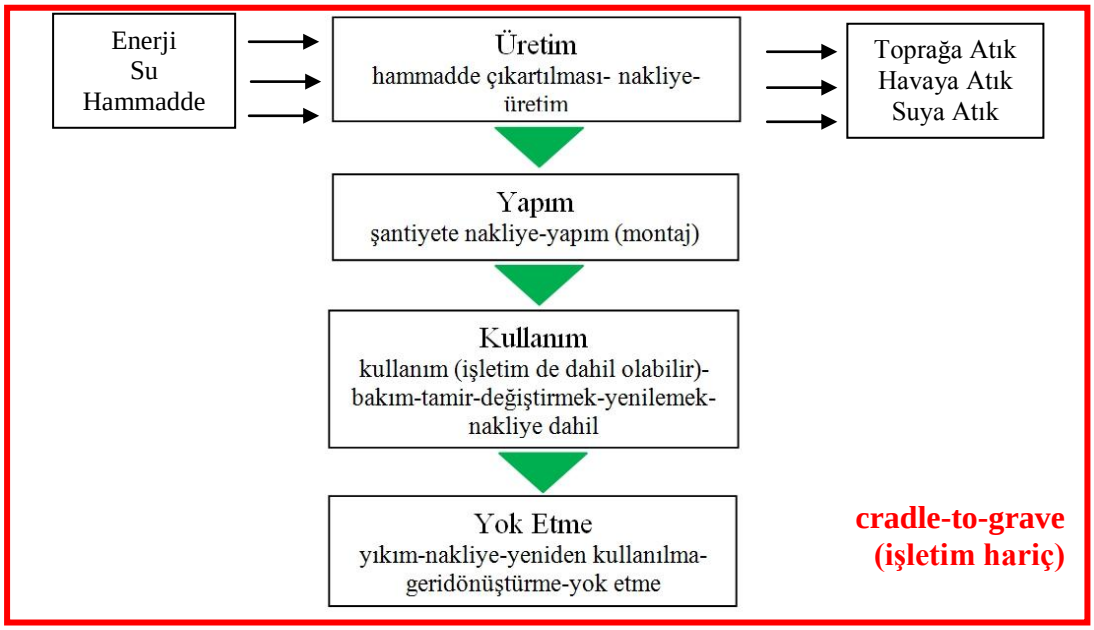
BREEAM Mat 1 hesaplama aracına BREEAM değerlendiricileri tarafından girilmektedir.

4) Uygulanan bölge ve uygulanacak alanın m^2 cinsinden sinin belirtilmesi, Mat 1 calculator'un veri çıktısı (Green Guide To Specification derecesi ve her bir değerlendirilen yapı elemanı sayısı dahil), EPD kopyaları ve PCR kuralları, çevresel profil sertifikaları ve Green Guide To Specification online çıktıları sertifika onayı için gerekmektedir.

• Mat 1 kriteri ile ilgili referanslar:

Yeşil Klavuz - Green Guide To Specification [67]

Yaşam döngü değerlendirmesine dayalı BRE 2008 çevresel profil yöntemi kullanılarak oluşturulmaktadır. Amaç, tasarımcılar tarafından seçim sürecinde; farklı malzeme ve sistemlerin karşılaştırılabilirliğinin sağlanmasıdır. Çevresel profil yöntemine dayandığı için beşikten mezara sürecindeki çevresel etkiler incelenmektedir. Kullanım sürecindeki işletimle ilgili bölüm kapsam dışı bırakılmıştır. A^+ (en iyi çevresel performans/en az çevresel etki) ile E (en kötü çevresel performans/en çok çevresel etki) arasında değerlendirilmektedir. Green Guide To Specification Online, döşeme malzemeleri ve iç hava kalitesiyle ilgili kullanıcı sağlığı ve iyi hissetme konularını kapsam dışı bırakmıştır. Bu etki BREEAM sağlık (Hea 2) iç hava kalitesi kriterinde ayrıca değerlendirilmiştir. Şekil 5.2'de tüm YDD sürecinde Green Guide To Specification'ın malzemeyi ele alış biçimi analiz edilmektedir.



Şekil 5.2 : Tüm yaşam döngü sürecinde Green Guide To Specification'ın malzemeyi ele alış biçimi.

Greenbook Live (www.greebooklive.com)

Greenbook Live; çevresel ürün ve hizmetlerin yer aldığı online referans kaynağıdır. BRE Global tarafından geliştirilmiş, uluslar arası piyasa için yangın, güvenlik, sürdürülebilir malzeme ve hizmetlerin tanımlanarak bunların çevre üzerindeki etkisinin belgelendirildiği ve bu değerlerin ücretsiz olarak paylaşıldığı online veritabanıdır. Aynı zamanda farklı üreticilere ait ürünlerin, çevresel profil metodu kapsamında yapılmış EPD'leri de sitede yayınlanmaktadır (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4).

Environmental Profiles

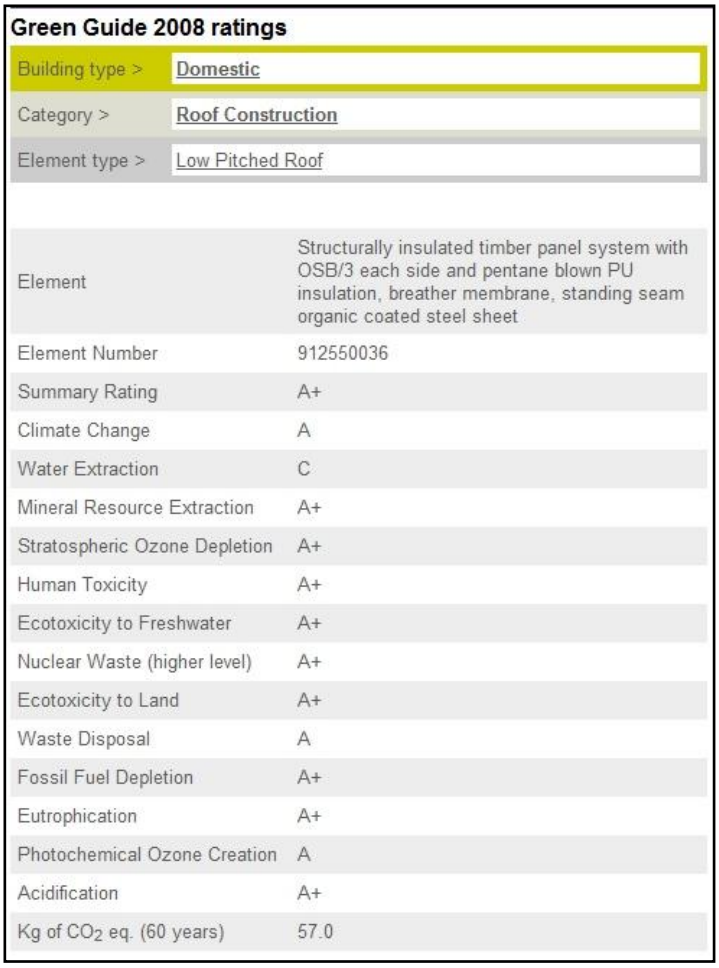
Roofing

Scheme version: 2008

All products for Cembrit a.s. listed under the Roofing category.

Product	Element Description	Cert. No.	2008 60yl Appendix No	2008 60yl Ecopoints	Green Guide Ratings Retail	Green Guide Ratings Homes	Green Guide Ratings Schools	Green Guide Ratings Offices	Green Guide Ratings Health	Green Guide Ratings Industrial Shed
Cembrit Czech produced fibre cement roof slates	Galvanised steel rafters and joists with insulation, roofing underlay, counterbattens, battens and CEMBRIT Czech produced fibre cement slates	441	441e	0.47	-	A+	-	-	-	-

Şekil 5.3 : Greenbook Live'de üreticilere özel ürünlerin çevresel bilgileri [68].



Green Guide 2008 ratings

Building type >	Domestic
Category >	Roof Construction
Element type >	Low Pitched Roof

Element	Structurally insulated timber panel system with OSB/3 each side and pentane blown PU insulation, breather membrane, standing seam organic coated steel sheet
Element Number	912550036
Summary Rating	A+
Climate Change	A
Water Extraction	C
Mineral Resource Extraction	A+
Stratospheric Ozone Depletion	A+
Human Toxicity	A+
Ecotoxicity to Freshwater	A+
Nuclear Waste (higher level)	A+
Ecotoxicity to Land	A+
Waste Disposal	A
Fossil Fuel Depletion	A+
Eutrophication	A+
Photochemical Ozone Creation	A
Acidification	A+
Kg of CO_2 eq. (60 years)	57.0

Şekil 5.4 : BRE Green Guide To Specification online, düşük eğimli çatı tipinin çevresel bilgileri [68].

BRE Environmental Profile Methodology and Environmental Profile Certification of Products

• Çevresel profiller yapı malzemelerinin, ürünlerin, sistemlerin tüm yaşamı süresindeki çevresel etkilerini ölçmektedir. Bu çevresel profiller; malzemenin çıkarma, işleme, kullanım, bakım ve nihai bertaraf sürecindeki hava, su ve toprağa olan çevresel etkilerini içermektedir [68]. Çevresel etkiler 13 çevresel gösterge altında değerlendirilmekte ve AB verilerine göre normalleştirilmektedir. Bu veriler; AB vatandaşlarının yıllık çevresel etki oranları baz alınarak ağırlandırılmakta ve bir ekopuan oluşturulmaktadır. Amaç tipik bir bireye karşılık bir ürünün çevresel etki karşılaştırmasının yapılmasıdır. 100 ekopuan, 1 AB vatandaşının 1 yıl boyuncaki çevresel etkisine eşittir. Çevresel profiller yıllık olarak yorumlanarak geçerliliği sağlanmakta ve her 3 yılda bir yeniden hesaplanmaktadır.

• Çevresel profil yöntemi; yapı malzemeleri ve yapı elemanları için ISO 14040 ile

uyumlu şekilde oluşturularak BRE çevresel etiketleme şeması (EPD- ISO 14025-TİP III) için ürün kategori kurallarını (PCR) ortaya koymaktadır. Bu yöntemle her 1 ton yapı malzemesinin çevresel profilinin oluşturulmasının yanısıra farklı temel profiller bir araya gelerek yapı inşaatının 1 metrekarelik çevresel performansını belirlemektedir. PCR yöntemi; ilgili ISO standartlarınındaki gereksinimleri karşılamasının yanı sıra, TİP III çevresel ürün beyanlarının (EPD) üretilmesi için gerekli detay bilgiyi sağlamaktadır.

Ayrıca yapı malzemeleri için, ISO 14025 standardının uygulanabilmesine dair gerekli kuralların oluşturulduğu ISO 21930 (Sustainability in building construction – Environmental declaration of construction products) standardı özel olarak geliştirilmiştir. Çevresel profil yönteminde sadece çevresel etkiler değerlendirilmiş olup sosyal ve ekonomik etkiler kapsam dışı bırakılmıştır.

- BRE Çevresel Profil yönteminin yapı malzemeleri ve yapı elemanlarını, 3 farklı süreçte ele aldığı ve YDD yöntemini kullanarak değerlendirdiği belirlenmiştir. Ancak özellikle kullanım sürecinde yapı malzemesinin miktar olarak incelenmesi (örn. izolasyon için; 300 tane tuğla yada 1 ton yalıtım malzemesi gibi) nesnellik ve eşitlik açısından uygun olmamaktadır. Yapı malzemesinin tüm yaşam döngüsü açısından hangi bağlamda ve ne amaçla kullanıldığının bilinmesi malzemenin tanımlanması için önemlidir. (örn. Tuğla ve yalıtımın duvar elemanında kullanılması). Farklı yapı malzemelerinin aynı yada benzer işlevleri yerine getiren bileşen grupları olarak mukayese edilmesi için fonksiyonel birimin malzeme sistemindeki performans özelliklerinin tanımlanması gerekmektedir. Fonksiyonel birim malzeme akışının (enerji-su-hammadde gibi girdiler ve atık gibi çıktılar) nitel bir şekilde normalleştirilmesine olanak vermektedir. Çevresel profil için süreçler 3 tiptedir;

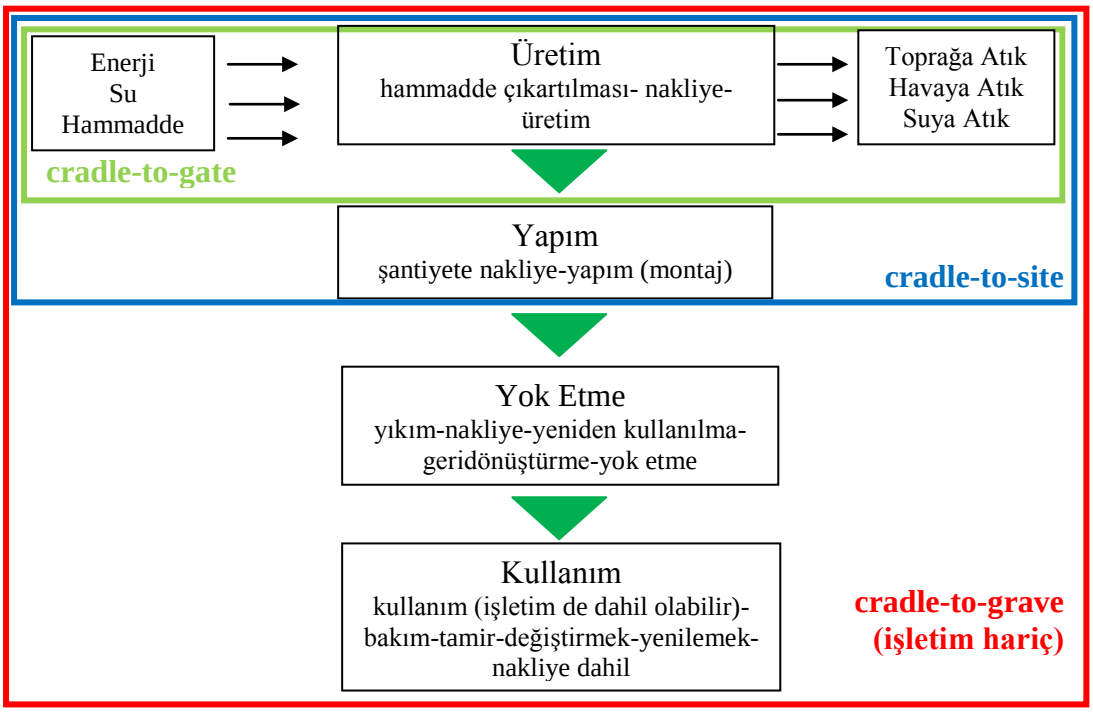
Beşikten mezara; 1 ton malzeme için çevresel profildir. (karşılaştırma yapılmaz)

Beşikten şantiyeye; 1 metrekarelik kurulu yapı elemanı içindir. (karşılaştırma yapılmaz)

Beşikten mezara; 60 yıllık kullanım süresi göz önüne alınan 1 metrekarelik yapı elemanı içindir. Bu süreç; kullanım sürecindeki bakım, yenileme, yok etme faaliyetlerini içermekle beraber 60 yıllık kullanım süresi sona erdikten sonra kalan

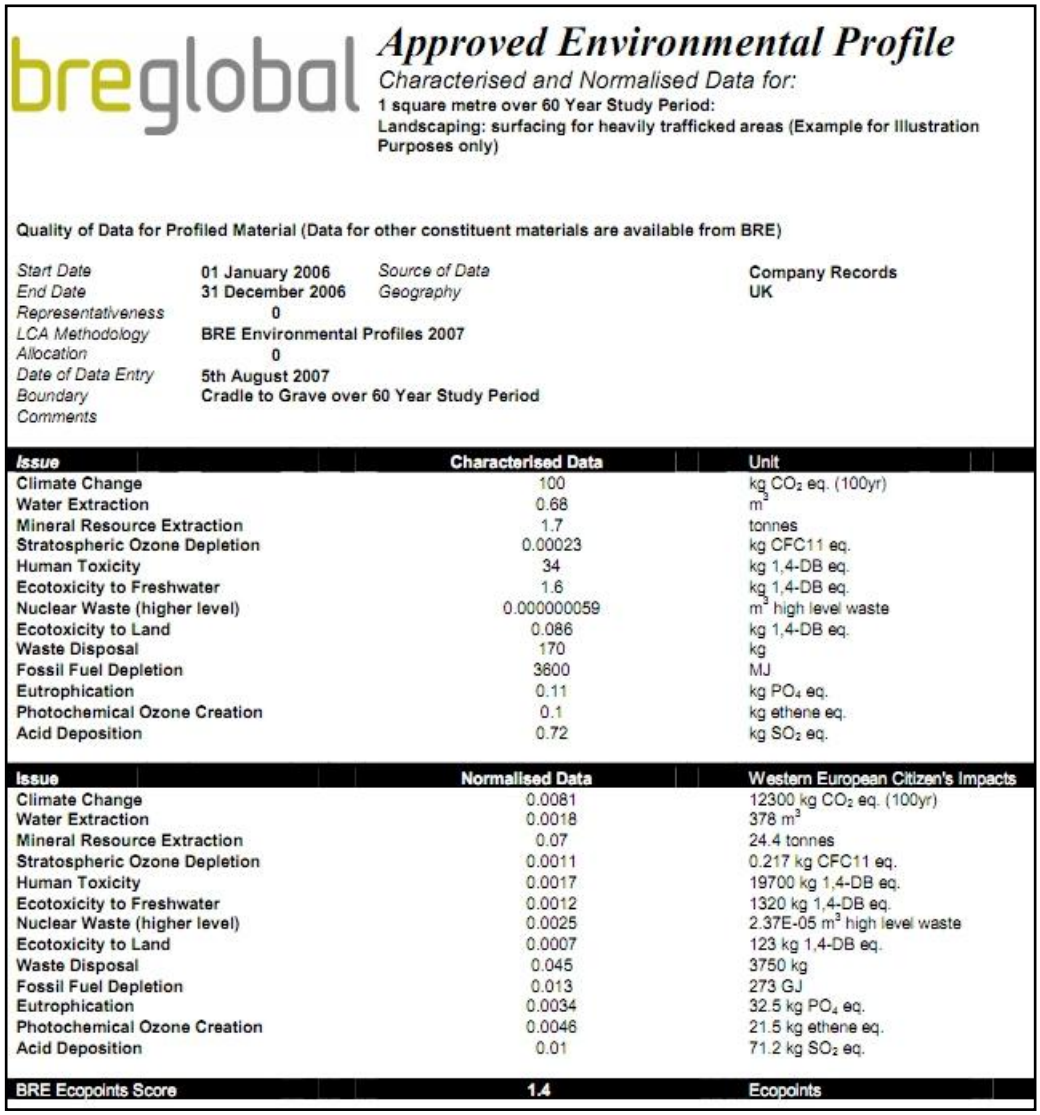
eleman parçalarının yok edilme faaliyetlerini de içermektedir. (fonksiyonel birim eşit ise karşılaştırma yapılabilir).

• Çevresel Profillerde malzeme kullanım sürecindeki işletim (operational) etkileri (örn. ısı kaybının yalıtımla önlenmesi) kapsam dışı bırakılarak kullanım sürecinde sadece bakım/tamir konusu incelenmektedir. Çünkü işletim sürecindeki etkiler; yapı boyut,biçim ve fonksiyonu ile kullanıcı davranışlarına bağlı olmaktadır. Bina ölçeğinde değerlendirmede ise işletim konusunun göz önüne alınması gerekmektedir [69]. Şekil 5.5'te tüm YDD sürecinde Çevresel Profil Yönteminin malzemeyi ve yapı elemanını ele alış biçimi analiz edilmektedir.



Şekil 5.5 : Tüm yaşam döngü sürecinde Çevresel Profil Yönteminin malzemeyi ve yapı elemanını ele alış biçimi.

Şekil 5.6'da ise BRE Global tarafından onaylanmış çevresel profil örneği verilmektedir.



Approved Environmental Profile

Characterised and Normalised Data for:

1 square metre over 60 Year Study Period:
Landscaping: surfacing for heavily trafficked areas (Example for Illustration Purposes only)

Quality of Data for Profiled Material (Data for other constituent materials are available from BRE)

Start Date	01 January 2006	*Source of Data*	Company Records
End Date	31 December 2006	*Geography*	UK
Representativeness	0		
LCA Methodology	BRE Environmental Profiles 2007		
Allocation	0		
Date of Data Entry	5th August 2007		
Boundary	Cradle to Grave over 60 Year Study Period		
Comments			

Issue	Characterised Data	Unit
Climate Change	100	kg CO_2 eq. (100yr)
Water Extraction	0.68	m^3
Mineral Resource Extraction	1.7	tonnes
Stratospheric Ozone Depletion	0.00023	kg CFC11 eq.
Human Toxicity	34	kg 1,4-DB eq.
Ecotoxicity to Freshwater	1.6	kg 1,4-DB eq.
Nuclear Waste (higher level)	0.000000059	m^3 high level waste
Ecotoxicity to Land	0.086	kg 1,4-DB eq.
Waste Disposal	170	kg
Fossil Fuel Depletion	3600	MJ
Eutrophication	0.11	kg PO_4 eq.
Photochemical Ozone Creation	0.1	kg ethene eq.
Acid Deposition	0.72	kg SO_2 eq.

Issue	Normalised Data	Western European Citizen's Impacts
Climate Change	0.0081	12300 kg CO_2 eq. (100yr)
Water Extraction	0.0018	378 m^3
Mineral Resource Extraction	0.07	24.4 tonnes
Stratospheric Ozone Depletion	0.0011	0.217 kg CFC11 eq.
Human Toxicity	0.0017	19700 kg 1,4-DB eq.
Ecotoxicity to Freshwater	0.0012	1320 kg 1,4-DB eq.
Nuclear Waste (higher level)	0.0025	2.37E-05 m^3 high level waste
Ecotoxicity to Land	0.0007	123 kg 1,4-DB eq.
Waste Disposal	0.045	3750 kg
Fossil Fuel Depletion	0.013	273 GJ
Eutrophication	0.0034	32.5 kg PO_4 eq.
Photochemical Ozone Creation	0.0046	21.5 kg ethene eq.
Acid Deposition	0.01	71.2 kg SO_2 eq.

BRE Ecopoints Score	1.4	Ecopoints

Şekil 5.6 : BRE Global tarafından onaylanmış çevresel profil örneği [70].

Code for Sustainable Homes (CSH)

BRE Global Ekohomes şeması; yeni yapılan bina (müstakil konut tiplerinden oluşan toplu konut yerleşimlerinde); performanslarının değerlendirilmesi ve sertifikalandırmasını için geliştirilmiş çevresel değerlendirme sistemidir. Değerlendirme 2 aşamada yapılmaktadır. Tasarım aşamasında ön değerlendirme yapılmaktadır. Bu ayrıntılı raporda kanıtlanmış ve taahhütlere dayalı geçici uygunluk sertifikaları bulunmaktadır. İnşaat sonrası aşamada ise nihai değerlendirme ve belgelendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme sisteminden kazanılan puanlar BREEAM'da referans alınan Green Guide To Specification klavuzundaki puanlara eşit sayılmaktadır. Örneğin CSH'da A^+ dereceli bir özellik için 3 kredi verilmektedir. Bu 3 kredi BREEAM'da 3 puana eşit olmaktadır. BREEAM'da 3 puan, yaklaşık 1

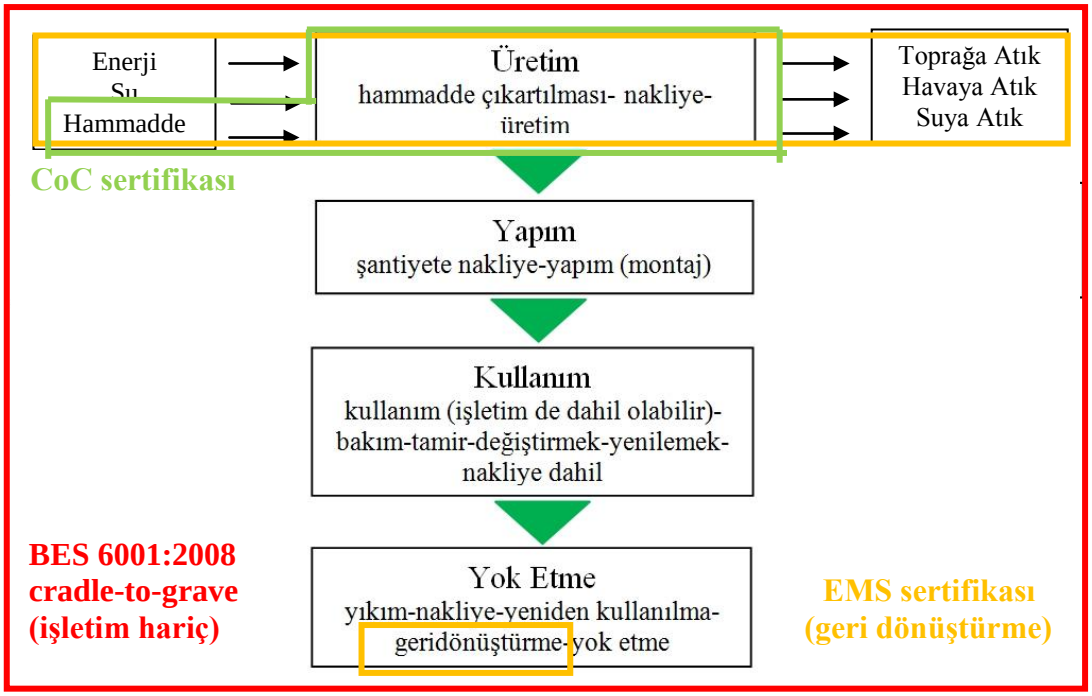
krediye eş değer olmaktadır. CSH, malzeme kategorisinde; malzemelerle ilgili EMS, CoC, Green Dragon Environmental Standard, BES 6001, EPD şeklinde sertifikalar istenmektedir.

*** EMS (Environmetal management system) Certificate:** Hava, su ve toprağa olan atıkların değerlendirildiği, malzemenin yeniden kullanım, geri dönüşebilirlik ve onarım konularının da ele alındığı çevresel yönetim sistemidir. ISO 14001 serisine dayalıdır. Malzemelerin üretim süreci ve geri dönüştürülebilir içeriği incelenmektedir [66].

* **CoC (Chain of Custody) Certification:** Ahşap malzemesinin sertifikalandırılmış orman alanlarından elde edilişinden tüketicilere sunulmasına (nakliye dahil) kadar olan süreci incelemektedir [71].

* **Green Dragon Environmetal Standard:** Etkin bir çevre yönetimin tanımlandığı, şirket ve kuruluşlara çevre yönetim sistemi sunan ve çevresel iyileştirmelerin elde edilmesi için eylemleri ödüllendiren standarttır. ISO 14001 ve EMAS (EU Eco-Management and Audit Scheme) uluslar arası AB çevre standartları düzeyine ulaşılmasını sağlayan 5 seviyeden oluşmaktadır. 5. seviyeye ulaşan kuruluşlar ISO 14001 ve EMAS standart gereksinimlerinin karşılanmasında başarı elde edebilir. BREEAM bu standartta asgaride 4. seviyeye ulaşmayı yeterli görerek çevre yönetim standartlarına denk kabul etmektedir [72].

* **BES6001:2008: Framework Standard for Responsible Sourcing of Construction Products:** Sorumlu malzeme kaynaklarının seçilmesi ve inşaat ürünlerinin değerlendirilmesi için bir yol sunmaktadır. YDD yöntemiyle ilişkilidir. Standarta uyması için malzemenin zorunlu kriterleri karşılaması ve yönlendirilen referanslara uyması gerekmektedir. Malzemeler bu kriterlere göre değerlendirilerek puanlanmaktadır. Malzemelerin tüm yaşam döngü sürecindeki; yönetim gereksinimleri, kullanıcı sağlık ve güvenliği, üretim aşamasındaki enerji, su hammadde ile hava-su-toprağa salınan atıklar, malzemenin geridönüştürülebilir veya yeniden kullanabilir olması, kaynak verimliliği, yenilenebilirliği, malzemenin nakliyesi, atık yönetimi konularını incelemektedir [73] Şekil 5.7'de tüm YDD sürecinde EMS, CoC ve BES6001 sertifikasının malzeme ele alış biçimi gösterilmektedir.



Şekil 5.7 : Tüm yaşam döngü sürecinde farklı standartların malzeme ele alış biçimi.

Environmental Product Declerations (EPD)

BRE çevresel profil yöntemi ve Green Guide To Specification bir EPD örneğidir. Yaşam döngü değerlendirmesi (YDD), EPD'nin temelini oluşturan bir araçtır. YDD ise BS ISO 14040 serisi gereklerine uygun olmaktadır.

BREEAM; çevresel profil yöntemi dışında değerlendirilmiş ve Green Guide To Specification'da eşdeğeri bulunmayan EPD'leri 3 aşamada değerlendirmektedir;

1. Aşamada; yapı elemanı çevresel etkisindeki EPD'nin payı, online Green Guide To Specification hesaplaması kullanılarak yapılmaktadır. Buna göre; yapı elemanını oluşturan her malzemenin çevresel etkisi % olarak belirlenmekte ve EPD'si olan malzemenin yüzdesi seçilerek Mat 1 hesaplama aracına girilmektedir.

2. Aşamada; EPD süreçleri 2'ye ayrılarak aşamalı seviyeye göre (tier level) belirlenmektedir. Buna göre; EPD 1 malzeme yaşam döngü sürecini cradle-to-grave'e kadar değerlendirmiş 3. taraf beyanlar, EPD 2 ise malzeme yaşam döngüsünü beşikten kapıya sürecine kadar değerlendirmiş 3. taraf beyanlardır. Her iki durumda da EPD; ISO 14020 serisindeki gerekler ile ISO 14025, ISO 219304 (çevre etiketleri ve beyanları ile ilgili), ISO 14040 ve ISO 14044 (yaşam döngü değerlendirmesi ile ilgili) standartlarındaki gereksinimleri karşılaması gerekmektedir.

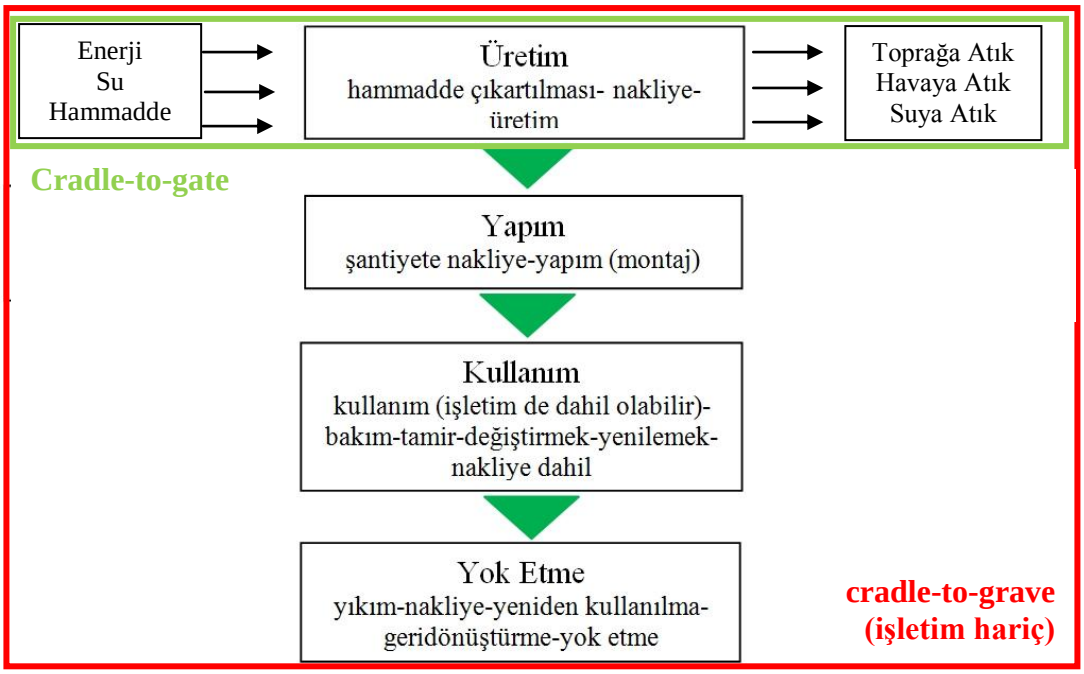
3. Aşamada; BREEAM Mat 1 hesaplama aracı; 1. aşamada belirlenen EPD

malzemesinin % etkisini, yapı elemanı mevcut Green Guide To Specification derecesine bakarak 2. aşamada belirlenen EPD seviyesine göre (EPD Tier 1 yada 2); tabloda kazanılan maksimum puanla çarpmakta ve genel Green Guide To Specification derece puanıyla toplamaktadır (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10 : EPD tipine göre Green Guide To Specification derece puanları [66].

Mevcut Green Guide To Specification Dereceleri	**Genel Green Guide To Specification Derece Puanları**	**EPD Tier 1 maksimum puan**	**EPD Tier 2 maksimum puan**
A^+	3.00	1.00	0.75
A	2.00	1.00	0.75
B	1.00	1.00	0.50
C	0.50	0.50	0.25
D	0.25	0.25	0.125
E	0.00	0.00	0.00

Örneğin Green Guide To Specification'da "B" seviyesinde derecelendirilen dış duvar elemanında tuğla yüzdesi % 65 ve EPD'si beşikten mezara olsun. Bu tuğlanın EPD seviyesi = Tier 1 ve Green Guide To Specification B seviyesine göre elde edilen EPD Tier 1 puanı = 1.00'dir. Buna göre kazanılan puan 0.65 x 1.00 = 0.65'dir. Diğer kalan %'lerdeki malzeme puanları bu şekilde hesaplanarak toplanmakta (örneğin toplam=0.78 olsun) ve B derecesindeki yapı elemanından elde edilen genel Green Guide To Specification derece puanıyla (1.00'dir) toplanarak yapı elemanından kazanılan toplam puan bulunmaktadır. (1.00 + 0.78=1.78 puan). Mat 1 bu şekilde diğer yapı elemanlarından kazanılan puanları toplayarak kazanılan kredileri belirlemektedir. Şekil 5.8'de ise tüm YDD sürecinde ISO 14025 EPD standardının malzemeyi ele alış biçimi gösterilmektedir.



Şekil 5.8 : Tüm yaşam döngü sürecinde ISO 14025 EPD standardının malzemeyi ele alış biçimi.

5.1.1.2 Malzeme 2 (Mat 2) sert peyzaj ve sınır korunumu

Bu ekolojik kriterin amacı; tüm yaşam döngüsünün dikkate alınarak, düşük çevresel etkiye sahip sert dış yüzeyler ve sınır koruma için malzeme özelliklerini tanımlamak ve teşvik etmektir. Kriterden 1 kredi kazanılmaktadır. Green Guide To Specification'da bu konu başlığı altında bulunan malzemelerin % 80'i A^+ veya A seviyesinde puan almaktadır. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Her bir uygulanan elemanın detaylı biçimde tanımlamasının yapılması ve malzeme içeriğinin belirtilmesi gereklidir.

2) Uygulanan bölge ve uygulanacak alanın m^2 sinin belirtilmesi gereklidir.

3) Çevresel profillere göre sert peyzaj ve sınır koruma ile ilgili malzemeler, "beşikten mezara" süreci kapasamında ele alınması

4) Hesaplamaların Mat 1 calculator aracı kullanılarak yapılması gerekmektedir.

5) Yapım sonrası aşamada fotoğraflama ve uygulama çizimleri ile BREEAM değerlendiricisinin yerinde inceleme raporunun verilmesi gerekmektedir.

İlgili referanslar; Green Guide To Specification, BRE çevresel profiller yöntemi, greenbooklive.

5.1.1.3 Malzeme 3 (Mat 3) malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi

Bu kriterin amacı; temel yapı elemanları için sorumlu malzeme kaynaklarının özelliklerini tanımlamak ve teşvik etmektir. Kriterden maksimum 3 kredi kazanılmaktadır. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Tanımlanan yapı elemanları ve malzemeleri; aşamalı derecelendirme (tier level) sistemiyle puanlanmaktadır. (Çizelge 5.11)

Çizelge 5.11 : Aşamalı derecelendirme sistemi ve ilgili puanları [66].

Aşamalı derecesi (tier level)	Puanlar
1	4.0
2	3.5
3	3.0
4	2.5
5	2.0
6	1.5
7	1.0
8	0

Buna göre; değerlendirilecek yapı elemanlarının sayısı, elde edilecek maksimum toplam puanı belirlemektedir. Örneğin 9 adet yapı elemanı değerlendirilecekse maksimum toplam puan 36 olmaktadır. (9x4). Ardından BREEAM kredilerinin toplam puana göre hesaplanması gereklidir. Örneğin 3 kredi almak için maksimum toplam puanın % 54'ü puan elde etmek gerekmektedir. (Çizelge 5.12). Hesaplama aracı olarak BREEAM Mat 3 calculator kullanılmaktadır.

Çizelge 5.12 : Kazanılan puan %'sine göre BREEAM kredileri [66].

BREEAM kredileri	Kazanılan mevcut puana göre elde edilmesi gerekli % değer
3	% 54
2	% 36
1	% 18

2) Herhangi bir yapı elemanından puan elde etmek için yapı elemanını oluşturan malzemelerin en az % 80'ninin sorumlu kaynaklardan seçilmiş olması gerekmektedir. Malzemelerin/yapı elemanlarının hangi seviyede sorumlu olduğu bilgisi, tedarik edenler/üreticilerden, sorumlu malzeme sertifikaları temin edilerek belirlenmektedir.

Kriter kapsamında malzeme; Tuğla (künk ve seramik karolar dahil), Parke taşı (beton, seramik), Reçineli malzemeler ve kompozitler, Beton (prekast ve yerinde

yapılmış beton, bloklar, harçlar, çimento karışımları ve karolar dahil), Cam, Plastik ve kauçuklar (EPDM, TPO, PVC ve VET çatı membranları dahil), Metaller (Çelik, alüminyum, vs.), Giydirilmiş ve kayrak dahil yapı taşları, Taş ve çakıllar, Ahşap, ahşap kompozit ve ahşap paneller (Glulam, OSB, MDF, kontrplak, yonga levha, çimentolu yonga levha dahil), Alçıpan ve alçı, Bitümlü malzemeler (çatı membranları ve asfalt gibi), Diğer mineral bazlı malzemeler (kalsiyum silikat ve lifli çimento dahil), Geri dönüştürülmüş içerikli malzemeler olarak değerlendirilmektedir. Yalıtım, yapıştırıcılar, macunlar ve katkı maddeleri bu kriter kapsamı dışındadır.

3) Herhangi bir seviyede BREEAM sertifikası almak için minimum gerekliliklerden birisi Mat 3 kriterinin 3 numaralı adımının uygunluğunun sağlanmasıdır. Bu adımda; Projede kullanılan tüm ahşap kökenli malzemelerin ve yapı elemanlarının UK hükümeti ahşap üretim politikasına uygun olarak üretilmesi gerekmektedir.

Bu kriter ile ilgili referanslar: Mat 1'de açıklanmış olan EMS geri dönüştürülmüş malzeme içeriği sertifikası, BES 6001:2008 sertifikası, Green dragon environmental standartı ve bunların dışında aşağıda açıklanan sertifikalar kullanılmaktadır:

EMS şirketleri: BS 8555 2003

EMS şirketi BS 8555 2003 (veya eşdeğeri) 'e göre yapılandırılmaktadır. BS 8555'e göre 1'den 4'e kadar olan seviyeler ana hatlarıyla tamamlanmakta ve buna göre sertifika verilmektedir. Bu 4 seviyedeki süreçler ile çıktı bilgileri şirketin belgelerinde bulunabilmektedir.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)

Uluslararası ticarete tabi, korunmakta olan bitki ve hayvan türleri gibi seçilen tür örneklerinin denetlenmesi prensibine dayanmaktadır.

CPET (Central Point of Expertise on Timber Procurement)

UK ahşap üretim politikası, AB ahşap yönetmeliği ve Orman yasaları yönetim ve ticareti yönetmeliği hakkında bilgi veren, yasal yollarla temin edilmiş ahşap ve ahşap kökenli ürünleri tanımlamaktadır. FSC, PEFC, SFI ve CSA sertifikalarının geçerliliğini tanımaktadır [74].

CSA (The Canadian Standards Association) - CoC certification

Kanada orman yönetim sistemi; orman yöneticileri ile ahşap ürün üreticilerinin, kaynaktan çıkarılmadan kullanıcılara ulaşmasına kadar olan süreçlerini bağımsız 3. taraf sertifika uzmanları tarafından sertifikalı hale getirmekte kullanılmaktadır [75].

FSC (Forest Stewardship Council) [76]

Dünyadaki orman alanlarının sorumlu bir şekilde yönetilmesine destek olan, bağımsız bir kuruluştur. FSC sertifikası; 10 temel prensibe dayanmaktadır. Sertifikaların değerlendirme yöntemi FSC'nin oluşturduğu ilgili yasal düzenlemeler ve standartlara dayanmaktadır.YDD yönteminden bağımsızdır. Sertifikalar 3 tiptedir,

Orman Yönetimi sertifikaları (Forest management certification); Orman yönetiminin ekolojik, ekonomik ve sosyal yönden bağımsız kuruluşlar tarafından kontrol edilerek denetlenmesi ve sertifikalandırılması kapsamına dayanmaktadır.

Gözetim zinciri sertifikası (FSC - Chain of custody (CoC) certification); Orman ürünlerinin doğrulanmış kaynaklardan sorumlu bir şekilde çıkarıldığını ve kullanım aşamasına kadar olan (nakliye, üretim, satışa sunma) sürecini ele alan, sorumlu orman yönetimini destekleyen gönüllü araçtır. Malzemeler; FSC'nin hazırladığı standartlara göre değerlendirmektedir. İlgili referansları; FSC-POL-40-002 Group COC, FSC-STD-40-004 COC Certification, FSC-STD-20-011 COC Evaluations [77,78].

FSC kontrollü ahşap (FSC Controlled Wood); Sertifikalı olmayan malzemenin, FSC sertifikalı malzemeyle karıştırılmasından oluşan ürünler için "FSC mix etiketi" kullanılmaktadır. Üretici ve satıcıların uygun olmayan kereste ve kereste ürünlerinden kaçınmaları için sertifikasız malzeme kısmının, FSC kontrollü ahşap kriterlerine uygun olması gerekmektedir. Böylelikle bu malzemeler FSC sertifikalı malzemelerle karıştırılarak FSC mix etiketi alabilmektedir.

MTCC (Malaysian Timber Certification Council)

MTCC ahşap sertifika sistemi; tropikal ormanların yönetiminde karşılaşılan güçlükler nedeniyle aşamalı bir yaklaşım kullanılmaktadır. Üretici ve satıcıların MTCC standartlarına uygun ahşap ürünleri ürettiklerini doğrulayan sertifikadır. MTCC CoC sertifikası, 2008'den bu yana PEFC sertifika sistemini kullanmaktadır [79].

PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification)

Ürünlerdeki ahşap, ahşap fiber veya orman dışı ahşabın içeriği konusunda, ormandan elde edilişinden nihai ürüne kadar olan süreç hakkında bilgi veren sertifikadır. Diğer sertifika sistemlerinden farklı yanı; uygulanan yöntemin uluslararası koşullara göre hazırlanmış ISO 9001 ve ISO 14001 ve ISO 14020 ve 14021 standartlarına dayanması ve sisteminin uygulanacağı ülkelere göre yerelleşmesidir. Malzemeler ve geri dönüştürülmüş içeriğe sahip ürünlerde ISO 14021 Tip II çevresel etiketleme standardına uyulması gerekmektedir [80].

SFI (Sustainable Forestry Initiative) - Chain of custody (CoC) certification

SFI sertifikası; PEFC'nin kuzey Amerika için onayladığı SFI 2010-2014 standardı, CSA ve ANSI standartları ve ATFS (American Tree Farm System) sertifikası ile çevresel yönetim sistemleri ISO 9001, ISO 14001 ve ISO 14020 standartlarına dayanmaktadır. Kaynak onaylı, sertifikalı ormanlardan elde edilen lif kullanımı ve tüketim sonrası geri dönüştürülmüş malzemenin kullanımına sertifika vermektedir [81].

SGS (Société Générale de Surveillance's) VLTV (Timber legality and traceability verification)

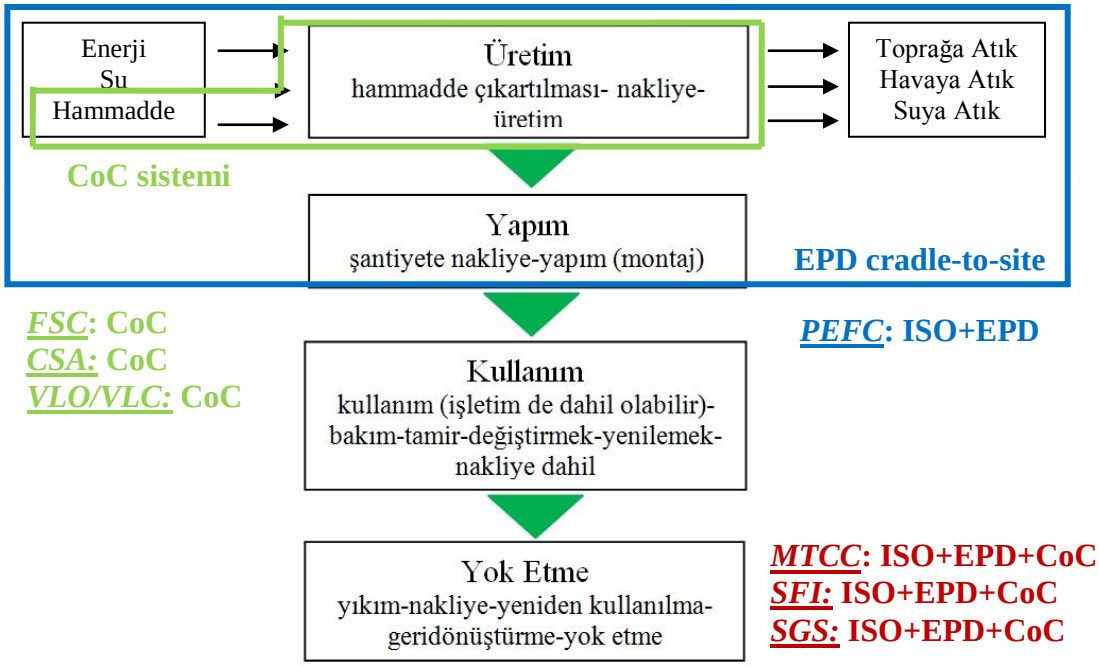
Şirketler tarafından yasal olarak elde edilen, üretilen ve satılan kerestenin üretim sürecini, 9 temel prensibe dayanarak onaylamaktadır. 2 aşamalı yaklaşıma sahiptir. 1. aşamada 9 temel kriterin 5 tanesine uyum, 2 yıl içinde de 2. aşamada olan 9 kritere uyum gerekmektedir. CoC standardına, yerel yönetmeliklere, çevresel yasalara, (CITES, IUCN (International Union for Conservation of Nature), etki değerlendirmeleri, atık ve su yönetimi, hava kalitesi, biyo çeşitlilik vb) dayanmaktadır [82].

VLO/VLC (Rainforest Alliance's) Verification of legal origin and compliance

Program, ürünlerin hammadde kaynaklarına yönelik yasal statüye sahip bağımsız 3. taraf doğrulama servisidir. VLO, kereste malzemesinin kaynaktan sorumlu olarak yasal yollarla elde edildiğini, CoC sistemine uygun olarak üretildiğini ve belirlenen alanlarda izin, planlama, vergi, ücretlendirme, hasat gibi idari gereksinimleri kapsamaktadır. VLC ise VLO kapsamının genişletilerek; çevre korunumu, yaban hayatı, su ve toprak korunumu, hasat kriterleri ve uygulamaları, işçi sağlığı ve iş güvenliği, toplumsal adalet gibi ilgili yasa ve yönetmeliklere uyumlu, daha geniş bir

aralığı kapsamaktadır. İzlenen 2 aşama sonrası 5 yılda FSC sertifikası alınabilmektedir [83].

Şekil 5.9'da yukarıda açıklanan sertifika araçlarının tüm YDD sürecinde malzemeyi ele alış biçimi gösterilmektedir.



Şekil 5.9 : Tüm yaşam döngü sürecinde sertifikaların malzemeyi ele alış biçimi.

Yönlendirilen sertifikaları elde etmiş yapı alamanlarının sertifikaları aşamalı seviyeye Çizelge 5.13'de gösterilediği şekilde dönüştürülmekte ve puanlar elde edilmektedir.

Çizelge 5.13 : Sorumlu kaynak sertifikaları ve aşamalı derecesi [66].

Sertifikalar	Sertifika Seviyesi	Aşamalı derecesi (tier level)
BES 6001 malzeme sertifikası	Mükemmel	2
	Çok İyi	3
	İyi	4
	Geçer	5
BES 6001 standart sertifika	Mükemmel	2
	Çok İyi	3
	İyi	4
	Geçer	5
CSA CoC sertifikası	CoC sertifikası	3
EMS sertifikası (% 100 geri dönüşümlü ahşap için)	Kilit süreç ve tedarik zinciri yok etme süreci	6
EMS sertifikası	Kilit süreç	7
FSC	CoC sertifkası	3
Green Dragon Environmental Standard	Seviye 4 ve üstü	7
Geri dönüştürülmüş malzeme	Kilit süreç için EMS sertifikalı	6
Yeniden kullanılan malzeme		3
MTCC	CoC sertifikası	6
PEFC	CoC sertifikası	3
SFI	CoC sertifikası	3
SGS VLTV	Timber Legality & Traceability Verification (TLTV)	6
Rainforest Alliance's Verification of legal origin and compliance	Verification of Legal Origin and Compliance (VLO/VLC)	6

5.1.1.4 Malzeme 4 (Mat 4) yalıtım

Bu kriterin amacı; termal özelliklere göre düşük gömülü etkisi olan, kaynaklardan sorumlu ısı yalıtım malzemesi kullanımını tanımlamak ve teşvik etmektir. Kriterden maksimum 2 kredi kazanılmaktadır. (kaynak sorumluluğu 1, gömülü etki 1). Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Dış duvarlar, zemin döşemesi, çatı ve bina servislerinde uygulanan yalıtım malzemeleri değerlendirilmektedir.

2) Green Guide To Specification'daki yalıtım malzemeleri kısmından malzemeler tanımlanmalıdır.

3) Bina yalıtımında izolasyon endeksinin 2 veya 2'den büyük olması gereklidir.

4) BREEAM Mat 4 hesaplama aracı kullanılmaktadır. Hesaplama yöntemi; her tip

yalıtım için, hacim ağırlıklı ısıl direnç olarak hesaplanmaktadır:

- Yalıtım alanı (m^2) **x** incelik (m) / ısı iletkenliği (W/m.K) veya

- Toplam yalıtımın hacmi (m^3) / ısı iletkenliği (W/m.K).

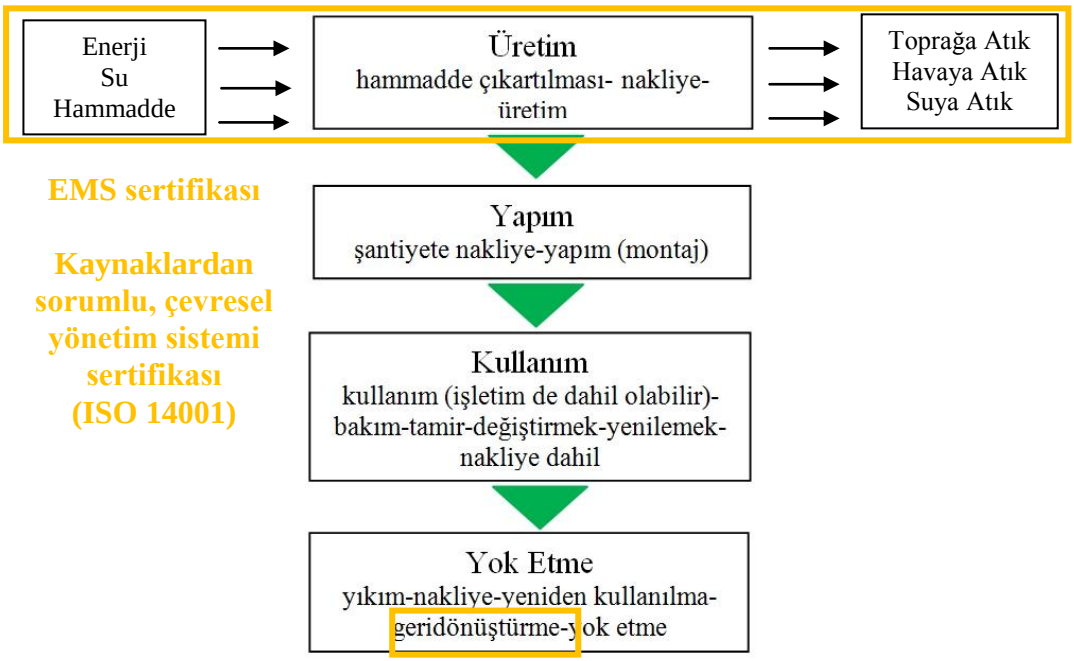
Hesaplanan hacim ağırlıklı ısıl direnç, Green Guide To Specification'da A+ ile E arasında değerlendirilmekte ve karşılığında 3 ile 0 aralığında bir puanla çarpılmaktadır.

• İzolasyon endeksi; BREEAM'in, binada kullanılan yalıtım malzemesinin gömülü etkisiyle ilgili termal özellikleri değerlendiren performans ölçüsüdür. Bina yalıtımında izolasyon endeksinin 2 veya 2'den büyük olması gereklidir. İzolasyon endeksini hesaplamak için; tüm yalıtım elemanlarının Green Guide To Specification'da düzenlenen puanlar toplamı, hacim ağırlıklı ısıl direnç toplamına bölünmektedir. Örneğin; bir çatı yalıtımı için; Alan = 210m^2. İncelik = 120mm, Isı iletkenliği = 0.027 W/mK Green Guide To Specification derecesi = A^+ (karşılığı: 3 puan). Hacim ağırlıklı ısıl direnç: ((210x0.120)/0.027) = 933, Green Guide To Specification düzenleme puanı: 933 x 3.0 = 2799

Hesaplama yöntemi döşeme, duvar gibi diğer yalıtım kullanılan yerlerde de hesaplanarak çıkan düzenleme puanları toplamı; hacim ağırlıklı ısıl direnç toplamına bölünmektedir. Örneğin düzenleme puan toplamı 8121, ısıl direnç toplamı 4777 olsun. İzolasyon endeksi = 8121 / 4777 = 1.7 (2 değerinin altında olduğundan kredi kazanılmaz.) Tüm yaşam döngüsünü yada bir kısmını inceleyen yalıtım malzemesi için yapılmış EPD'ler; binanın mat 4 performansını oluşturan malzeme katkısını arttırmak için kullanılabilmektedir. Bunun için Mat 1 EPD hesaplama yöntemi kullanılmaktadır. Ancak; Mat 1 hesaplama yönteminde EPD'ler yapı elemanı/bina çevresel etkisini belirlemekteyken Mat 4'te EPD'ler malzeme seviyesinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle Mat 1 hesaplamasında 1. aşamada uygulanabilir değildir.

5) Bina elemanlarında kullanılan ısı yalıtım hacminin en az % 80'i sorumlu kaynaklardan çıkarılmış olmalıdır. Her ısı yalıtım malzemesi; sorumlu kaynak konusunda Mat 3'de belirtilen aşamalı derecelendirme (tier levels) belgesine sahip olması gereklidir.

• Mat 4 ile ilgili referanslar; EMS sertifikasının üretim süreci kapsamında ele alınmasıdır. Şekil 5.10'da EMS sertifikasının tüm YDD sürecinde malzemeyi ele alış biçimi gösterilmektedir.



Şekil 5.10 : Tüm yaşam döngü sürecinde EMS sertifikasının malzemeyi ele alış biçimi.

5.1.1.5 Malzeme 5 (Mat 5) dayanıklılık için tasarım

Bu kriterin amacı; bina ve çevresinde bulunan yapı elemanlarının korunması, yenileme sıklığının en aza indirilmesi ve malzeme iyileştirilmesinin en yüksek seviyeye çıkarılmasını sağlamak ve teşvik etmektir. Kriterden 1 kredi kazanılmaktadır. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Araç ve yaya trafiğine maruz kalan binanın iç ve dış alanların belirlenmesi,

2) Tasarımın uygun dayanıklılık ve koruma önlemleri içermesi veya tasarım özellikleri ve çözümlerinin binanın zayıf kesimlerinin zarar görmesini önlemesi gereklidir. Bunun için;

- Yaya trafiğinin yoğun olduğu alanların korunması (kapılar, asansör, merdiven, koridor vb.)

- Depolama, dağıtım, koridor ve mutfak alanlarında herhangi bir iç taşıt / trolley hareketine karşı 1 m'lik iç yapı dokusunun korunması

-Potansiyel araç çarpışmalarına karşı tüm araba park yerleri için dış bina cephesinden

1 m'ye kadar olan bölgenin araç trafiğinden korunması, teslimatın yapıldığı alanlarda 2m'ye kadar korunması gerekmektedir.

• Mat 5 ile ilgili referanslar; BS 5234-2: Partitions (including matching linings) – Specification for performance criteria for strength and robustness including methods of test-1992 ve sağlık yapıları için; Health Technical Memorandum 56 – Partitions, HTM 69 Protection, 2nd Edition, Department of Health, 2005.

BREEAM 2011 malzeme yaşam döngüsüyle ilişkili diğer kriterler şu şekildedir;

5.1.2 BREEAM Malzemelerle ilgili diğer kriterler

Bu bölümde BREEAM 2011 Yeni Yapılar şeması malzemelerle ilgili diğer kriterler; YDD yaklaşımı yönünden analiz edilerek ilgili kriterlerdeki referansların malzemeyi yaşam döngü süreci kapsamında ele alış biçimi incelenmektedir.

5.1.2.1 Atık 1 (Wst 1) inşaat atık yönetimi

Bu kriterin amacı; inşaat atıklarının azaltılması ve etkin yönetim yoluyla kaynak verimliliğini sağlamak ve teşvik etmektir. Kriterden maksimum 4 kredi kazanılmaktadır. (3 kredi inşaat kaynak verimliliği, 1 kredi arazi doldurmasından elde edilen kaynakların ayrılması). Herhangi bir seviyede BREEAM sertifikası almak için atık 1 kriterinden kredi kazanılması zorunludur. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Tasarım ve yapım aşamasında oluşan tehlikeli olmayan inşaat atıkları (yıkım ve hafriyat atıkları hariç) 100m^2 başına üretilen atık miktarı (brüt iç zemin alanı); minimum 1 kredi için 11.1 ton (13.3 m^3), maksimum 3 kredi için 3.2 ton (3.4 m^3)'u karşılaması yada daha üstünde (örn: 1.9 ton) olması gereklidir.

2) İnşaat için uyumlu şantiye atık yönetimi olmalıdır.

3) Arazide mevcut bir bina yıkılacak ise, mevcut binanın malzemeleri belirlenmeli, yıkımdan önce mevcut binanın yenileme/yeniden kullanım durumu düşünülmeli, yıkım yapılacaksa malzemenin geri kazanımının (yeniden kullanım/geridönüştürülebilirlik) en üst düzeye çıkarılması hedeflenmelidir. Bunun için; inşaat için uyumlu şantiye atık yönetiminin; Önemli tadilat / yıkım malzemelerin belirlenmesi ve önemli tadilat ve yıkım malzemelerinin yeniden

kullanım ve geri dönüşüm için potansiyel uygulamaların ve ilgili konuların belirlenmesi gerekmektedir.

4) Arazi doldurmasından elde edilen kaynakların ayrılmasıyla oluşan tehlikeli olmayan inşaat ve yıkım atık yüzdesi Çizelge 5.14'te belirtilen değerlerde olmalıdır;

Çizelge 5.14 : Tehlikeli olmayan inşaat ve yıkım atık yüzdesi [66].

BREEAM kredileri	Atık Tipi	Hacmi	Tonaj
1 Kredi	Yıkım dışı	% 70	% 80
	Yıkım	% 80	% 90

5) İnşaat atık yönetimiyle uyumlu olmalıdır.

6) Atık malzemeler ayrı atık gruplar halinde sıralanır olmalıdır. Bunun için Avrupa Atık Kataloğuna (European Waste Catalogue) bakılmalıdır.

• Wst 1 ile ilgili referanslar; ICE (Institution of Civil Engineers) yıkım protokolü, DEFRA (Department of environment, food and rural affairs), WRAP (Waste resources action programme), CSH Was 2 kriteri (construction site waste management), SWMP.

SWMP (site waste management plan) [84]

Kaynak verimliliğini arttırmak (kaynak atık oluşumunu indirmek, tasarımcı, mal sahibi ve müteahhitleri bilgilendirerek şantiye içinde veya dışında malzemelerin kullanımı, geridönüşümü ve yeniden kullanımını sağlamak) ve yasa dışı atık faaliyetlerini önlemek amacındadır. BRE, DEFRA, WRAP programın referanslarıdır.

SMARTWaste System

BREEAM, büyük tonajlı olmalarına rağmen kaynak verimliliği konusunda yıkım ve hafriyat atıklarını kapsam dışı bırakmıştır. Nedeni bu atıkların araziye bağlı olması ve atık miktarının azaltılmasının herzaman mümkün olmamasıdır. Yıkım ve hafriyat atıklarının kapsam dışı bırakılması, yıkım sonucu oluşan malzeme ayrıştırma ve geri dönüşüm konusunun düşünülmesini sağlamakta ve yeni malzeme üretmek/kullanmak yerine geri dönüştürülen malzemelerin kullanılmasını teşvik etmektedir.

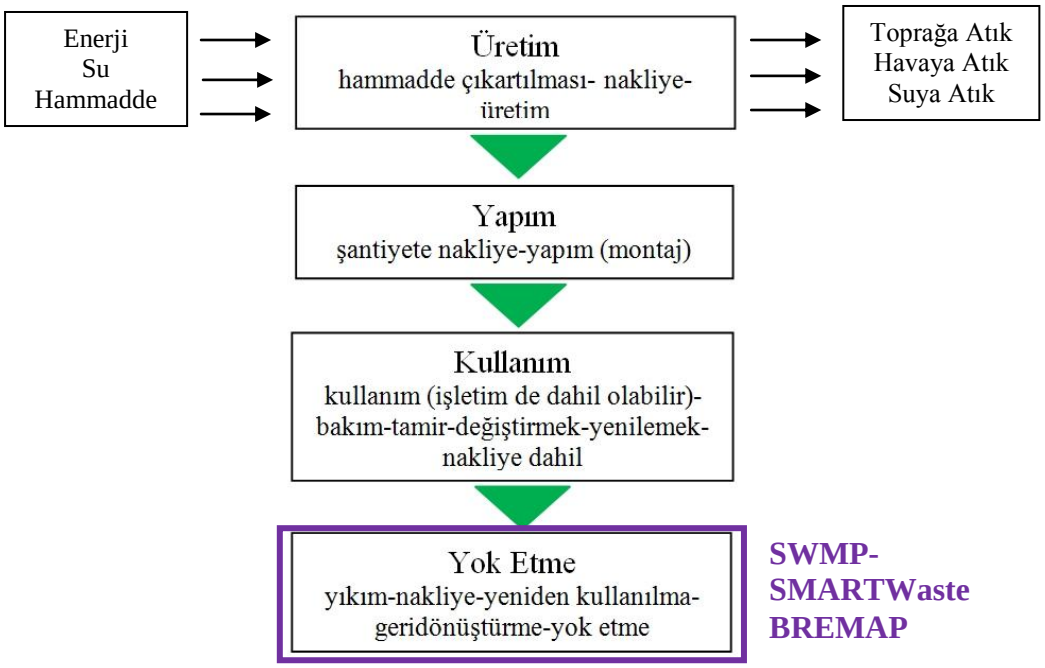
Ücretsiz web tabanlı araç olan SMARTWaste sistemi, yüzlerce projeden toplanan veriler kullanılarak elde edilmiştir. SWMP planları oluşturarak proje üzerinde atık ölçümü yapmaktadır. Sanayi atık kriterleri ve BREMAP'le bağlantısı bulunmaktadır. Oluşturulan şablonlar BREEAM kredilerini karşılamak için kullanılabilir ve

internetten indirilebilir. SMARTWaste aracıyla enerji ve su tüketimi ile sertifikalandırılmış ahşap üretimi de izlenebilmektedir. Aynı zamanda karbon hesaplama aracı ve atıkların ekonomik değerlendirmesinin de gelecekte sisteme eklenmesi öngörülmektedir.

BREMAP

Atık yönetim tesislerini gösteren coğrafi bilgi sistemidir. Böylelikle en yakın ve en uygun atık yönetim alanı bulunarak yoğun atık taşımacılığının azaltılması, en yakın geridönüşüm, sıkıştırma, depolama ve yakma tesisleri ile üretici geri alma şemaları, transfer istasyonlarının bulunması, yerel geri dönüştürülmüş ürünlere ulaşılması sağlanmaktadır.

Şekil 5.11'de tüm YDD sürecinde SWMP, SMARTWaste ve BREMAP'nin malzemeyi ele alış biçimi belirtilmektedir.



Şekil 5.11 : Tüm yaşam döngü sürecinde SWMP, SMARTWaste ve BREMAP'nin malzemeyi ele alış biçimi.

5.1.2.2 Atık 2 (Wst 2) geri dönüştürülmüş agregalar

Bu kriterin amacı; saf malzeme talebini azaltarak, geri dönüştürülmüş ikincil agrega kullanımını sağlamak ve inşaattaki malzeme verimliliğini iyileştirmektir. Kriterden 1 kredi kazanılmaktadır. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Belirtilen geri dönüşümlü veya ikincil agrega toplamı, binada kullanılan yüksek kaliteli agrega toplamının % 25'inden (hacim veya ağırlık olarak) fazla olmalıdır.

2) Toplam miktara katkıda bulunmak için uygulama başına geri dönüşümlü ve / veya ikincil agrega olarak belirtilen yüksek kaliteli agrega yüzdesi (mevcut) tabloda belirtilen minimum seviyede (ağırlık veya hacim) olmalıdır. (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 : Geri dönüşümlü ve / veya ikincil agrega olarak belirtilen yüksek kaliteli agrega yüzdesi [66].

Uygulama	Minimum Yüzde (%)
Strüktürel çerçeve	% 25
Zemin döşeme dahil Döşemeler	% 25
Bitüm veya hidroliğe bağlı temeller, binder, asfalt alanlar ve yollar için yüzeyler	% 50
Beton yol yüzeyler	% 25
Boru Yatakları	% 50
Bina temelleri	% 25
Granül dolgu ve kapaklama	% 75
Çakıl peyzaj	% 100

3) Agregalar; şantiyeden elde edilen, şantiyenin 30 km yarıçap içindeki bir atık işleme alanından elde edilen veya inşaat dışı, tüketim sonrası yada sanayi yan ürün kaynağından elde edilen ikincil agregalar olabilmektedir.

Wst 2 ile İlgili referanslar; malzeme iyileştirilmesi konusunda Mat 4 yalıtım kriteri, Specification For Highway Works (SHW) Series 600 Earthworks.

5.1.2.3 Atık 4 (Wst 4) tehlikeli döşeme ve tavan bitirmeleri

Bu kriterin amacı; bina kullanıcıları tarafından seçilen döşeme ve tavan kaplamalarının özelliklerini tanımlamak ve malzemelerin gereksiz israfını önlemektir. Kriterden 1 kredi kazanılmaktadır. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Ofis yapıları gibi kullanıcıların belirsiz olduğu yapılarda; kiralanabilir alanlarda önceden zemin ve tavan kaplamaları yapılmalıdır. Bu alanlar; net kullanılabilir alan toplamının % 25'inden az olmalıdır.

2) Belirli kullanıcılar için geliştirilen binalarda, kullanıcı onayı ile önceden zemin ve tavan kaplamaları belirtilmelidir.

5.1.2.4 Yönetim 3 (Man 3) şantiye alanı etkileri

Bu kriterin amacı; kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve çevre kirliliği açısından çevreye duyarlı şantiyelerin yönetiminin sağlanması ve teşvik edilmesidir. Kriterden 5 kredi kazanılmaktadır. 1 kredi enerji tüketimi, 1 kredi su tüketimi, 1 kredi yapı malzemesi ve atıkların şantiyeye nakliyesi, 1 kredi kereste üretiminden, 1 kredi şantiye yönetimi konusundan kazanılmaktadır. Bu kriterin malzemelerle ilgili konularından toplamda 2 kredi kazanılması mümkündür. Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Yapı malzemesi ve atıkların şantiyeye nakliyesi; inşaat malzemelerinin fabrikadan şantiyeye taşınması (depolama dahil) ve şantiyeden inşaat atıklarının atık bölgesine nakliyesini kapsamaktadır. Bu izleme süreci asgaride;

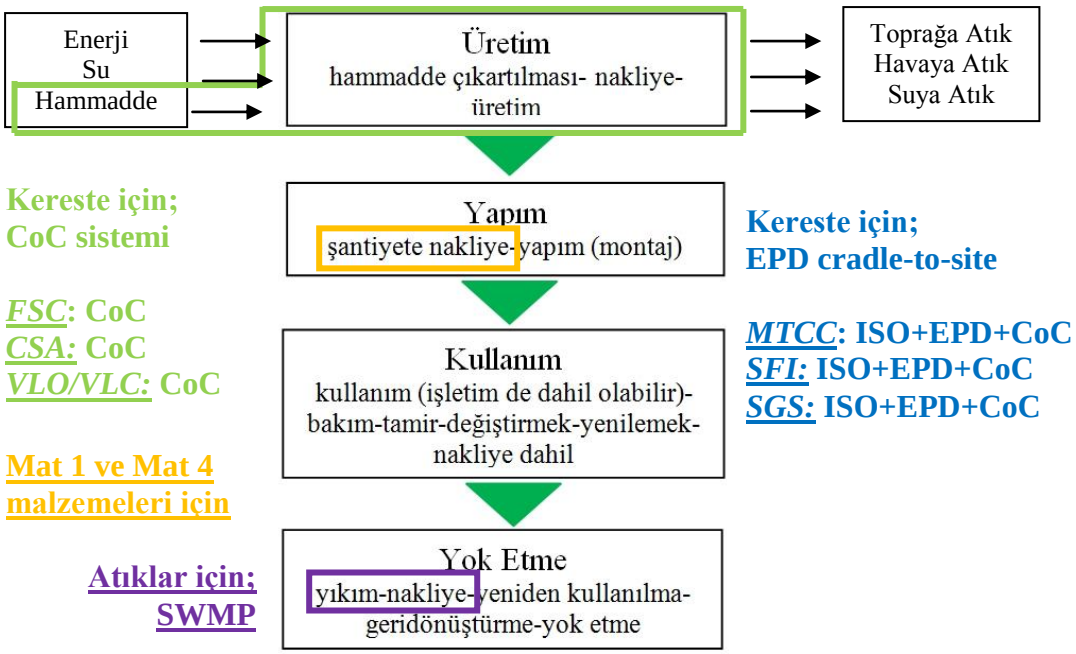
- Fabrikadan şantiye alanına malzemelerin taşınması; Mat 1 'de belirtilen malzemeler, Mat 4 'de belirtilen yalıtım malzemeleri ile alt yapı çalışmaları ve peyzaj malzemelerinin tüm şantiyeye nakliye süreci izlenmektedir.

- SWMP atık yönetim planı kapsamında inşaat alanından çıkan malzemelerin atık bertarafı/ işleme veya geri kazanım tesisine olan nakliye süreci izlenmektedir.

- BREEAM puanlama ve raporlama aracı ile toplanan veriler; toplam yakıt tüketimi (litre), toplam CO_2 salımı ($kgCO_2$ eq), toplam nakliye uzaklığı (km) şeklinde malzeme ve atıklar için ayrı rapor oluşturularak hazırlanmalıdır.

2) Kereste Üretimi; Şantiyede kullanılan tüm kerestelerin Birleşik Krallık hükümetinin Kereste Üretim Politikasına uygun olduğu onaylanmalıdır.

Kriter in malzeme ile ilgili refransları; Mat 1 ve Mat 4'te belirtilen malzemeler için şantiyeye nakliye süreci, yapım sonrası malzemelerin atık alanına nakli SWMP, şantiyede kullanılan sertifikalı/sertifikasız kereste malzemesi üretimi için Mat 3'de belirtilen sertifikalardır. YDD ile ilişkisi inşaat alanında kullanılmak üzere üretilen kereste için gerekli referanslar (CoC sertifikası veya EPD) başlığı altında belirtilmiştir. Bu kapsamda sadece hammadde açısından YDD beşikten şantiyeye sürecinde ele alınmıştır. Çizelge 5.12'de tüm YDD sürecinde Man 3 kriteri için gerekli sertifikaların malzemeyi ele alış biçimi gösterilmektedir.



Şekil 5.12 : Tüm yaşam döngü sürecinde Man3 kriteri için gerekli konuların malzemeyi ele alış biçimi.

5.1.2.5 Sağlık 2 (Hea 2) iç hava kalitesi

Bu kriterin amacı; sağlıklı iç hava kalitesinin sağlanması için uygun havalandırma, ekipman ve bitirmelerin kurulması ve teşvik edilmesidir. Kriterden yapı tipine göre maksimum 6 kredi kazanılmaktadır. (3 kredi hava kirliliği kaynaklarının en aza indirilmesi, 1 kredi doğal havalandırma için olanaklar (hapishaneler hariç), 2 kredi kapalı duman sandıkları ve kontrol altına alınan alanlar). Bu kriterin gerçekleştirilmesi için sağlanması gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

1) Kirletici kaynakların kaldırılması, Seyreltme ve kirletici kaynaklarının kontrolü, bina kullanım öncesi dışarı atılma prosedürleri, 3. Taraf test ve analizlerin yapılacağı İç hava kalitesi planının hazırlanması gerekmektedir.

2) Hava kirliliği kaynaklarının en aza indirilmesi konusunda kazanılan 3 krediden 1'i dekoratif amaçlı boya ve verniklerin VOC için gerekli emisyon seviyelerini karşılaması gerekmektedir (Çizelge 5.16).

3) Çizelge 5.16'da listelenen 8 ürün kategorisinden en az 5 tanesinin test gereksinim ve emisyon seviyeleri; ilgili standartlardaki VOC (uçucu organik bileşikler) emisyonlarını karşılamalıdır. Yapı için belirtilen ürünlerin 5 yada daha az olması durumunda kredinin elde edilmesi için tüm gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir.

Çizelge 5.16 : Ürün tipine göre VOC kriterleri [66].

Ürün	**AB Standardı**	**VOC için gerekli emisyon seviyeleri**
Dekoratif boya ve vernikler	Decorative Paint Directive 2004/42/CE13 kriterine atıfta bulunan BS EN 13300:2001	VOC içeriği (gerekli test 6), faz 2 için şart gereklidir. Mantar ve yosuna dayanıklı olmalıdır.
Ahşap Paneller **1**. Sunta **2.** MDF dahil elyaf levha **3.** OSB **4.** Çimentolu yonga levha **5.** Kontrplak **6.** Masif ahşap panel ve akustik levha	EN 13986:2004	EN 13986:2004 Ek B uyarınca Formaldehit E1 Standartta tanımlanan düzenlenmiş ahşap koruyucuların bulunmadığı onaylanmalıdır.
Ahşap Strüktürler **1.** Yapıştırılmış lamine ahşap	EN 14080:2005	Formaldehit E1 (gerekli test 1)
Ahşap döşeme kaplama Parke döşemesi	EN 14342:2005	Formaldehit E1 (gerekli test 1). Standartta tanımlanan ahşap koruyucuların bulunmadığı onaylanmalıdır.
Esnek, tekstil ve laminat yer döşemeleri **1.** Vinil / Linolyum **2.** Mantar ve kauçuk **3**. Halı **4.** Lamine ahşap döşeme	EN 14041:2004	Formaldehit E1 (gerekli test 1). Standartta tanımlanan koruyucuların bulunmadığı onaylanmalıdır.
Asma tavan plakaları	EN 13964:2004	Formaldehit E1 (gerekli test 1). Asbest içermemelidir.
Döşeme yapıştırıcıları (rijit duvar kaplamaları için ilgili yapıştırıcılar)	EN 13999-1:2007	Uçucu maddelerin kanserojen ya da duyarlaştırıcı etkisinin bulunmadığı onaylanmalıdır. (gerekli test 2 ve 4)
Duvar kaplamaları **1.**Duvar kağıtları **2.**Vinil ve plastik duvar kapl. **3.**Dekorasyon amaçlı duvar kağıtları **4.**Uzun ömürlü duvar kağıtları **5.**Tekstil duvar kapl.	EN 233:1999 EN 234:1997 EN 259:2001 EN 266:1992	Formaldehit (gerekli test 5) ve vinil klorür monomer (VCM) (gerekli test 5) salımları düşük olmalı ve malzemeler AB standardına uymalıdır. Ağır metaller ve diğer zehirli kimyasal maddelerin AB standardı kapsamında olduğu doğrulanmalıdır.
Asılan esnek duvar kapl. için yapıştırıcılar (rijit duvar kapl için döşeme yapıştırıcıları kriteri kullanılabilir)	BS 3046:1981	Minimum zehirlilik için zararlı içeriği olmayan ve koruyucu maddeler kullanılmalıdır.
Test gereksinimleri: **1.** EN 717-1:2004 **2.** EN 13999-2:2007 – uçucu organik bileşikler (VOCs) **3.** EN 13999-3:2007 – uçucu aldehitler **4.** EN 13999-4:2007 – uçucu diizosiyanatlar **5.** EN 12149:1998 **6.** BS EN ISO 11890-2:2006		

BREEAM 2011 Malzeme kategorisi ve malzeme ile ilgili diğer kategori başlıkları incelendiğinde Mat1, Mat2, Mat3, Mat4, Man3 kriterlerinde ISO 14040 YDD yöntemi ve ISO 14020 çevresel ürün bildirimleriyle ilişkili olduğu görülmektedir.

Malzeme yaşam döngüsü; ilgili kriterlere göre beşikten kapıya, beşikten şantiyeye veya beşikten mezara sürecinde incelenmektedir.

5.2 LEED

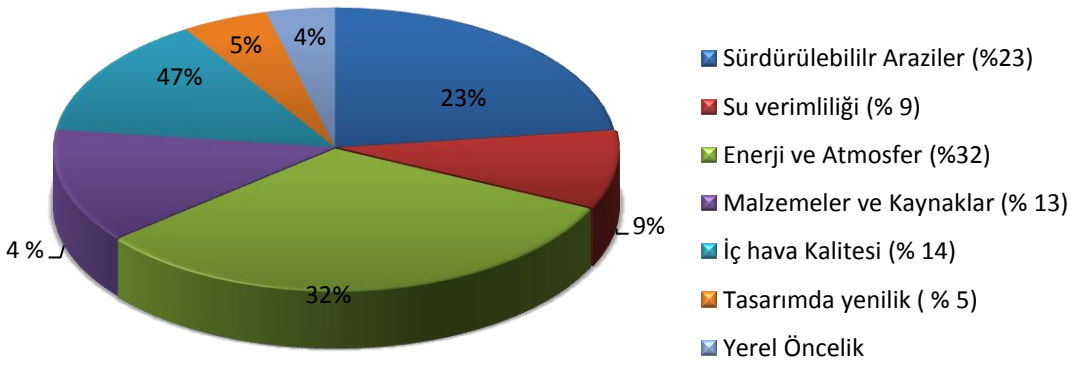
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design); Amerikan Yeşil Bina Konseyi (US Green Building Council, USGBC) tarafından ilk olarak 1998 yılında yeni binalar için pilot uygulama olarak kullanılmaya başlanmış, gönüllü, uzlaşmaya dayalı ve piyasa odaklı bir yeşil bina değerlendirme aracıdır. Binaların tüm yaşam döngüsü bakımından çevresel performansını değerlendiren ve hangi parametrelerin yeşil bir binayı oluşturduğunu inceleyen bir standart dizisidir.

Hazırlanan LEED 2009 Yeni Yapılar ve mevcut yenilemeler şemasında farklı bina tipleri ele alınmaktadır (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17 : LEED 2009 sektörlere göre bina tipleri [85].

Sektörler	**BinaTipleri**
Ticari Sektör	ofisler, kurumsal binalar (kütüphane,müze,kilise vb.)
Kamu Sektörü	eğitim yapıları, sağlık yapıları, vb.
Konut Sektörü	Yüksek katlı konutlar dahil tüm konutlar

Tüm değerlendirme enerji ve çevresel kriterlerin göz önüne alındığı 5 çevresel konu başlığında ele alınmaktadır. Bu başlıkların dışında tasarımda yenilik konu başlığı eklenmiştir. LEED 2009'un diğer bir özelliği **yerel bonus** puanı vermesidir. Bu puan en iyi çevre tasarımının ve inşaat uygulamasının belirlenmesinde yerel koşulların önemini kabul etmektedir.



Şekil 5.13 : LEED çevresel konu başlıklarının pasta görünümünde dağılımı.

Çizelge 5.18 : LEED'de ele alınan çevresel konu başlıkları ve yüzdeleri [85].

Çevresel Konu Başlıkları	Maksimum Kazanılan Puan	Yüzdesi
Sürdürülebilir Araziler	26	% 23,64
Su verimliliği	10	% 9,09
Enerji ve Atmosfer	35	% 31,82
Malzemeler ve Kaynaklar	**14**	**% 12,73**
Çevresel açıdan iç hava kalitesi	15	% 13,64
Tasarımda Yenilik	6	% 5,45
Yerel Öncelik	4	% 3,64
Toplam	**110**	**% 100**

•Konu başlıkları arasındaki puan ve yüzde dağılımı (Şekil 5.6 ve Çizelge 5.18) her bir kredi için potansiyel çevresel etkiler ve insana sunduğu yararlar açısından bir dizi etki kategorisiyle değerlendirilmektedir. Bu etki kategorileri; tasarım-yapım-kullanım-bakım sürecinde insan ve çevre etkileri olarak seragazı salımları, fosil yakıt kullanımı, toksin ve kanserojen maddeler, hava ve su kirliliği iç hava kalitesi gibi tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımlar; enerji modellemesi, YDD ve ulaşım analizlerini de içererek her bir etki tipinin ölçülmesinde kullanılmaktadır [85].

• LEED; ABD Çevre Koruma Ajansı'nın TRACI (Tools for the Reduction and Assessment of Chemical and Other Environmental Impacts) çevresel etki kategorilerini temel alarak, kredi ağırlıklandırmasını yapmaktadır. TRACI; YDD, endüstriyel ekoloji, süreç tasarımı ve kirliliğin önlenmesi için etki değerlendirmesine yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir. Aynı zamanda LEED; Ulusal Standart Enstitüsü ve Teknolojisi (NIST) tarafından geliştirilen BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) programı ile çevresel ağırlıkları dikkate alarak çevresel etki kategorileri arasında karşılaştırma yapılmasını ve her biri için bir ağırlığın belirlenmesini dikkate almaktadır. Her iki yaklaşım LEED 2009'da her bir kriter için puanın belirlenmesinde sağlam bir temel oluşturmaktadır. LEED 2009 ağırlıklandırma süreci 3 adımda gerçekleşmektedir;

1-LEED setrifikalandırmasında refrans alınan bina, tipik bina ile ilişkilendirilerek 13 kategoride çevresel etkileri tahmin etmek için kullanılmaktadır.

2-Her kategoride bina etkilerinin göreceli önemi NIST ağırlıklarına dayalı değerleri yansıtacak şekilde ayarlanmaktadır.

3-Çevre ve insan sağlığı üzerindeki bina etkilerini ölçen veriler, bireysel krediler için puanların atanmasında kullanılmaktadır.

• LEED ‘de tüm kredi sisteminden maksimum toplam 100 puan kazanılmaktadır. Tasarımda yenilik (işletme) ve Yerel öncelik konularından ise bonus art 10 puan daha kazanılabilmektedir. Yerel öncelik için 1 ile 4 kredi kazanılmaktadır Çizelge 5.19’da LEED derecelendirmesi ve gerekli puan aralığı gösterilmektedir.

Çizelge 5.19 : LEED derecelendirmesi [85].

LEED derecelendirmesi	**Puan**
Platin (Platinum)	80 puan ve üstü
Altın (Gold)	69-79 puan arası
Gümüş (Silver)	50-59 puan arası
Onaylama (Certified)	40-49 puan arası

•LEED’de, bir derece elde etmek için minimumda yukarıda belirtilen puanlar elde edilmeli ve değerlendirme için minimumda istenen gerekliliklere uyulması gereklidir. Bu doğrultuda ön koşullar Çizelge 5.20’de belirtilmektedir.

Çizelge 5.20 : Minimumda uyulması gereken gereklilikler [85].

Konu Başlıkları	**Önkoşullar**
Sürdürülebilir Arazi	İnşaat faaliyetlerindeki kirliliğin önlenmesi
Su verimliliği	Su kullanımının azaltılması
Enerji ve Atmosfer	Bina enerji sistemlerinin temel işletmeye alınması, Minimum enerji performansı, Temel soğutucu yönetimi
Malzemeler ve Kaynaklar	Depolama ve geri dönüştürülebilen atıkları toplanması
İç hava kalitesi	Minimum İç hava kalitesi performansı, Çevresel açıdan tütün dumanı kontrolü

•LEED 2009, yeni inşa edilen yapıları değerlendirmek için sertifika uygulamasını Tasarım ve Yapım olarak iki sürece ayırmaktadır [85].

LEED 2009 çevresel konu başlıkları ve ilgili kriterlerleri incelendiğinde; malzemelerle ilgili çevresel konu başlıklarını; 5.2.1 Malzeme Kategorisi (Malzemeler & Kaynaklar) ile 5.2.2 Diğer Kategoriler (Çevresel açıdan iç hava kalitesi, Sürdürülebilir araziler) şeklinde 2 konu başlığı altında toplamak mümkündür. Yapılan analiz çalışmasında malzemelerle ilgili bu 2 konu başlığından toplam 15 kriter analiz edilmektedir (Çizelge 5.21).

Çizelge 5.21 : LEED 2009 Yeni Yapılar Şeması çevresel konu başlıkları (kategoriler) ve malzemelerle ilgili kriterler.

Sürdürülebilir Araziler (SS)	**Malzeme ve Kaynaklar (MR)**
1.Arazi Seçimi	1.Bina yeniden kullanım – Mevcut duvar, döşeme ve çatının bakımı
2.Kalkınma yoğunluğu ve toplum bağlantısı	2. .Bina yeniden kullanım –Mevcut iç yapısal olmayan elemanların bakımı
3.Terkedilmiş sanayi bölgesinin yeniden düzenlenmesi	3.İnşaat atık yönetimi
4.Alternatif Ulaşım-Toplu Taşıma Araçları Erişim	4.Malzemenin yeniden kullanımı
5.Alternatif Ulaşım-Bisiklet parkı ve değişme odaları	5.Geridönüştürülmüş içerik
6.Alternatif Ulaşım Düşük salımlı ve yakıt tasarruflu araç	6.Yerel malzemeler
7.Alternatif Ulaşım – Park kapasitesi	7.Düzenli yenilenebilen malzemeler
8.Bölge gelişimi – Habitatın korunması veya yenilenmesi	8.Sertifikalandırılmış ahşap
9.Bölge gelişimi – Açık alanların arttırılması	**Çevresel açıdan İç hava Kalitesi (IEQ)**
10.Yağmursuyu tasarımı – Miktar kontrolü	1.Dış hava veriş kontrolü
11.Yağmursuyu tasarımı – Kalite kontrolü	2.Havalandırmanın Arttırılması
12.Isı adası etkisi - Çatısız	3.Yapı İç Hava Kalitesi Yönetim Planı - İnşaat sırasında
13.Isı adası etkisi - Çatı	4.Yapı İç Hava Kalitesi Yönetim Planı – Kullanım öncesi
14.Işık kirliliğinin azaltılması	5.Düşük salımlı malzemeler – Yapıştırıcılar ve derz sızdırmazlık malz.
Su Verimliliği (WE)	6.Düşük salımlı malzemeler – boyalar ve kaplamalar
1.Su verimli açısından peyzaj düzenlemesi	7.Düşük salımlı malzemeler – döşeme sistemleri
2.Yenilikçi atıksu teknolojileri	8.Düşük salımlı malzemeler - Kompozit ahşap ve agrifiber ürünler
3.Su kullanımının azaltılması	9.İç hava kimyasal ve kirletici kaynak denetimi
Enerji ve Atmosfer (EA)	10.Denetlenebilen sistemler - aydınlatma
1.Enerji performans optimizasyonu	11. Denetlenebilen sistemler termal konfor
2. Arazide yenilenebilir enerji	12. Termal Konfor - Tasarım
3. Gelişmiş İşletim	13. Termal konfor - Onaylama
4.Gelişmiş soğutucu yönetimi	14. Gün ışığı ve görünüm - Günışığı
5.Ölçüm ve Onaylama	15. Gün ışığı ve görünüm - Görünüm
6.Yeşil Güç	**Tasarımda Yenilik (ID)**
Yerel Öncelik (RP)	1.Tasarımda yenilik
1.Yerel Öncelik	2.LEED yetkilendirilmiş uzman

5.2.1 LEED 2009 Malzeme kategorisi

Bu bölümde LEED 2009 Yeni Yapılar ve Mevcut Yenilemeler şeması malzeme kriterleri; YDD yaklaşımı yönünden analiz edilerek ilgili kriterlerdeki referansların malzemeyi yaşam döngü süreci kapsamında ele alış biçimi incelenmektedir.

5.2.1.1 (MR 1.1) Bina yeniden kullanım– mevcut duvar, döşeme ve çatıların bakımı

Bu kriterin amacı; var olan yapı stoğu yaşam ömrünün uzatılması, kaynakların korunması, kültürel kaynakların korunması, atıkları azaltmak, malzeme üretim ve nakliye ile ilgili olarak yeni binaların çevresel etkilerini azaltmaktır. Bu kriterden minimumda 1 maksimumda 3 puan kazanılmaktadır. Mevcut bina strüktürünün ve yapı elemanlarının bakımı gerekmektedir (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.22 : Bina Yeniden kullanım yüzdesi ve kazanılan puanlar [85].

Bina Yeniden Kullanımı (%)	Puanlar
% 55	1
% 75	2
% 95	3

Projenin bir parçası olarak bertaraf edilen tehlikeli maddeler bu hesaplama yüzdesinin dışında tutulmaktadır. Varolan yapı ve yapı elemanlarının bakımı sağlanarak kirlenme riski oluşturacak malzemeler mevcut yapıdan uzaklaştırılarak yerine su ve enerji tüketimini düşürecek malzemelerin kullanılması önerilmektedir.

5.2.1.2 (MR 1.2) Bina yeniden kullanım– mevcut yapısal olmayan iç elemanların bakımı

Bu kriterin amacı; 1.1'de belirtilen amaçla aynıdır. Eklentiler dahil tamamlanan binanın en az % 50'sinin varolan ve yapısal olmayan iç elemanları kullanarak (iç duvarlar, kapılar vb.) tasarlanması, enerji ve su tüketimini azaltacak yönde malzemelerin değiştirilmesi ve sayısal olarak binanın yeniden ölçümünün yapılması önerilmektedir.

- Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

5.2.1.3 (MR 2) İnşaat atık yönetimi

Bu kriterin amacı; inşaat yıkım molozlarının atık depolama alanlarında ve yakma tesislerinde bertaraf edilmesi için yönlendirilmesi, geridönüştürülebilir malzemelerin üretim sürecine geri yönlendirilmesi ve uygun alanlarda malzemelerin yeniden kullanılmasını hedeflemektedir.

- Bu kriterden minimum 1 maksimum 2 puan kazanılmaktadır.

- Geri Dönüşüm ve/veya Tehlikesiz katkılar inşaat ve yıkım molozlarından kurtarılarak asgaride atıktan ayrılan malzemelerin tanımlanması ve inşaat atık yönetiminin geliştirilmesi gereklilikler arasındadır. Hafriyat toprağı bu kriterin kapsamı dışında tutulmuştur. Atık hesaplaması ağırlık veya hacim olarak hesaplanmaktadır. Buna göre toplam moloz yüzdesinin % 50'si geri dönüştürülen veya kurtarılan malzemelerden olması 1 puan, % 75'i ise 2 puan kazandırmaktadır.

- Yapılarda geridönüştürülebilen malzemelerin kullanılması, kurtarılabilen veya enerji geri kazanımına katkı sağlayabilecek malzemelerin yok etme ve geri dönüştürme sürecine katılması önerilmektedir.

5.2.1.4 (MR 3) Malzemenin yeniden kullanımı

Bu kriterin amacı; yapı malzemeleri ve ürünleri yeniden kullanarak hammadde talebini azaltmak, atık oluşumunu düşürmek ve böylelikle hammadde kaynaklarının çıkarılması ve işlenmesiyle ilgili çevresel etkilerin azaltılması hedeflenmektedir.

- Bu kriterden minimum 1 maksimum 2 puan kazanılmaktadır.

- Minimumda % 5 veya % 10 kurtarılmış, yenilenmiş yada yeniden kullanılan malzemelerin kullanılması önerilmektedir. Setifikalandırılmış ahşap kullanılan mobilyalarda değerlendirme yüzdesine dahil edilmektedir.

5.2.1.5 (MR 4) Geri dönüştürülmüş içerikli malzemeler

Bu kriterin amacı; geri dönüştürülmüş içerikli malzemelere olan talebi arttırmak ve böylelikle hammadde kaynaklarının çıkarılması ve işlenmesiyle ilgili çevresel etkilerin azaltılmasını hedeflemektedir.

- Bu kriterden minimum 1 maksimum 2 puan kazanılmaktadır.

• Geri dönüştürülmüş içerik toplamı ve ön tüketim içerik toplamının yarısı; en az % 10 ile % 20'sini oluşturacak geridönüştürülmüş içerikli malzemelerden kullanılması önerilmektedir. Geri dönüştürülmüş malzeme içeriği ağırlıkla ölçülmektedir. Malzemede çevresel, ekonomik ve performans özellikleri beraber düşünülmelidir.

•İlgili referanslar: geri dönüşüm içerikli malzemeler ISO 14021 Tip II özel çevresel görüşlerde açıklanmaktadır.

5.2.1.6 (MR 5) Yerel malzemeler

Bu kriterin amacı; bölge içinden çıkarılan ve üretilen yapı malzemelerine olan talebi arttırmaktır. Böylelikle yerli kaynakların kullanımını desteklenerek nakliyeden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması hedeflenmektedir.

• Bu kriterden minimum 1 maksimum 2 puan kazanılmaktadır.

• Şantiye alanının 800 km'lik bir alan sınırı içinden çıkarılan, işlenen veya üretilen malzemelerin toplam malzeme bütçesinin en az %10'unu oluşturması ve yerel malzemelerden olması gerekmektedir.

5.2.1.7 (MR 6) Hızla yenilenebilen malzemeler

Bu kriterin amacı; sınırlı hammadde kullanımı, tüketimini ve uzun ömüre sahip yenilenebilir malzemelerin tüketimini azaltmak için hızla yenilenebilir malzemelerin seçilmesini (bambu, yün, pamuk yalıtımlar, linolyum vb.) hedeflemektedir.

• Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

• Tüm yapı malzemelerin maliyet açısından toplam değerinin % 2.5'i olacak şekilde hızla yenilenebilen malzemelerin kullanılması önerilmektedir.

5.2.1.8 (MR 7) Sertifikalandırılmış ahşap

Bu kriterin amacı; çevreye karşı sorumlu orman yönetimi teşvik etmektir.

• Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

• FSC tarafından sertifikalandırılmış ahşap esaslı malzeme ve ürünlerin en az % 50 'sinin (maliyet bazlı) kullanılması önerilmektedir. FSC; hammaddenin çıkarılması, işlenmesi, taşınmasını, üretimi ve kullanıcılara ulaştırılmasına kadar olan aşamaları takip etmekte ve bu süreci sertifikalandırmaktadır.

5.2.2 LEED Malzemelerle ilgili diğer kriterler

Bu bölümde LEED 2009 Yeni Yapılar şeması malzemelerle ilgili diğer kriterler; YDD yaklaşımı yönünden analiz edilerek ilgili kriterlerdeki referansların malzemeyi yaşam döngü süreci kapsamında ele alış biçimi incelenmektedir.

5.2.2.1 (IEQ 3.1) İç hava kalitesi - yapı iç hava kalitesi yönetimi yapım süreci

Bu kriterin amacı; İnşaat veya yenilemeden kaynaklanan iç mekan hava kalitesi (IAQ) sorunları azaltmak ve inşaat işçileri ile bina sakinlerinin konfor ve refahını sağlamaktır.

- Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

- Bu kriterin malzemeyle olan kısmı; yerinde ve kurulu depolanmış emici özellikli malzemelerin nemin verdiği zarardan korunması (örn. ısı yalıtımları, döşeme kaplamaları, halılar, alçı duvar kaplaması vb.), uygulamada yüksek VOC ve formaldehit seviyeli malzeme bitirmelerinin kullanılmaması önerilmektedir.

5.2.2.2 (IEQ 4.1) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler yapıştırıcılar ve derz sızdırmazlık malzemeleri

Bu kriterin amacı; Kullanıcıların konforu ve refahı için kokulu ve iç hava kirletici maddelerin miktarını azaltılması hedeflenmektedir.

- Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

- Tüm yapıştırıcılar ve derz sızdırmazlık malzemeleri; Güney Sahili Hava Kalitesi Yönetimi Bölgesi kural #1168'na ve ilgili VOC limitlerine uymalıdır. Aerosol Yapıştırıcılar Green Seal Ticari Yapıştırıcılar GS-36 gereksinimlerine uymak zorundadır.

- VOC içeriğini açıkça tanımlayan üreticiler, başvurulan standartlar ile uyumlu veya güvenli malzeme verilerini içeren ürünler kullanılmalıdır.

5.2.2.3 (IEQ 4.2) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler boyalar ve kaplamalar

Bu kriterin amacı; 4.1'de belirtilen kriterle aynıdır.

- Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

• İç duvarlar ve tavanlarda uygulanan mimari boya ve kaplamalar; Green Seal GS-11, Boyalar Standardında belirtilen VOC limitlerini aşmamalıdır. İç demirli metal yüzeylere uygulanan anti-korozif ve anti-pas boyalar; Green Seal Standart GC-03, Anti-Korozif Boyalar 250 g / L (2 lb / gal) VOC içeriği sınırını aşmamalıdır. Temiz ahşap yüzey, zemin kaplamaları, astar gibi iç mekan elemanlarına uygulanan mimari kaplamalar; Güney Sahili Hava Kalitesi Yönetim Bölgesi (SCAQMD - South Coast Air Quality Management District) Kural 1113 standardındaki VOC içeriği limitlerini aşmamalıdır.

5.2.2.4 (IEQ 4.3) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler döşeme kaplama sistemleri

Bu kriterin amacı; 4.1'de belirtilen kriterle aynıdır.

• Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

• Tüm sert zemin döşeme kaplamaları üçüncü taraflarca testleri yapılan FloorScore standardının gereksinimlerini karşılamalıdır.

FloorScore Programı

Sert zemin döşemesi ve ilgili ürünlerinin; VOC kapalı hava emisyonları ile potansiyel sağlık etkilerini test eden ve onaylayan, gönüllü, bağımsız bir sertifikasyon programıdır. Program Kaliforniya Sağlık Hizmetleri Departmanı tarafından geliştirilen VOC emisyon kriterlerini ve küçük ölçekte belirlediği birtakım test protokollerini kullanmaktadır.

5.2.2.5 (EIQ 4.4) İç hava kalitesi - düşük salımlı malzemeler - kompozit ahşap ve agrifiber ürünler

Bu kriterin amacı; 4.1'de belirtilen kriterle aynıdır.

• Bu kriterden 1 puan kazanılmaktadır.

•Kompozit Ahşap (MDF, kontrplak,yonga vb.) ve Agrifiber Ürünler hiçbir üre-formaldehit reçine içermemelidir.

5.2.2.6 (SS 7.1) Sürdürülebilir araziler - ısı adası etkisi çatısız (nonroof)

Bu kriterin amacı; mikroiklim, insan ve yaban hayatı yaşam alanlarındaki ısı adası etkilerinin azaltılması, dış malzemeler için **ısı emilimini azaltıcı ve ışın yansıtıcı**

malzemeler ve peyzaj tekniklerinin kullanılmasını hedeflemektedir.

• ABD dışındaki projeler için malzemeyle ilgili SRI (Solar Reflectance Index) bilgisi yoksa SRI hesaplama aracını kullanarak Konut ve binalarda California Enerji Verimliliği Standartlarına uygunluk sağlanmaktadır [86]. SRI; çatı kaplama malzemelerinin tanımlanması için **ısı ve ışın yansıtma** faktörlerini kullanmaktadır. Amaç çatının yazın aşırı ısınması, kışın ise aşırı soğumasından dolayı ısıtma ve soğutma yükleri ile havalandırma için gerekli enerji tüketimini düşürmektir.

• Yollar, kaldırımlar, açık otoparklar da dahil, % 50 sert zeminlerde; Güneş yansıtma endeksi (SRI) en az 29 olan sertyüzey malzemelerinin kullanılması, yapılacak yarı açık örtünün veya çatının güneş yansıtma endeksi en az 29 olacak şekilde bitkilendirilmiş çatı ile veya güneş panelleriyle kaplanması malzemelerle ilgili alınacak gerekliliklerden bazılarıdır.

•Bu kriterle ilgili referanslar;

Cool Roof Rating Council (CRRC) Isı ve Işın Yansıtıcı Çatı Malzemeleri Etkiketi

Çatı kaplama malzemeleri veya yarı açık örtüler için CRRC-1 Method #1 yöntemini kullanarak etiket sağlamaktadır. Işın yansıtıcılık özelliği ASTM test yöntemleri *C1549, E1918, E903 ve CRRC-1 Test Method for Certain Variegated Products* ile ısı emilim azaltıcı faktör ise ASTM (American Society for Testing and Materials) C1371 standardına göre hesaplanmaktadır. CRRC'nin düzenli test programları ile sertifika yenilenmektedir [87,88].

5.2.2.7 (SS 7.2) Sürdürülebilir araziler - ısı adası etkisi çatılar

Bu kriterin amacı; ısı emilimini azaltıcı ve ışın yansıtıcı çatı kaplama malzemelerinin kullanılması ile ısı adası etkilerinin azaltılmasıdır.

• Aynı şekilde SRI güneş yansıtma endeksi hesaplama aracı kullanılmaktadır.

• Beyazlık derecesi yüksek (yüksek-albedo) veya bitkilendirilmiş çatı malzemeleri kullanarak ısı emiliminin azaltılması kullanılacak malzemeler için gerekli kriterlerdir. CRRC sertifikasına uygunluk veya Energy Star sertifikasına uygunluk gerekmektedir.

•Bu kriterle ilgili referanslar;

ES-CRRC Energy Star Serifikası

•Energy star ABD Çevre Koruma Ajansı ve ABD Enerji Bakanlığı'nın ortak bir çalışması olup enerji verimli ürün ve uygulamalar sağlayan gönüllü bir etiketleme programıdır. Programa öncelikle üye olunmakta ve ürün kaydettirilerek belgelendirilmektedir. Test: çatı malzemelerinde ışın yansıtıcılık ve ısı emilimi azaltıcı etkileri üzerinden değerlendirilmektedir. Test edilen ürünler birtakım sayısal gereklilikleri yerine getirdiğinde sertifikalandırılmaktadır [89].

5.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme araçlarının malzeme kriterleri ile bu kriterlerin Yaşam döngü değerlendirmesi süreciyle olan bağlantıları ve ilgili kriterlerin hangi standartlarla desteklendiği analiz edilmiştir. Buna göre; Çizelge 5.23'de BREEAM ve LEED için toplam 25 başlık malzemelerle ilgilidir.

Çizelge 5.23 : BREEAM ve LEED malzeme kriterleri.

BREEAM	**LEED**
Malzemeler: *Yaşam döngü etkisi, *Sert peyzaj düzenlemesi, *Malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi, *Yalıtım, *Dayanıklılık	**Malzemeler ve Kaynaklar:** *Mevcut duvar, döşeme ve çatıların bakımı *Mevcut yapısal olmayan iç elemanların bakımı *İnşaat atık yönetimi, *Malzemenin yeniden kullanımı, *Geri dönüştürülmüş içerik, *Yerel malzemeler, *Hızla yenilenebilen malzemeler, *Sertifikalandırılmış ahşap kullanılan malzemeler
Atık: *İnşaat atık yönetimi, *Geridönüştürülmüş Agrega kullanımı, *Tehlikeli döşeme ve tavan bitirmeleri	**Sürdürülebilir Araziler**: *Isı adası etkisi – Çatısız *Isı adası etkisi – Çatılar
Sağlık: *İç hava kalitesi	**Çevresel İç Hava Kalitesi** *İç hava kalitesi yönetimi – Yapı süreci *Yapıştırıcılar ve Derz sızdırmazlık malzemeleri, *Boya ve kaplamalar, *Döşeme kaplama sistemleri, *Kompozit ahşap agrifiber ürünler
Yönetim: *İnşaat alanı etkileri	

1) Her iki yeşil bina değerlendirme aracı malzeme kategorilerinde ele alınan konu başlıkları incelendiğinde; **malzemenin kaynaktan çıkarılma, üretim, kullanım, bakım, yok etme ve geri dönüşüm** safhalarını kapsayan kriterlerinin bulunduğunu, buna ilave olarak **iç hava kalitesi**, inşaat ve kullanım sırasında oluşan ***su*** **ve toprak**

kirliliği, **yerel kaynakların kullanımı**, BREEAM için **yalıtım ve dayanıklılık**, LEED için ısı adası oluşumunun önlenmesi için çatı kaplamalarında **ışın ve ısı yansıtıcılık** ve malzemelerin maliyetle olan ilişkisi malzemelerle ilgili üzerinde durulan parametreler olmaktadır.

2) BREEAM'ın malzeme kriterleri konuyu Yaşam döngü değerlendirmesine dayanan BRE çevresel profiller yöntemiyle ele alarak değerlendirmekte ve özellikle **Mat 1 yaşam döngü etkisi** konu başlığında malzemelerin YDD yöntemine dayalı olarak EPD, BES 6001, Green Guide To Specification gibi yeşil malzeme değerlendirme araçları kullanılarak sertifikalandırılmasını kabul etmektedir. Ayrıca YDD yöntemiyle ilgisi bulunan diğer BREEAM kriterleri; **Mat 2 Sert peyzaj ve sınır korunumu**; Green Guide To Specification BRE çevresel profiller yöntemine dayanmaktadır. **Mat 3 Malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi** kriteri FSC, CoC, EMS gibi ürün hammadde çıkarılması ve üretimiyle ilgili süreci inceleyen sertifikalar ile YDD 'ye dayalı BES 6001 sertifikasına dayanmaktadır. **Mat 4 Yalıtım kriteri**; EPD, Green Guide To Specification ve EMS ISO 14001 sertifikalarına dayanmakta olup bu sertifika araçlarından EPD ve Green Guide To Specification YDD yöntemine dayalı araçlardır. **Man 3 Şantiye alanı etkileri kriteri**; Mat 1 ve Mat 4'te belirtilen malzemeler için şantiyeye nakliye süreci, yapım sonrası malzemelerin atık alanına nakli (SWMP), şantiyede kullanılan sertifikalı/sertifikasız kereste malzemesi üretimi şeklinde alt konulara ayrılmış olup Mat 1 ve Mat 4 kriterinde yönlendirilen sertifikaları kabul etmektedir. LEED ise; YDD yöntemine dayalı bir yeşil bina değerlendirme aracı olmayıp, LEED'in YDD yöntemiyle ilişkisi ve malzeme kriterlerinin YDD'ye olan adaptasyonu günümüzde üzerinde çalışılmakta olan bir konu olduğu saptanmıştır. Buna göre; LEED'in yerel bonus puanı vererek; en iyi çevre tasarımı ile inşaat uygulamasının belirlenmesinde yerel koşulların önemini kabul etmesi, İnşaat atık yönetimi kriteri (MR.2), Malzemenin Yeniden Kullanımı (MR.3), Geridönüştürülmüş İçerikli Malzemeler (MR.4), Yerel Malzemeler (MR.5), Sertifikalandırılmış Ahşap (MR.7) malzeme kriterleri YDD yöntemiyle ilişkilendirilebilecek kriterler olarak düşünülebilir.

3) BREEAM çevresel etki kategorileri için BRE tarafından geliştirilen ve UK koşulları göz önüne alınarak oluşturulan çevresel etki kategorileri ağırlık yüzdelerini kullanmaktadır. Bu ağırlık yüzdelerinin hesaplanış biçimi kapalıdır. Veriler CO_2 ve CO_2 eşdeğerliliğine dayalıdır. LEED ise; ABD Çevre Koruma Ajansı'nın TRACI

çevresel etki kategorilerini temel alarak, kredi ağırlıklandırmasını yapmaktadır. Aynı zamanda LEED; Çevresel etki kategorileri için; Ulusal Standart Enstitüsü NIST tarafından geliştirilen ağırlık yüzdelerini kullanmakta ve malzemeleri çevresel ve insan açısından değerlendirmenin yanı sıra maliyet açısınından da değerlendirerek hesaplama yüzdeleri oluşturmaktadır. Veriler Amerikan Dolarına ($) dayalıdır.

4) BREEAM hesaplama yönteminde YDD temeline dayalı BRE çevresel profiller yöntemini ve her bir kriterde de farklı sertifikalandırma araçlarına yönlendirmeler yapmaktadır. Kriterler sayısal olarak ifade edilmektedir. LEED ise ; Hesaplama yönteminde ASTM, ASHRAE standartlardaki test metotlarını kullanmakta veya ilgili malzemeleri bu standartları kullanan kuruşlara yönlendirerek malzemeleri değerlendirmektedir. Kriterleri yüzdeler olarak değerlendirmektedir.

5) Her iki sistemde küresel ölçekte uygulanabilir değildir. Çünkü çevresel etki kategorilerine göre ağırlıklandırılan yüzdeler bölgelere, ülkelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin su verimliliği Dubai, Avustralya için önemli bir etki kategorisi olurken, İskoçya yada Wales için öncelikli değildir. Bu nedenle her ülkenin kendi koşullarına göre etki kategori ağırlık yüzdelerini oluşturması, değerlendirilecek binanın yaşam ömür süresinin ülke ekonomisi göz önüne alınarak düşünülmesi (örneğin 60 yıllık bir bina ömrü yerine ülke ekonomik şartları doğrulttusunda daha uzun bina ömrünün belirlenmesi) önem taşımaktadır.

Bu bölümde BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme araçları incelenerek iki araç arasında, malzeme değerlendirmesi açısından farklar ile YDD yöntemiyle olan ilişkisi analiz edilmiştir. Çıkarılan malzeme kriterleri ve yapılan karşılaştırmalar, ülkemize özgü bir çalışmanın yapılması durumunda çevresel yaklaşımla malzeme alt başlığında hangi kriterlerin olması gerektiği konusunda fikir vermektedir. Bir sonraki bölüm yapılacak yeşil bina değerlendirme aracının malzeme alt başlığında yer alması gereken parametreleri incelemektedir.

6. YEŞİL BİNA DEĞERLENDİRME ARACININ MALZEME ALT BAŞLIĞINDA YER ALMASI GEREKEN PARAMETRELER

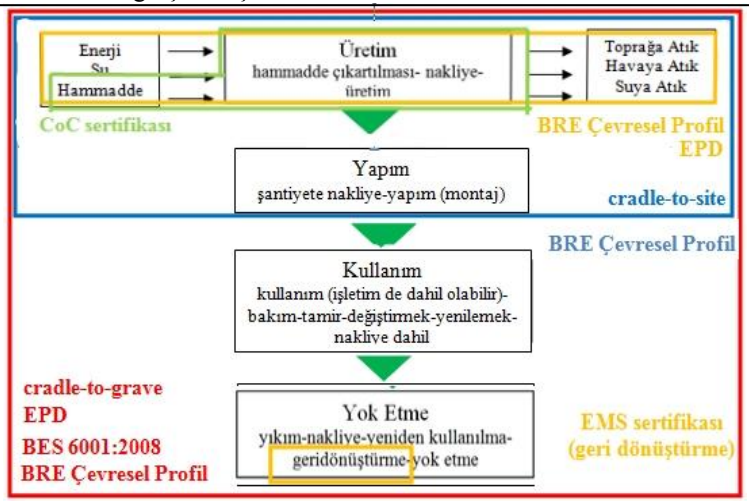
Dünya'da ve ülkemizde fosil yakıtlara dayalı enerji problemi, doğal kaynakların hızla tükeniyor olması, seragazı salımlarının artması ve küresel ısınmaya etkisi, yapı sanayisinin neden olduğu sağlıksız yapma çevre ve doğadaki yıkıcı etkileri, çevresel açıdan yasal düzenlemelerin oluşturulmasındaki eksiklikler, çevresel kriterlerin ele alındığı yapıların ve yapı malzemelerinin oluşturulmasındaki eksiklikler, yapılaşma için minimum çevre etkisine sahip malzemelerin veya ürünlerin seçilmesindeki zorluklar, çevre bilincinin artması ve sürdürülebilir kalkınmayla ilgili yapılan çalışmalar; yeşil bina ve yeşil malzeme değerlendirme araçlarının geliştirilmesine, yeni standartların oluşturulmasına, ülkelerin politika önceliklerinin değişmesine ve çevreyle ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulmasına neden olmaktadır.

Bu bölümde; yukarıdaki tüm bölümlerde incelenen yaşam döngü değerlendirmesi, yeşil malzeme değerlendirmesindeki kullanılan araçlar ile yeşil bina değerlendirme araçlarından çıkan sonuçlara göre; BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme aracının malzeme kriterlerinde atılan adımlar çıkartılarak, YDD yöntemini karşıladığı düzey yada YDD yöntemine dayalı değilse adaptasyonda malzeme konusuyla ilgili çıkarımlar ile önceki bölümlerden çıkarılan malzemelerle ilgili herbir kriter için Türkiye'deki mevcut durum ve öneriler tablolaştırılarak verilmektedir. Amaç; Türkiye için yapılacak bir adaptasyon çalışması öncesi, BREEAM ve LEED malzeme kriterlerinde atılan adımların sırasıyla belirlenerek YDD ile ilişkisinin saptanması ve bu doğrultuda konu ile ilgili Türkiye'deki mevcut durumun ortaya konularak ve önerilerin geliştirilmesidir.

Çizelge 6.1 : Breeam MAT 1 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 1 Malzeme Yaşam Döngü Etkisi kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
MAT 1: Malzeme yaşam döngü etkisi: Binanın tüm yaşam döngüsü boyunca düşük çevresel etkiye sahip yapı malzemelerini tanımlamak ve kullanımını teşvik etmektir. Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle mimarlar, üreticiler, kullanıcılardır. Buna göre;	* **Amaç**; Hedeflenen uygulamanın tanımı, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle
1-Bina tipine göre değerlendirilecek yapı elemanlarının oluşturulması (çatı, duvar (iç-dış), döşeme için).	*** Kapsam;** Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı
2- Breeam değerlendiricisinin Mat 1 calculator gibi bir puan hesaplama aracı kullanarak binanın nicel (ölçülebilir) çevresel yaşam döngü etkisini belirlemesi ve kredilendirmenin bina tipine göre yapılması; bunu yaparken şu adımların gerçekteleştirmesi gerekmektedir: **a)** Referanslardan bilginin alınması: Calculator "Green Guide To Specification Specification" klavuzunda yapı malzemesi bilgilerine dayandırılarak binayı malzeme yönünden puanlamaktadır. Buna göre ; Derecelerin (A'dan E'ye olan harflerin) Mat 1 puanlarına dönüştürülmesi ve bina için kullanılabilir maksimum puanın belirlenmesi gerekmektedir. **b)** Yapı elemanı içindeki ayrı ayrı özelliklerin performans ağırlıklandırılması yapılmalıdır. Bunun için; Yapı elemanı tipi, Özelliği, Kullanıldığı alan, Eleman tipinin %'si, Green Guide To Specification derecelendirmesi, Derecelerin puana dönüştürülmesi, Alan ağırlıklandırılmış puanın bulunması gerekmektedir. **c)** Değerlendirilen tüm yapı elemanlarına göre her bir yapı elemanının performansının ağırlıklandırılmasının yapılmalıdır: Buna göre; Yapı elemanı alanının ağırlıklandırılmış Green Guide To Specification puanı ile çarpılması, Tüm yapı elemanları için yapılarak genel toplamın belirlenmesi, Genel toplamın değerlendirilen yapı elemanlarının toplam alanına bölünmesi ve Etki aralığının belirlenmesi (ekopuan kullanılarak ölçülmektedir.)	* **Sistem sınırı:** Green Guide To Specification: işletim hariç YDD aşamalarını "beşikten mezara" kapsamında değerlendirmektedir. Tam bir ürün YDD 'si istenildiğinden bu kapsamın beşikten mezara kapsamında (işletim hariç) değerlendirmesi kriterden puan kazanılması açısından önemlidir. Bu süreç; kullanım sürecindeki bakım, yenileme, yok etme faaliyetlerini içermekle beraber 60 yıllık kullanım süresi sona erdikten sonra kalan eleman parçalarının yok edilme faaliyetlerini de içermektedir. * **Fonksiyonel birim**; 1 m2 'ye düşen kg kütle (kg/m2) ve 60 yıllık bina ömrü. Bunun dışında değiştirilme olasılığı ve 60 yıllık ömürde kurulu kütle belirlenmektedir. Farklı yapı malzemelerinin aynı yada benzer işlevleri yerine getiren bileşen grupları olarak mukayese edilmesi için fonksiyonel birimin malzeme sistemindeki performans özelliklerinin tanımlanmaktadır. Fonksiyonel birim malzeme akışının (enerji-su-hammadde gibi girdiler ve atık gibi çıktılar) nitel bir şekilde normalleştirilmesine olanak vermektedir. *** Envanter analizi:** Her bir malzeme için çevresel etkiler; BRE tarafından önceden YDD temeline dayanarak yapılan analiz sonuçlarından elde edilmektedir. (kapalı) *** Etki değerlendirmesi:** Green Guide çevresel etki parametreleri; İklim değişikliği, Su çekme, Mineral kaynak kullanımı, Ozon tabakasının incelmesi, insan zehirliliği, Tatlı su ekozehirliliği, Toprak ekozehirliliği, Nükleer atık, Atık bertarafı, Fosil yakıt tüketimi, Ötrofikasyon, Fotokimyasal ozon oluşumu, Asitlenme.

Çizelge 6.1 (devam) : Breeam MAT 1 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 1 kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
3- Her yapı elemanı için yaşam döngü seragazı emisyonlarının ($kgCO_2$ eq) 60 yıllık bina ömrü düşünülerek rapor edilmesi gerekmektedir.	* **Ağırlıklandırma;** Birleşik Krallık (UK) çevresel etki kategorileri ve toplam çevresel etkisi , Toplam nüfusu, 1 yıl için 1 UK vatandaşının çevresel etkisi kullanılmaktadır. Ağırlıklandırma faktörü BRE tarafından UK için oluşturulmuştur. *** Yorumlama;**Sonuçlar yorumlanarak A-B-C şeklinde değerlendirilmekte ve bu değerlendirmeler BREEAM hesaplama aracına katılarak (Mat 1 calculator) kriterden puan kazanılması gerçektileşmektedir.
4-Yönlendirilen referanslar; -Green Guide Specification -EMS (Environmetal management system) Certificate - CoC (Chain of Custody) Certification - Green Dragon Environmental Standard -BES 6001 -BRE Çevresel Profil Yöntemi -EMS Sertifikası - ISO 14025 EPD	

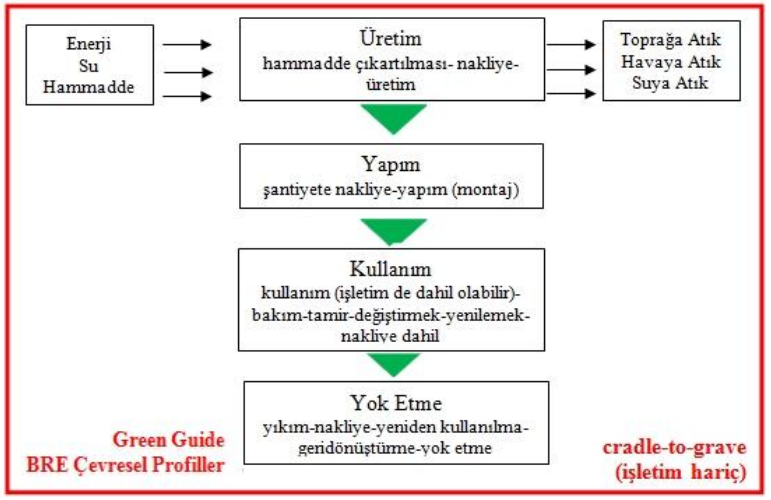
MAT 1 - Türkiye'deki için durum: - Green Guide gibi bir yeşil malzeme değerlendirme klavuzu yoktur. - Türkiye'deki firmalar EMS sertifikasına sahip olabilrmektedir.- Firmalar aracılığı yada AB – Türk ortak firmaları FSC CoC sertifikası gibi Türkiye sınırları içinde hizmet vermektedir. - Green dragon sertifikasının Türkiye'deki durumu ile ilgili bilgi bulunamamıştır. - BES 6001: gibi bir sertifika aracı bulunmamaktadır. - EMS sertifikasıuluslar arası alanda geçerliliği olduğundan Türkiye'de de firmalar tarafından alınabilmektedir. - ISO 14025 standardı TSE olarak çevrilerek yayınlanmıştır ve uygulamaları yapılmaktadır. (örn. Ytong).

Öneriler: Malzeme yaşam döngü etkisinin dikkate alındığı kriterin tanımlanması, Yaygın yapılmakta olan bina tiplerine göre yapı elemanlarının belirlenmesi. Sistem sınırı: Malzemelerin YDD aşamalarına göre beşikten mezara kapsamında değerlendirilmesi, yapı ömrünün Türkiye ekonomik ve çevresel koşulları bir arada gözeterek belirlenmesi (örn. yapı ömrünün 60 yıldan fazla olabilme durumu düşünülebilir). Envanter analizi: Türk yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemelerin çevresel etkilerin belirlenerek her bir malzeme için envanter analizinin yapılması ve veri kütüphanesinin oluşturulması. Etki değerlendirmesi: Bakınız Çizelge 6.2: MAT 2 Türkiye için durum ve Öneriler.

Çizelge 6.2 : Breeam MAT 2 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 2 Sert Peyzaj ve Sınır Korunumu kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
MAT 2: Sert Peyzaj ve Sınır Korunumu: Tüm yaşam döngüsünün dikkate alınarak, düşük çevresel etkiye sahip sert dış yüzeyler ve sınır koruma için malzeme özelliklerini tanımlamak ve teşvik etmektir. Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle mimarlar, üreticiler, kullanıcılardır. Buna göre;	* **Amaç**; Hedeflenen uygulamanın tanımı, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle,
1- Her bir uygulanan elemanın detaylı biçimde tanımlamasının yapılması ve malzeme içeriğinin belirtilmesi	*** Kapsam;** Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı
2- Uygulanan bölge ve uygulanacak alanın m2 sinin belirtilmesi **3-** Çevresel profillere göre sert peyzaj ve sınır koruma ile ilgili malzemeler, "beşiktan mezara" süreci kapasamında ele alınması **4-** Hesaplamaların Mat 1 calculator aracı kullanılarak yapılması gerekmektedir (Bkn. Mat 1 atılması gereken adımlar) **5-** Yapım sonrası aşamada kesin sertifika için ve fotoğraflama ve uygulama çizimleri ile BREEAM değerlendiricisinin yerinde inceleme raporunun verilmesi (Her BREEAM Malzeme kriteri için geçerlidir)	* **Sistem sınırı:** BRE çevresel profiller yöntemi beşikten mezara, beşikten kapıya ve beşikten şantiyeye kapsamında değerlendirmektedir. Ancak tam bir ürün YDD istenildiğinden bu kapsamın beşikten mezara kapsamında değerlendirmesi kriterden puan kazanılması açısından önemlidir. Bu süreç; kullanım sürecindeki bakım, yenileme, yok etme faaliyetlerini içermekle beraber 60 yıllık kullanım süresi sona erdikten sonra kalan eleman parçalarının yok edilme faaliyetlerini de içermektedir. * **Fonksiyonel birim**; Mat 1 kriteri ile aynıdır. *** Envanter analizi:** Mat 1 kriteri ile aynıdır. *** Etki değerlendirmesi:** Mat 1 kriteri ile aynıdır. *** Ağırlıklandırma;** Mat 1 kriteri ile aynıdır. *** Yorumlama;** Mat 1 kriteri ile aynıdır.

Çizelge 6.2 (devam) : Breeam MAT 2 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 2 kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
4-Yönlendirilen referanslar; -Green Guide Specification -BRE Çevresel Profil Yöntemi	

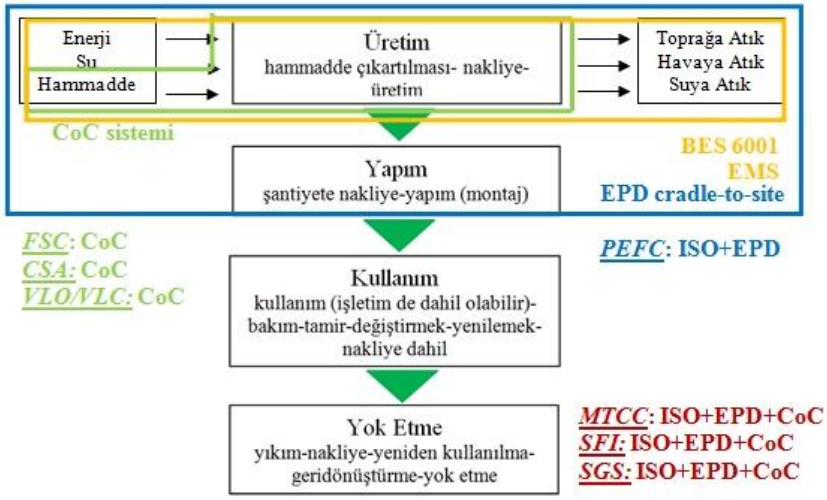
MAT 2 - Türkiye'deki için durum: - Green Guide gibi bir yeşil malzeme değerlendirme klavuzu yoktur. - BRE çevresel profiller yöntemi gibi YDD yöntemine dayanan bir yöntem Türkiye şartlarında geliştirilmemiştir.

Öneriler: Türkiye için dış peyzaj alanlarında yaygın kullanımı olan yapı malzemelerinin belirlenmesi. Sistem sınırı: Malzemelerin YDD aşamalarına göre beşikten mezara kapsamında değerlendirilmesi, Envanter analizi: Türk yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemelerin çevresel etkilerin belirlenerek her bir malzeme için envanter analizinin yapılması ve veri kütüphanesinin oluşturulması. Etki değerlendirmesi: Türkiye; nin kendi çevresel profil yöntemini YDD ye dayalı gerçekleştirebilmesi için;
1-Türkiye için öncelikli çevresel etki kategorilerinin belirlenmesi ve toplam çevre etkisinin bu kategoriler üzerinden hesaplanması
2- Toplam nüfusu (bilinmektedir)
3-1 yıl için 1 Türk vatandaşının çevresel etkisinin belirlenmesi (normalleştirme için kullanılacaktır).
4- Türkiye için çevresel etkilerin ağırlıklandırma faktörlerinin oluşturulması (örn:iklim değişikliği % 36, asitleşme % 5 gibi.) önerilmektedir.

Çizelge 6.3 : Breeam MAT 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 3 Malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
MAT 3: Malzeme kaynaklarının sorumlu seçimi: Temel yapı elemanları için sorumlu malzeme kaynaklarının özelliklerini tanımlamak ve teşvik etmektir. Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle mimarlar, üreticiler, kullanıcılardır. Buna göre;	* **Amaç**; Hedeflenen uygulamanın tanımı, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle,
1- Yapı elemanları ve malzemelerin tanımlanması.	*** Kapsam;** Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı
2- Değerlendirilecek yapı elemanı sayısına göre elde edilebilecek maksimum puanın ve breeam kredilerinin belirlenmesi (Mat 3calculator'un kullanılması) **3-** Herhangi bir yapı elemanından puan elde etmek için yapı elemanını oluşturan malzemelerin en az % 80'ninin sorumlu kaynaklardan seçilmiş olması gerekmektedir. Bilgi; tedarik edenler/üreticilerden, sorumlu malzeme sertifikaları temin edilerek belirlenmektedir. **4-** Projede kullanılan tüm ahşap kökenli malzemelerin ve yapı elemanlarının UK hükümeti ahşap üretim politikasına uygun olarak üretilmesi gerekmektedir. **5-** Yönlendirilen referanslar dahilinde elde edilen sertifikaların aşamalı seviyeye (tier level) ve oradan da puana çevrilerek puan hesaplamasının yapılması.	* **Sistem sınırı:** Beşikten kapıya veya beşikten şantiyeye olan aşamayı incelenmektedir. * **Fonksiyonel birim**; Mat 1 kriteri ile aynıdır. İlave bilgi: Hükümet ahşap üretim politikası gerekmektedir. *** Envanter analizi:** Her bir malzeme için çevresel etkiler; BRE tarafından önceden YDD temeline dayanarak yapılan analiz sonuçlarından elde edilmektedir. (kapalı). İlave olarak; firmalardan; edenler/üreticilerden, sorumlu malzeme sertifikaları temin edilerek herhangi bir yapı elemanından puan elde etmek için yapı elemanını oluşturan malzemelerin en az % 80'ninin sorumlu kaynaklardan seçilmiş olması gereği doğrulanmalıdır. *** Etki değerlendirmesi:** Bilinmemektedir. *** Ağırlıklandırma;** Bilinmemektedir. *** Yorumlama;** Sonuçlar normalizasyon, gruplandırma, ağırlıklandırma ve veri kalitesi analizlerinden sonra yorumlanarak Pass, Good, Very Good, gibi sertifika aracının belirlemiş olduğu dereceye göre mat 3 calculator kullanılarak puana çevrilmekte ve kredi bu puana göre kazanılmaktadır.

Çizelge 6.3 (devam) : Breeam MAT 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 3 kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
4-Yönlendirilen referanslar; -Green Guide Specification -EMS (Environmetal management system) Certificate - CoC (Chain of Custody) Certification (FSC, PEFC, SFI, CSA, MTCC, SGS, PEFC, VLO/VLC) - Green Dragon Environmental Standard -BES 6001 -EMS Sertifikası	

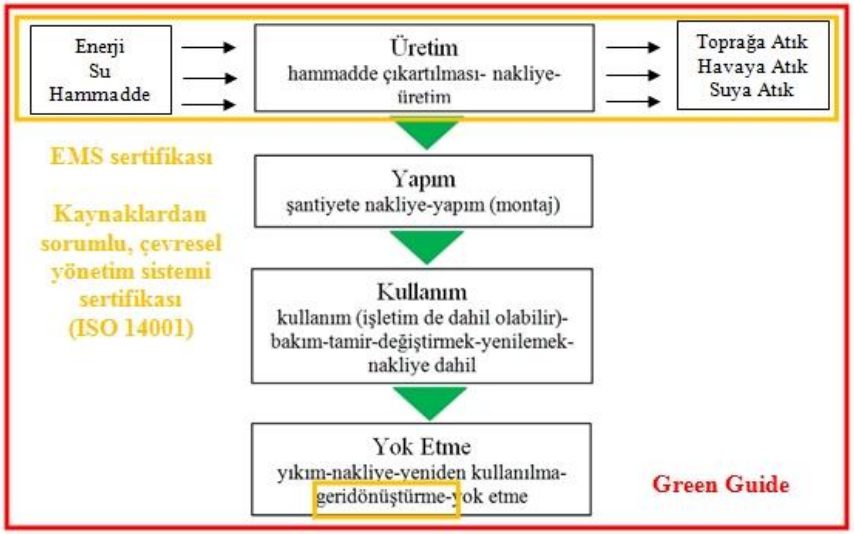
MAT 3 - Türkiye'deki için durum: - - Green Guide gibi bir yeşil malzeme değerlendirme klavuzu yoktur. - Türkiye'deki firmalar EMS sertifikasına sahip olabilrmektedir. - CoC sertifikası firmalar aracılığı yada AB – Türk ortak firmaları FSC CoC sertifikası gibi Türkiye sınırları içinde hizmet vermektedir. Ancak bu tip sertifikaların yaygın kullanımı sınırlıdır. - ISO 9001, ISO 14001, ISO 14020 ve ISO 14021 standartları TSE tarafından türkçeye çevreilerek ülkemizde kullanılmaktadır. - Green dragon sertifikasının Türkiye'deki durumu bilinmemektedir. - BES 6001: gibi bir yeşil malzeme değerlendirme ve sertifikalandırma aracı bulunmamaktadır. - EMS sertifikası uluslar arası alanda geçerliliği olduğundan Türkiye'de de firmalar tarafından alınabilmektedir.

Öneriler: Türkiye için binalardan kullanılan ancak kaynakları sınırlı olan malzemelerin sorumlu seçiminin önemi üzerinde durulması, Sistem sınırı: Malzemelerin YDD aşamalarına göre beşikten kapıya yada beşikten şantiyeye olan süreçleri kapsamında değerlendirilmesi, Envanter analizi: Türk yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemelerin çevresel etkilerin belirlenerek her bir malzeme için envanter analizinin yapılması ve veri kütüphanesinin oluşturulması. Etki değerlendirmesi: Mat 2 ile aynıdır. İlave olarak; yapılması gerekenler:
1-Ahşap üretim politikasının geliştirilmesi,
2-Ahşap Yönetmeliğinin çıkartılması yada AB Ahşap Yönetmeliğinin uyumunun sağlanması
3- Orman yasaları yönetim ve ticaretinin geliştirilmesi (Ayrıca Bkn: EK 2)
4. Bağımsız 3. Taraf sertifika uzmanlarının arttırılması ve ahşap ürün üreticilerinin, kaynaktan çıkarılmadan kullanıcılara ulaşmasına kadar olan süreçlerinin takip edilmesi sağlanmalıdır.

Çizelge 6.4 : Breeam MAT 4 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 4 Yalıtım kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
MAT 4: Yalıtım: Termal özelliklere göre düşük gömülü etkisi olan, kaynaklardan sorumlu ısı yalıtım malzemesi kullanımını tanımlamak ve teşvik etmektir. Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle mimarlar, üreticiler, kullanıcılardır. Buna göre;	* **Amaç;** Hedeflenen uygulamanın tanımı, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle,
1- Dış duvarlar, zemin döşemesi, çatı ve bina servislerinde uygulanan yalıtım malzemeleri değerlendirilmektedir.	*** Kapsam;** Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı
2- Green guide'da göre yalıtım malzemeleri tanımlanmalıdır. **3-** Bina yalıtımında izolasyon endeksinin 2 veya 2'den büyük olması gereklidir **4-** BREEAM Mat 4 hesaplama aracı kullanılmaktadır. Hesaplama yöntemi; her tip yalıtım için, hacim ağırlıklı ısıl direnç olarak hesaplanmakta ve green guide'da A+ ile E arasında değerlendirilmekte ve karşılığında 3 ile 0 aralığında bir puanla çarpılmakta ve green guide düzenleme puanı elde edilmektedir. Tüm malzemelerden elde edilen düzenleme puanları toplamı ısıl direnç toplamına bölünmekte ve izolasyon endeksi bulunmaktadır. **5-** EPD yalıtım malzemesi için Mat 1 EPD hesaplama yöntemi (1. Aşama hariç) kullanılmaktadır. Bilgi: Mat 1 hesaplama yönteminde EPD'ler yapı elemanı/bina çevresel etkisini belirlemekteyken Mat 4'te EPD'ler malzeme seviyesinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle Mat 1 hesaplamasında 1. aşamada uygulanabilir değildir. **6-** Bina elemanlarında kullanılan ısı yalıtım hacminin en az % 80'i sorumlu kaynaklardan çıkarılmış olmalıdır. (Mat 3'de belirtilen aşamalı derecelendirme (tier levels) belgesine sahip olması gereklidir.).	* **Sistem sınırı:** Mat 1 kriteri ile aynıdır. * **Fonksiyonel birim**; Mat 1 kriteri ile aynıdır. *** Envanter analizi:** Her bir malzeme için çevresel etkiler; BRE tarafından önceden YDD temeline dayanarak yapılan analiz sonuçlarından elde edilmektedir. (kapalı). İlave olarak; firmalardan; edenler/üreticilerden, sorumlu malzeme sertifikaları temin edilerek herhangi bir yapı elemanından puan elde etmek için yapı elemanını oluşturan malzemelerin en az % 80'ninin sorumlu kaynaklardan seçilmiş olması gereği doğrulanmalıdır. *** Etki değerlendirmesi:** Mat 2 kriteri ile aynıdır. *** Ağırlıklandırma;** Mat 2 kriteri ile aynıdır. *** Yorumlama;** Sonuçlar normalizasyon, gruplandırma, ağırlıklandırma ve veri kalitesi analizlerinden sonra yorumlanarak A-B-C şeklinde değerlendirilmekte ve bu değerlendirmeler BREEAM hesaplama aracına katılarak (Mat 4 calculator) kriterden puan kazanılması gerçektileşmektedir.

Çizelge 6.4 (devam) : Breeam MAT 4 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAT 4 kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
4-Yönlendirilen referanslar; - Green Guide Specification - EMS sertifikası (kaynaklardan sorumlu çevresel yönetim sistemi sertifikası) - EPD	

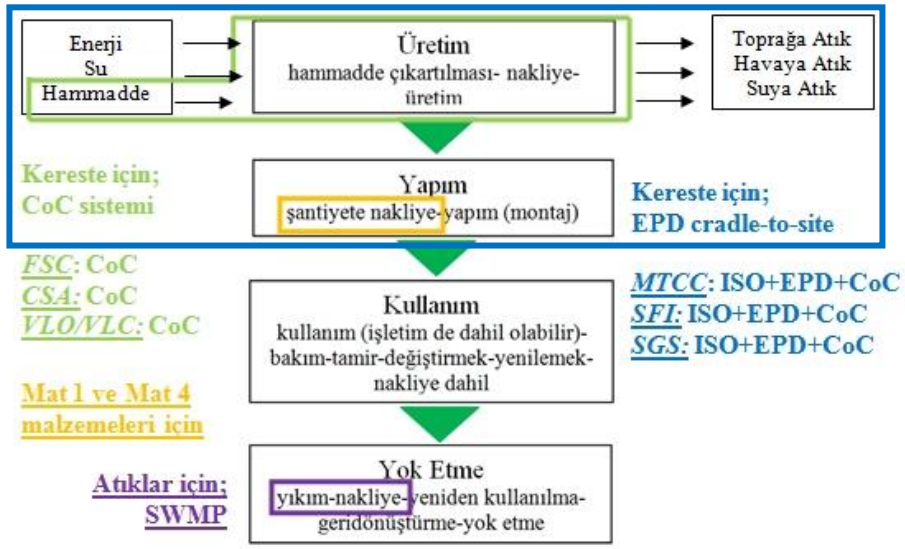
MAT 4 - Türkiye'deki için durum: - Green Guide gibi bir yeşil malzeme değerlendirme klavuzu yoktur. - EMS sertifikasıuluslar arası alanda geçerliliği olduğundan Türkiye'de de firmalar tarafından alınabilmektedir. Aynı zamanda ISO 14001 çevre yönetim sisteminin ülkemizde uygulanabilirliğinin bulunması bu sertifikanın elde edilmesinde avataj sağlamaktadır. - TSE ISO 14020 serisi ile ISO 14040 YDD serisini tükçeye çevrilmiş halini yayınlamıştır. EPD sertifikasının Türkiye'de yaygınlığı giderek artmaktadır. - Geri dönüştürülme prosedürü ile ilgili ATIK ile ilgili yasal düzenlemelerin AB'ye uyumu sürecinde geliştirilmektedir. Enerji, Atık, Hammadde, Su konularında Türkiye'deki mevcut yasal düzenlemeler için Bakınız: EK 2.

Öneriler: Türkiye için binalardan kullanılan yalıtım malzemelerin seçimi ile özelliklerinin belirlenmesi, Sistem sınırı: Malzemelerin YDD aşamalarına göre beşikten mezara olan süreçleri kapsamında değerlendirilmesi, Envanter analizi: Türk yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemelerin çevresel etkilerin belirlenerek her bir malzeme için envanter analizinin yapılması ve veri kütüphanesinin oluşturulması. Etki değerlendirmesi: Mat 2 ile aynıdır. İlave olarak; binalarda enerji korunumu, enerji politikaları, atık yönetimi gibi yasal düzenlemelerin geliştirilmesi önerilmektedir.

Çizelge 6.5 : Breeam MAN 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiyeiçin durum

BREEAM: MAN 3 Şantiye Alanı Etkileri kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
MAN 3: Şantiye Alanı Etkileri: Kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve çevre kirliliği açısından çevreye duyarlı şantiyelerin yönetiminin sağlanması ve teşvik edilmesidir. Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle mimarlar, üreticiler, kullanıcılardır. Buna göre;	* **Amaç;** Hedeflenen uygulamanın tanımı, Çalışmanın yürütülmesinin sebepleri, Çalışma sonuçlarının ulaştırılması istenen hedef kitle,
1- Yapı malzemesi ve atıkların şantiyeye nakliyesi için;	*** Kapsam;** Çalışılacak ürün sisteminin seçimi, ürün kategori tanımı
- Fabrikadan şantiye alanına malzemelerin taşınması; Mat 1 'de belirtilen malzemeler, Mat 4 'de belirtilen yalıtım malzemeleri ile alt yapı çalışmaları ve peyzaj malzemelerinin tüm şantiyeye nakliye süreci izlenmektedir. - SWMP atık yönetim planı kapsamında inşaat alanından çıkan malzemelerin atık bertarafı/ işleme veya geri kazanım tesisine olan nakliye süreci izlenmektedir. -BREEAM puanlama ve raporlama aracı ile toplanan veriler; toplam yakıt tüketimi (litre), toplam CO2 salınımı (kgCO2 eq), toplam nakliye uzaklığı (km) şeklinde malzeme ve atıklar için ayrı rapor oluşturularak hazırlanmalıdır. **2-** Şantiyede kullanılan tüm kerestelerin Birleşik Krallık hükümetinin Ahşap Üretim Politikasına uygun olduğu onaylanmalıdır.	* **Sistem sınırı:** Kaynaktan çıkarılmadan yok edilmesine kadar olan tüm nakliye süreçleri incelenmektedir. * **Fonksiyonel birim**; Tüm malzeme ve atıklar; toplam yakıt tüketimi (litre), toplam CO2 salınımı (kgCO2 eq), toplam nakliye uzaklığı (km) olarak değerlendirilmekredir. *** Envanter analizi:** Toplam yakıt tüketimi (litre), toplam CO2 salınımı (kgCO2 eq), toplam nakliye uzaklığı (km) malzeme ve atıklar konusunda bilgi toplanmaktadır. İlave bilgi: UK Ahşap üretim politikası ve SWMP atık yönetim planı *** Etki değerlendirmesi:** Bilinmemektedir. *** Ağırlıklandırma;** Bilinmemektedir. *** Yorumlama;** Sonuçlar BREEAM puanlama ve raporlama aracı ile ayrı ayrı raporlar oluşturulmaktadır.

Çizelge 6.4 (devam) : Breeam MAN 3 kriterinde atılan adımlar, YDD yöntemini karşıladığı düzey ve Türkiye için durum

BREEAM: MAN 3 kriterinde atılan adımlar	**YDD ile olan ilişikisi ve YDD yöntemini karşıladığı düzey**
4- Yönlendirilen referanslar; - Kereste için CoC Sertifikası (FSC, CSA, VLO/VLC) - Kereste için EPD sertifikası - Kereste için MTCC,SFI veya SGS sertifikası - Mat 1 ve Mat 4 malzemeleri için EMS sertfikası - Atıkları için SWMP (site waste management plan)	

MAN 3 - Türkiye'deki için durum: - Firmalar aracılığı yada AB – Türk ortak firmaları FSC CoC sertifikası gibi Türkiye sınırları içinde hizmet vermektedir. - ISO 14025 standardı TSE olarak çevrilerek yayınlanmıştır ve uygulamaları yapılmaktadır. (örn. Ytong) - Atık ve Nakliye ilgili yasal düzenlemelerin AB'ye uyumu sürecinde geliştirilmektedir. Enerji, Atık, Hammadde, Su konularında Türkiye'deki mevcut yasal düzenlemeler için Bakınız: EK 2.

Öneriler: Türkiye için kaynak kullanımı, enerji tüketimi ve çevre kirliliği açısından çevreye duyarlı şantiyelerin yönetiminin sağlanması, Sistem sınırı: Malzemelerin YDD aşamalarına göre beşikten mezara olan süreçleri kapsamında değerlendirilmesi, Envanter analizi: Türk yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemelerin çevresel etkilerin belirlenerek her bir malzeme için envanter analizinin yapılması ve veri kütüphanesinin oluşturulması. Şantiye atık yönetim planlarının oluşturulması ve bu planların gerekli yasal düzenlemelerle zorunlu kılınması ve denetiminin sağlanması. Şantiyeden atık depolama ve geridönüştürme alanlarına olan mesafelerin önceden atık yönetimi kapsamında planlanarak belirlenmesi ve atık depolama-geri dönüştürme-yakma alanlarının BREMAP, Smartwaste gibi programlara benzer programlar yardımıyla haritalandırılması, atık alanlarının şantiyeye olan mesafelerinin önceden dikkate alınarak araçların, en yakın mesafede olan atık alanlarına yönlendirilmesi ve bu doğrultuda nakliye sürecindeki çevresel etkilerin düşürülmesi. Atık depolama alanlarında salımları düşürmek amacıyla yakma faaliyetinden çok, depolama, pressleme, ayırma ve geri dönüştürme prosedürlerine öncelik verilmesi önerilmektedir.

Çizelge 6.6 : Breeam malzemelerle ilgili incelenen diğer kriterler, İlgili referansları ve Türkiye için durum

BREEAM: Malzemelerle ilgili diğer kriterlerde atılan adımlar	**Türkiye için Durum**
MAT 5: Dayanıklılık İçin Tasarım: **1-** Araç ve yaya trafiğine maruz kalan binanın iç ve dış alanların belirlenmesi, **2-** Tasarımın uygun dayanıklılık ve koruma önlemleri içermesi veya tasarım özellikleri ve çözümlerinin binanın zayıf kesimlerinin zarar görmesini önlemesi gereklidir. **3-** Yönlendirilen Referanslar: BS 5234-2: Partitions (including matching linings) – Specification for performance criteria for strength and robustness including methods of test-1992 ve sağlık yapıları için; Health Technical Memorandum 56 – Partitions, HTM 69 Protection, 2nd Edition, Department of Health, 2005.	Yapı malzemeleri yönetmeliği 89/106/EC 1. Mekanik Dayanım ve Stabilite İle 3. Madde Hijyen sağlık ve çevre.
WST1: İnşaat Atık Yönetimi: **1-** Tasarım ve yapım aşamasında oluşan tehlikeli olmayan inşaat atıkları (yıkım ve hafriyat atıkları hariç) 100m2 başına üretilen atık miktarı (brüt iç zemin alanı) minimum 1 kredi için 11.1 ton (13.3 m3), maksimum 3 kredi için 3.2 ton (3.4 m3)'u karşılaması yada daha üstünde (örn: 1.9 ton) olması gereklidir. **2-** İnşaat için uyumlu şantiye atık yönetimi olmalıdır. **3-** Arazide mevcut bir bina yıkılacak ise, mevcut binanın malzemeleri belirlenmeli, yıkımdan önce mevcut binanın yenileme/yeniden kullanım durumu düşünülmeli, yıkım yapılacaksa malzemenin geri kazanımının (yeniden kullanım/geridönüştürülebilirlik) en üst düzeye çıkarılması hedeflenmelidir. Bunun için; - inşaat için uyumlu şantiye atık yönetiminin - Önemli tadilat / yıkım malzemelerin belirlenmesi ve önemli tadilat ve yıkım malzemelerinin yeniden kullanım ve geri dönüşüm için potansiyel uygulamaların ve ilgili konuların belirlenmesi gerekmektedir. **4-** Arazi doldurmasından elde edilen kaynakların ayrılmasıyla oluşan tehlikeli olmayan inşaat ve yıkım atık tipi yüzdesi yıkım dışı atık hacmi için % 70, yıkım sonucu oluşan atık hacmi için % 80 olmalıdır. **5-** İnşaat atık yönetimiyle uyumlu olmalıdır. **6-** Atık malzemeler ayrı atık gruplar halinde sıralanır olmalıdır. (avrupa atık kataloğu) **7-** ICE yıkım protokolü, DEFRA (department of environment, food and rural affairs), WRAP (waste resources action programme), CSH Was 2 kriteri (construction site waste management), SWMP (site waste management plan), SMARTWaste System, BREMAP	Türkiye'de BREMAP gibi inşaat atık yönetimini destekleyen bir yazılım aracı bulunmamaktadır. BREMAP: Atık yönetim tesislerini gösteren coğrafi bilgi sistemidir. Böylelikle en yakın ve en uygun atık yönetim alanı bulunarak yoğun atık taşımacılığının azaltılması, en yakın geridönüşüm, sıkıştırma, depolama ve yakma tesisleri ile üretici geri alma şemaları, transfer istasyonlarının bulunması, yerel geri dönüştürülmüş ürünlere ulaşılması sağlanmaktadır. Atıkla ilgili yasal düzenlemeler için ayrıca Bkn: EK 2 – Atık yasal düzenlemeleri.

Çizelge 6.6 (devam) : Breeam malzemelerle ilgili incelenen diğer kriterler, İlgili referansları ve Türkiye için durum ve Öneriler

BREEAM: Malzemelerle ilgili diğer kriterlerde atılan adımlar	**Türkiye için Durum ve Öneriler**
WST2: Geri Dönüştürülmüş Agregalar: **1-** Belirtilen geri dönüşümlü veya ikincil agrega toplamı, binada kullanılan yüksek kaliteli agrega toplamının % 25'inden (hacim ve ağırlık olarak) fazla olmalıdır. **2-** Geri dönüşümlü ve/veya ikincil agrega olarak belirtilen yüksek kaliteli agrega yüzdesinin yapılan uygulama alanlarına göre belirtilen yüzde değeri sağlaması gerekmektedir. **3-** Agregalar şantiyeden elde edilen, şantiyenin 30 km yarıçap alanındaki bir atık işleme alanından elde edilen veya inşaat dışı, tüketim sonrası yada sanayi yan ürün kaynağından elde edilen ikincil agregalar olabilmektedir. **4-** Malzeme iyileştirilmesi konusunda Mat 4 yalıtım kriteri referansları ve Specification For Highway Works (SHW) Series 600 Earthworks.	Türkiye'de kullanılancak malzemelerin sınıflandırılmasıyla ilgili TSE standartları mevcuttur.
WST4: Tehlikeli Döşeme ve Tavan Bitirmeleri **1-** Ofis yapıları gibi kullanıcıların belirsiz olduğu yapılarda; kiralanabilir alanlarda önceden zemin ve tavan kaplamaları yapılmalıdır. Bu alanlar; net kullanılabilir alan toplamının % 25'inden az olmalıdır. **2-** Belirli kullanıcılar için geliştirilen binalarda, kullanıcı onayı ile önceden zemin ve tavan kaplamaları belirtilmelidir.	Herhangi bir yönlendirme yapılmadığından Türkiye'deki karşılığı bilinmemektedir.
HEA 2: İç Hava Kalitesi **1-** Kirletici kaynakların kaldırılması, Seyreltme ve kirletici kaynaklarının kontrolü, bina kullanım öncesi dışarı atılma prosedürleri, 3. Taraf test ve analizlerin yapılacağı İç hava kalitesi planının hazırlanması gerekmektedir. **2-** Dekoratif amaçlı boya ve verniklerin VOC için gerekli emisyon seviyelerini karşılaması gerekmektedir. (Çizelge 5.16). **3-** Çizelge 5.16'da listelenen 8 ürün kategorisinden en az 5 tanesinin test gereksinim ve emisyon seviyeleri; ilgili standartlardaki VOC (uçucu organik bileşikler) emisyonlarını karşılamalıdır. **4-** Yönlendirilen Referanslar Uçucu Organik Bileşikler için Çizelge 5.16'da belirtilen BS Standartları	ISO/TC 35 - Boyalar ve vernikler (Paints and varnishes), ISO/TC 35/SC 9 - Boya ve vernikler için genel deney yöntemleri (General test methods for paints and varnishes), CEN/TC 139 - Boyalar ve vernikler (Paints and varnishes), TS EN ISO 11890-1Boyalar ve Vernikler-Uçucu Organik Madde Muhtevası (VOC) Tayini-Bölüm 1: Fark Metodu, TS EN ISO 11890-2 Boyalar ve Vernikler-Uçucu Organik Madde Muhtevası (VOC) Tayini-Bölüm 2: Gaz Kromatografisi Metodu vb.

Çizelge 6.7 : LEED malzemelerle ilgili incelenen kriterler ve Adaptasyonda malzemelerle ilgili çıkarımlar

LEED Malzeme kategorisinde incelenen kriterler	**Adaptasyonda malzeme konusuyla ilgili çıkarımlar**
(MR 1.1) Bina Yeniden Kullanım– Mevcut duvar, Döşeme ve Çatıların Bakımı	-Var olan yapı stoğu yaşam ömrünün uzatılması, -Kaynakların korunması, -Atıkları azaltmak, -Malzeme üretim ve nakliye ile ilgili olarak yeni binaların çevresel etkilerini azaltmaktır.
(MR 1.2) Bina Yeniden Kullanım– Mevcut Yapısal Olmayan İç Elemanların Bakımı	- Binanın en az % 50'sinin varolan ve yapısal olmayan iç elemanları kullanarak (iç duvarlar, kapılar vb.) tasarlanması, - Enerji ve su tüketimini azaltacak yönde malzemelerin değiştirilmesi - Sayısal olarak binanın yeniden ölçümünün yapılması
(MR 2) İnşaat Atık Yönetimi	- İnşaat yıkım molozlarının atık depolama alanlarında ve yakma tesislerinde bertaraf edilmesi için yönlendirilmesi, - Geridönüştürülebilir malzemelerin üretim sürecine geri yönlendirilmesi - Uygun alanlarda malzemelerin yeniden kullanılmasını
(MR 3) Malzemenin Yeniden Kullanımı	- Yapı malzemeleri ve ürünleri yeniden kullanarak hammadde talebini azaltmak, - Atık oluşumunu düşürmek - Hammadde kaynaklarının çıkarılması ve işlenmesiyle ilgili çevresel etkilerin azaltılması - Minimumda % % 5 veya % 10 kurtarılmış, yenilenmiş yada yeniden kullanılan malzemelerin kullanılması, sertfikalı ahşap kullanıılması
(MR 4) Geri Dönüştürülmüş İçerikli Malzemeler	- Geri dönüştürülmüş içerikli malzemelere olan talebi arttırmak - Hammadde kaynaklarının çıkarılması ve işlenmesiyle ilgili çevresel etkilerin azaltılması -ISO 14021 Tip II özel çevresel görüşler
(MR 5) Yerel Malzemeler	- Bölge içinden çıkarılan ve üretilen yapı malzemelerine olan talebi arttırmak - Yerli kaynakların kullanımını desteklenerek nakliyeden kaynaklanan çevresel etkilerin azaltılması - Şantiye alanının 800 km'lik bir alan sınırı içinden çıkarılan, işlenen veya üretilen malzemelerin toplam malzeme bütçesinin en az %10'unu oluşturması ve yerel malzemelerden olması
(MR 6) HızlaYenilenebilen Malzemeler	- Sınırlı hammadde kullanımı, tüketimini ve uzun ömüre sahip yenilenebilir malzemelerin tüketimini azaltmak için hızla yenilenebilir malzemelerin seçilmesini (bambu, yün, pamuk yalıtımlar, linolyum vb.) - Tüm yapı malzemelerin maliyet açısından toplam değerinin % 2.5'i olacak şekilde bu malzemelerin kullanılması
(MR 7) Sertifikalandırılmış Ahşap	- FSC tarafından sertifikalandırılmış ahşap esaslı malzeme ve ürünlerin en az % 50 'sinin (maliyet bazlı) kullanılması önerilmektedir.

Çizelge 6.7 (devam) : LEED malzemelerle ilgili incelenen kriterler ve Adaptasyonda malzemelerle ilgili çıkarımlar

LEED Malzeme kategorisinde incelenen kriterler	**Adaptasyonda malzeme konusuyla ilgili çıkarımlar**
(IEQ 3.1) İç hava kalitesi - Yapı İç Hava Kalitesi Yönetimi Yapım Süreci	- İnşaat veya yenilemeden kaynaklanan iç mekan hava kalitesi (IAQ) sorunları azaltmak - İnşaat işçileri ile bina sakinlerinin konfor ve refahını sağlamak -Yerinde ve kurulu depolanmış emici özellikli malzemelerin nemin verdiği zarardan korunması (örn. ısı yalıtımları, döşeme kaplamaları, halılar, alçı duvar kaplaması vb.), - Uygulamada yüksek VOC ve formaldehit seviyeli malzeme bitirmelerinin kullanılmaması
(IEQ 4.1) İç hava kalitesi - Düşük Salınımlı Malzemeler Yapıştırıcılar ve Derz Sızdırmazlık Malzemeleri (IEQ 4.2) İç hava kalitesi - Düşük Salınımlı Malzemeler Boyalar ve Kaplamalar	- Kullanıcıların konforu ve refahı için kokulu ve iç hava kirletici maddelerin miktarını azaltılması - Tüm yapıştırıcılar ve derz sızdırmazlık malzemelerinin; - VOC içeriğini açıkça tanımlayan üreticiler, başvurulan standartlar ile uyumlu veya güvenli malzeme verilerini içeren ürünler kullanılmalıdır.
(IEQ 4.3) İç hava kalitesi - Düşük Salınımlı Malzemeler Döşeme Kaplama Sistemleri	- Sert zemin döşemesi ve ilgili ürünlerinin; VOC kapalı hava emisyonları ile potansiyel sağlık etkilerini test eden ve onaylayan, gönüllü, bağımsız bir sertifikasyon programı gereklidir.
(EIQ 4.4) İç hava kalitesi - Düşük Salınımlı Malzemeler - Kompozit Ahşap ve Agrifiber Ürünler	- Kompozit Ahşap (MDF, kontrplak,yonga vb.) ve Agrifiber Ürünler hiçbir üre-formaldehit reçine içermemesi
(SS 7.1) Sürdürülebilir araziler - Isı Adası Etkisi Çatısız (Nonroof)	- Mikroiklim, insan ve yaban hayatı yaşam alanlarındaki ısı adası etkilerinin azaltılması, - Dış malzemeler için ısı emilimini azaltıcı ve ışın yansıtıcı malzemeler ve peyzaj tekniklerinin kullanılması - ASTM test standartları: C1549, E1918, E903 ve CRRC-1 Test Method for Certain Variegated Products -Isı ve ışın yansıtıcılık özelliklerini ölçen bir programın kullanılması (örn: SRI)
(SS 7.2) Sürdürülebilir araziler - Isı Adası Etkisi Çatılar	- ısı emilimini azaltıcı ve ışın yansıtıcı çatı kaplama malzemelerinin kullanılması - Isı adası etkilerinin azaltılması - ES-CRRC Energy Star Serifikası'na uygunluğun sağlanması
* LEED YDD yöntemine dayalı bir değerlendirme aracı değildir. Ancak; LEED'in YDD yöntemine adaptasyonu konusundaki araştırmalara bakıldığında MR 2: İnşaat atık yönetimi, MR 3: Malzemenin yeniden kullanımı, MR 4: Geri dönüştürülmüş içerikli malzemeler, MR 5: Yerel Malzemeler kriterlerinin YDD aşamaları ile ilgili olduğu ve gelecek versiyonlarında adaptasyon sağlanabileceği belirtilmektedir. * LEED'in yukarıdaki malzeme kriterleri incelendiğinde BREEAM'dan farkı; ısı adası oluşumunun önlenmesi için çatı kaplamalarında ışın ve ısı yansıtıcılık ve malzemelerin maliyetle olan ilişkisi üzerinde durmasıdır. * Hesaplama yönteminde ASTM, ASHRAE standartlardaki test metotlarını kullanmakta veya ilgili malzemeleri bu standartları kullanan kuruşlara yönlendirerek malzemeleri değerlendirmektedir. * Tasarım-yapım-kullanım-bakım sürecinde insan ve çevre etkileri olarak; Seragazı salınımları, Fosil yakıt kullanımı, Toksin ve kanserojen maddeler, Hava ve su kirliliği, İç hava kalitesi konuları ele alınmaktadır.	

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Altıncı bölümde BREEAM ve LEED yeşil bina değerlendirme araçları yapı malzemesi yönünden incelenmiş ve Türkiye için bu türde bir yeşil bina değerlendirme aracının oluşturulmasında yapı malzemesi konusunun ele alınışı hakkında bilgi edinilmiştir. Buna göre;

BREEAM'mın malzemelerle ilgili toplam 10 kriteri olup bunlardan 5 tanesinin (Mat1, Mat2, Mat3, Mat4, Man3) YDD ile ilişki kurarak malzemeyi değerlendirdiği saptanmıştır. Değerlendirmenin YDD'ye dayanan çeşitli sertifika araçlarına yönlendirilerek (EPD, Green Guide To Specification, BES6001, CoC sertifikaları vb.) yapılması ve bu araçların YDD yöntemini "beşikten mezara", "beşikten şantiye alanına" veya "beşikten fabrika kapısına" kadar olan süreçte değerlendirdiği yapılan çalışmada analiz edilmiştir. LEED'in ise malzemelerle ilgili toplam 15 kriteri olduğu ancak direk YDD yöntemine dayalı bir yeşil bina değerlendirme aracı olmayıp, LEED'in YDD yöntemiyle ilişkisi ve malzeme kriterlerinin YDD'ye olan adaptasyonu , günümüzde üzerinde çalışılmakta olan bir konu olduğu saptanmıştır. Buna göre; LEED'in yerel bonus puanı vererek; en iyi çevre tasarımı ile inşaat uygulamasının belirlenmesinde yerel koşulların önemini kabul etmesi, İnşaat atık yönetimi kriteri (MR.2), Malzemenin Yeniden Kullanımı (MR.3), Geridönüştürülmüş İçerikli Malzemeler (MR.4), Yerel Malzemeler (MR.5), Sertifikalandırılmış Ahşap (MR.7) malzeme kriterleri YDD yöntemiyle ilişkilendirilebilecek kriterler olarak düşünülebilir.

LEED'in yapı malzemeleri açısından yüzdesi % 12,73 olup malzemelerle ilgili diğer kriterleri de hesaplandığında bu yüzdenin % 18-20'ye kadar ulaştığı, BREEAM'in ise malzeme açısından yüzdesi % 12,5 olup malzemelerle ilgili diğer kriterleri de hesağlandığında bu yüzdenin farklı bina tiplerine göre % 18 'e kadar ulaştığın görülmüş ve genel anlamda her iki yeşil bina değerlendirme aracında yapı malzemesine verilen önem yüzdesinin yaklaşık % 20'lere kadar ulaştığı saptanmıştır.

Her iki yeşil bina değerlendirme aracı malzeme kategorilerinde ele alınan konu başlıkları incelendiğinde; "malzemenin kaynaktan çıkarılma, üretim, kullanım,

bakım, yok etme ve geri dönüşüm safhalarını" kapsayan kriterlerinin bulunduğunu, buna ilave olarak "iç hava kalitesi, inşaat ve kullanım sırasında oluşan su ve toprak kirliliği, yerel kaynakların kullanımı" ile BREEAM için "yalıtım ve dayanıklılık", LEED için ise ısı adası oluşumunun önlenmesi için çatı kaplamalarında "ışın ve ısı yansıtıcılık ve malzemelerin maliyetle olan ilişkisi" malzemelerle ilgili üzerinde durulan parametreler olmaktadır.

BREEAM çevresel etki kategorileri için BRE tarafından geliştirilen ve UK koşulları göz önüne alınarak oluşturulan çevresel etki kategorileri ağırlık yüzdelerini kullanmaktadır. Bu ağırlık yüzdelerinin hesaplanış biçimi kapalıdır. Veriler CO2 ve CO2 eşdeğerliliğine dayalıdır. LEED ise; ABD Çevre Koruma Ajansı'nın TRACI çevresel etki kategorilerini temel alarak, kredi ağırlıklandırmasını yapmaktadır. Aynı zamanda LEED; Çevresel etki kategorileri için; Ulusal Standart Enstitüsü NIST tarafından geliştirilen ağırlık yüzdelerini kullanmakta ve malzemeleri çevresel ve insan açısından değerlendirmenin yanı sıra maliyet açısınından da değerlendirerek hesaplama yüzdeleri oluşturmaktadır. Veriler Amerikan Dolarına ($) dayalıdır.

BREEAM hesaplama yönteminde YDD temeline dayalı BRE çevresel profiller yöntemini ve her bir kriterde de farklı sertifikalandırma araçlarına yönlendirmeler yapmaktadır. Kriterler sayısal olarak ifade edilmektedir. LEED ise ; Hesaplama yönteminde ASTM, ASHRAE standartlardaki test metotlarını kullanmakta veya ilgili malzemeleri bu standartları kullanan kuruşlara yönlendirerek malzemeleri değerlendirmektedir. Kriterleri yüzdeler olarak değerlendirmektedir.

Her iki sistemde küresel ölçekte uygulanabilir değildir. Çünkü çevresel etki kategorilerine göre ağırlıklandırılan yüzdeler bölgelere, ülkelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin su verimliliği Dubai, Avustralya için önemli bir etki kategorisi olurken, İskoçya yada Wales için öncelikli değildir. Bu nedenle her ülkenin kendi koşullarına göre etki kategori ağırlık yüzdelerini oluşturması, değerlendirilecek binanın yaşam ömür süresinin ülke ekonomisi göz önüne alınarak düşünülmesi (örneğin 60 yıllık bir bina ömrü yerine ülke ekonomik şartları doğrulttusunda daha uzun bina ömrünün belirlenmesi) önem taşımaktadır.

Türkiye'de Yeşil Bina değerlendirme araçları ile sertifikalandırılmış bina sayısı oldukça azdır. Kendi bölgesel koşullarını dikkate alarak geliştirilmiş bir yeşil bina değerlendirme aracı bulunmamaktadır. Türkiye'de yeşil bina değerlendirme

araçlarının gelişmemesinin nedeni; bu sertifika aracını destekleyecek envarter verilerinin bulunmamasıdır. Diğer taraftan değerlendirme araçlarının referans aldığı birtakım yönetmelikler (BREEAM için AB yönetmelikleri, LEED için ABD yönetmelikleri) bulunmaktadır. Özellikle BREEAM'in referans gösterdiği standartların AB standartları olması ve birçoğunun ülkemizde AB'ye uyum kapsamında çevrilerek kabul edilmesi adastasyonun sağlanması ve süreç bakımından açısından avantaj sağlamaktadır. Ancak 2007-2013 yılı Türkiye 9. Kalkınma Planı raporuna ve Türkiye'de AB'ye uyumu sürecinde yapılan genel değerlendirmelerde, yalnızca, atık yönetimi, doğanın korunması, gürültü ve çevresel etki değerlendirme konularında ilerlemenin sağlandığı, çevre alanında ise hala çok sayıda düzenlemeye gereksinime ihtiyaç duyulduğu belirtildiğinden çevresel açıdan yapı sektörünün temel taşı olan yapı malzemesi ve üretim teknolojileriyle (enerji, su, hammadde, atıklar) ilgili yönetmeliklerin revize edilmesi gerekmektedir.

Green Guide To Specification, BRE tarafından BREEAM sertifika sistemi için geliştirilmiş ve malzemeleri derecelendiren bir araçtır. Bu aracın veri hesaplama biçimi YDD'ye dayanmakla beraber özellikle malzeme/yapı elemanı için tüm yaşam döngü kapsamında çevresel etkilerinin belirlenmesinin ardından sistem; kapalı duruma geçmektedir. Çünkü bu aşamadan sonra yapılan işlemler UK sınırları içindeki birtakım verileri kullanılarak yapılmaktadır. Türkiye için düşünülecek bir klavuzda öncelikli çevresel etki parametrelerin belirlenerek ağırlık yüzdelerinin hesaplanması, belirlenen çevresel etki kategorileri sonuçlarının her bir yapı malzemesi ile yapı elemanı grubu için ayrı ayrı hesaplanması ve 1 yıl için 1 Türk vatandaşının çevresel etkisinin 'norm' olarak seçilerek hesaplanması gerekmektedir. Örneğin; Türkiye'nin iklim değişikliği konusunda toplam çevresel etkisinin toplam nüfusa bölünmesiyle 1 Yıl için 1 Türk vatandaşının çevresel etkisinin hesaplanması, bulunan etkinin seçilen yapı malzemesi iklim değişikliği çevresel etkisine bölünerek normalleştirilmiş değerin elde edilmesi ve ardından Türkiye için iklim değişikliği ağırlık yüzdesiyle çarpılarak ekopuanların oluşturulması şeklinde bir yol izlenebilir.

BRE'nin çeşitli çevresel etkiler için % olarak belirlediği ağırlıklandırma faktörleri bulunmaktadır. Ancak bu yüzdelerin nasıl hesaplandığı kapalıdır. Çevresel etki kategorilerine göre ağırlıklandırılmanın yapılabilmesi için öncelikle Türkiye'nin çevre sorunları ile kaynak girdi ve çıktı oranları gibi mevcut durum analiz verilerine bakılması ile Türkiye için ağırlıklandırma faktörü yüzdelerinin; BRE'nin oluşturduğu

araştırma programı gibi, devletin yerel ve merkezi birimleri, inşaat/yapı uzmanları, akademisyenler, çevresel aktivistler, araştırmacılar gibi farklı kesimlerden danışmaların oluşturduğu gruplar ile alınacak ortak kararlar sonucu belirlenebilmesi önerilerilebilir. Diğer taraftan Türkiye'nin çevre sorunları ve kaynak girdi ve çıktı oranları gibi mevcut durum analiz verileri; ağırlıklandırma için bir fikir oluşturabilir. Örneğin; Türkiye genelinde 2009 toplam seragazı emisyon miktarı, 1990 yılında üretilen seragazı salımına göre % 97,6 oranında artmıştır. Bu veri bize iklim değişikliğine ve bu anlamda küresel ısınmaya neden olan seragazlarının azaltılma gerekliliği konusunda fikir vermekte ve iklim değişikliği etki kategorisi Türkiye'nin ağırlık yüzdesi bakımından öncelikli konusu haline gelebilmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı ve geliş(tiril)miş çevresel karar almaya yönelik sürücüler; eylemlerimizin çevresel sonuçları ile ilgili olarak kanıtlanmış veri değerlerinin tanımlanmasında bizlere yardımcı olmaktadır. Yaşam döngü değerlendirmesi (YDD); yasal düzenleme, ürün alımları, süreç performansı ve eğitim sistemleri ile ilgili tüm sektörlerdeki karar alıcılar için bütünsel ve bilime dayalı bir analiz yöntemi sağlamaktadır. İçinde bulunduğumuz dönemde; ürün ve hizmet analizleri için YDD'nin kullanımı ve YDEA (yaşam döngü envanter analizi) verileri için talep artmaktadır. Başarılı bir YDD için mevcutta hazır olarak bulunmayan kaliteli bir envanter verisi gereklidir. Bu nedenle sık sık YDD uygulayıcıları kendi veri kapasitelerini geliştirmek, diğer ülkelerden aldıkları verileri kendi ülkelerine göre düzenlemek ve yenilemek zorundadır. Varsayımlar üzerinden ve farklı uygulayıcılar tarafından kullanılan yaklaşımlar değişken sonuçlar doğurabilmektedir. Tutarlı ve Türkiye tabanlı çevresel verilere sahip olunması, Türkiye tabanlı süreçlerde çevresel etkilerin anlaşılması ve yönetilmesi için gerekli olmaktadır.

Yapı malzemeleri; yapı elemanları ve binaların bir parçası haline gelerek kendi yaşam döngüleri bir noktadan sonra yapı elemanları ve yapılar ile bağlantılı olmaktadır. Dolayısıyla binanın işletilmesinde mimari tasarımda kullanıldığı koşullara bağlı olarak etken bir rol üstlenmekte ve kullanım sürecinde malzemenin performansı önem kazanmaktadır. Örneğin, birbirine alternatif olan malzemelerin binanın ısıl, aydınlatma performansı ya da ortamın İç hava Kalitesi üzerindeki etkileri farklıdır. Bu nedenle yapı malzemelerinin binalar gibi su tüketimi, kullanılan malzeme yoğunluğu enerji tüketimi, iç hava kalitesi ve atık oluşumu gibi YDD

aşamalarının girdi ve çıktıları olan konularda, çevre sağlığına etkisi olduğu söylenebilmektedir.

YDD'de kullanılan veriler tutarlı, kaliteli, güvenilir ve gerçek endüstriyel süreci yansıtmaktadır. Yöntem mevcut uygulamaya dayalı ortak fikir birliğini yansıtmaktadır. Bu nedenle veri kullanınabilirliği YDD için temel prensiptir. YDD çalışmaları yürütülürken kapsamlı bir veri toplama çalışması başlatılmalıdır. Ancak veri toplamadaki bir engel; bir çok üreticinin, ürün içeriğindeki belirli veriler (girdi miktarları) ile atık konusundaki belirli verileri (çıktı miktarları) yayınlamada isteksiz olmalarıdır. Oysaki envanter için en önemli bilgi kaynakları; üreticiler, sanayi kuruluşları, sanayilerdeki ürün bilgileri ile yayınlanan raporlar, ürünler ve endüstriyel süreçlerdir. Bu nedenle yapı malzemesi üreticisi olan firmalarla iletişim kurularak ISO 14040 serisi ile yapı malzemelerini ilgilendiren ISO 14020 serisi kapsamında ISO 14025 standartlarına uygun verilerin toplanması Türkiye koşullarında gereken envanter analizlerinin (YDEA) açık bir şekilde yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Envanter analizine dayalı veriler; enerji, su, hammadde ve salımlar kapsamında toplanan veriler olup bu veriler için birtakım çevresel parametreler belirlenmektedir. Bu parametreleri;

• Çevresel etkiler için parametreler,

• Kaynak girdileri için parametreler

• İlave çevresel bilgi parametreler başlıkları altında toplamak mümkündür.

Türkiye'de inşaat yapım yönetim ile ilgili pek çok kanun olmasına rağmen yapı malzemeleri ve çevresel etkilerine üzerine odaklanan belirli bir yasal düzenlemenin de olmaması, bu tür verilerin istenmesinde eksiklikler oluşturmaktadır. Bu nedenle yapı malzemesi ve üretim teknolojileriyle (enerji, su, hammadde, atıklar) ilgili yönetmeliklerin revize edilmesi gerekmektedir.

YDD kapsamında bir ürünün üretilmesinde önemli çıktı parametrelerinden bir tanesi salımların aşağı çekilmesidir. Bu yönde geliştirilmiş devlet politikaları varsa bu konuda üreticilerden de salım bilgileri istenebilir.

Ülkemizde üretilen ve geliştirilen projeler, tutarlı bir yol izlenerek halka açık YDD verilerinin sağlanmasını amaçlamalıdır. Böylelikle kullanıcılara objektif bakış

açısıyla inceleme ve benzer toplanmış veriler ile analiz metotları üzerinden veri karşılaştırması yapmaları için imkan sağlanmış olacaktır. Böyle bir veri kaynağının avantajları;

• Yasa düzenleyicilerinin, yasal tercihleri ile kabul edilecek çevresel kriterler arasında tutarlı karşılaştırmalar yapmaları için kapsamlı veri kaynağı sağlamaktadır.

• Çevresel imkanlar dahilinde, aynı işleve sahip alternatif ürün sistemleri arasında değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

• Malzemelerin tasarımlarında YDD yönteminin kullanılması, çevresel etki değerleri ve yöntemli çevresel performans değerlendirilmesiyle daha ayrıntılı olarak belirtilecektir.

• Yasal, doğrulanabilir çevresel Pazar/ürün talepleri, kaliteli YDEA verileri temel alınarak daha iyi gerçekleştirilecektir.

• Çevre konusunda bir merkez tanımlanmış olacak ve tüm kullanıcılar tarafından geliştirilmeye açık olacaktır.

• Farklı girdiler sağlayarak ürünlerin çevresel yan etkilerini ölçmek ve emisyon üst sınırını belirlemek mümkün olacaktır.

Hükümetler; alınacak yasa kararlarında ve çevresel açıdan geliştirdikleri uygun programlar dahilinde YDD yi kullanabildikleri gibi, isteğe bağlı YDD tabanlı karbon ayak izi, çevresel ürün bildirimi (EPD) yada çevresel ürün etiketlerini (ecolabels), çeşitli yeşil bina değerlendirme sistemlerinin malzeme kategorisi alanlarındaki uygulamalarda kullanabilmeleri mümkündür.

YDD, tutarlı çevresel performans analizlerini sağlamada ve karmaşık sorulara yanıt aramada güçlü bir araç olduğundan YDD'yi daha fazla kullanıcı kullandıkça, kullanmak için daha farklı yollar düşünmeye, pek çok endüstri kuruluşu da YDD'yi yönetim ve çevresel hesaplama aracı olarak kullanmaya başlayacaktır. Bu doğrultuda kapsamlı yönetmeliklerin çıkartılması, çevresel yasal düzenlemeleri zorunlu kılmakta ve hükümetlerin ÇÜP (çevresel ürün politikası) programları genişletilebilmektedir.

Ülkemizde yapı malzemeleri üreticileri genelde ISO 14001 standart serisini kullanarak üretim tesislerinin çevresel etkilerini kontrol altına almaktadır. Ancak sadece üretim aşamasını kapsayan bu standartlar ile üretilen ürünlerin doğadan elde edilme, üretim sonrası yapım, kullanım, bakım, onarım ve yok etme süreçleri

incelenmemektedir. Öte yandan BREEAM tüm dünyada kabul görmüş yeşil bina değerlendirme aracının, puanlama aşamasında ISO 14040 standart serisine uygun malzeme seçimini ön görmesi ve ülkemizde bu standartlar kapsamında yapı malzemeleri üretilmemesinden ötürü, binaların sertifikalandırılmaları sürecinde kullanıcak yapı malzemeleri ISO 14040 standart serisini karşılayan yabancı üreticilerden ithal edilmektedir. Türk yapı sektörü ve yapı malzemeleri üreticilerinin gelişen yapı teknolojileri ve sürdürülebilir mimari yaklaşımlar bağlamında dünya pazarında yer edinmeleri, ekonomik yönden bu pazarda pay sahibi olabilmeleri, ülkemizin ekonomik gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye ihracat rakamları içinde inşaat sektörünün payına bakıldığında Türkiye'nin gerçekleştirdiği ihracatın yaklaşık %14'ünü sektör tek başına karşılaması ve yüksek derecede salıma neden olan malzeme sektörlerinin (beton, cam, çelik, seramik) yurt dışına ihracat edilen malzemeler kapsamında ön sıralarda yer alması; Türkiye'de hammadde ve enerji sorununu tetiklemektedir. Bu sorunların azaltılması; ilgili yasal düzenlemeler vasıtasıyla üretim süreçlerinin, teknolojilerin ve enerji akışlarının değiştirilmesiyle mümkün olabilir.

Türk yapı malzemesi sektörü; AB ve dünya genelinde sürdürülebilir mimari konusunda çalışan dernek ve konseylere üye olarak AB ve Dünya'nın uygulamakta olduğu yasal düzenlemeleri takip edebilir ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında kaynakların verimli kullanımı, üretim teknolojilerine dair öncelikli stratejiler ve ekolojik açıdan devlet politikaları konusunda kritik alabilir. (Örneğin; su salım değeri, atmosphere salınan gazın maksimum değeri, malzeme üretiminde kullanılan enerji türü (yenilenebilir enerji), üretim teknolojileri vb.) Ayrıca ülkemizde gelişmiş yapı malzemesi sektörlerinden (örn: çimento sektörü) yola çıkılarak, hangi yönetmeliklerle uyum içinde çalışıldığından hareket edilebilir ve bu bilgilerin diğer yapı malzemelerine adaptasyonu sağlanabilir.

Son olarak yapı malzemelerine maliyet açısından bakıldığında ise; yapı sanayisi, küresel ekonomide toplam malzeme akışının yaklaşık % 40'lık kısmıyla, yıllık 3 milyar tonun üzerinde hammadde tüketmektedir. Bu nedenle hammadde çıkarma, taşıma, imalat süreci, kullanım ve yok etme etkilerinin azaltılmasına yönelik gereklilikler; ekonomi ve çevre sağlığının iyileştirilmesi ile maliyetin düşürülmesi açısından için büyük önem taşımaktadır.

LEED, BREEAM gibi yeşil bina değerlendirme araçlarında yapı malzemesi kriterlerinin yaşam döngü değerlendirmesi yöntemine dayandırılarak üretilen, ekolojik malzemelerden seçilmesi, ilgili değerlendirme araçlarının malzeme alanından da puan kazanılmasına ve malzemelerin gerçek etki ile maliyetlerinin değerlendirilmesine olumlu katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan bir ürüne dayalı tüm aşamaların ele alındığı bir YDD çalışmasının yapılması; ABD Çevresel koruma ajansı EPA'ya göre $ 100,000.00 'a mal olmaktadır. Ülkemizde ise yeşil bina değerlendirmesine yönelik araçlar henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu araçların Türkiye'de de kullanılabilirliğinin yaygınlaşması ve Türkiye için adaptasyonun sağlanması konusunda çevresel açıdan önemli eksiklikler bulunmasının yanı sıra; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde uyum çalışmalarının kolay olmadığı ve özellikle finansal kaynak ayırmada zorluklarla karşılaşıldığı bir gerçektir.

KAYNAKLAR

[1] **Tanaçan, L.,** 2008: Ecological Building Materials. *AREUEA (*American Real Estate and Urban Economics Association) International Conference, Istanbul, Turkey, July 4–6 (CD) (Davetli).

[2] **Kibert, C. J., Senzimir J., Guy, B.,** 2002: Construction Ecology: Nature as the basis for green buildings. Spon Press, London & New York

[3] **IEA (International Energy Agency),** 2010: World Energy Outlook, World marketed energy use by fuel type, 1990-2035. History: EIA, International Energy Statistics database (as of November 2009), www.eia.gov/emeu/international. Projections: EIA, World Energy Projection System Plus (2010), Paris, France.

[4] **Anonim British Termal Unit**. (t.y.). In *Wikipedia*. Alıntı tarih: 01.10.2011, adres: http://en.wikipedia.org/wiki/British_thermal_unit

[5] **EIA (U.S. Energy Information Administration),** 2010: International Energy Outlook. U.S. Department of Energy, Washington, DC. Adres: www.eia.gov/oiaf/ieo/index.html

[6] **Anonim** Deforestation. (t.y.). In *National Geographic*. Alıntı tarih: 17.12.2011, adres: http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/deforestation-overview/

[7] **Anonim,** 2010: Global Deforestation. *University of Michigan*, Alıntı tarih: 17.12.2011 Adres: http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/deforest/deforest.html

[8] **DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü),** (t.y.): Toprak ve su kaynakları. Alıntı tarih: 17.12.2011, Adres: http://www2.dsi.gov.tr/topraksu.htm

[9] **UNFCCC** 2011: Turkey Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2009, National Inventory Report. TSI (Turkish Statistical Institute), Ankara Turkey. Alıntı tarih: 17.12.2011, Adres: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5270.php

[10] **Gürlesel C., F,.**, 2009: Global Sanayi Eğilimleri ve Türkiye İçin Değerlendirme. İstanbul Sanayi Odası, İstanbul, Türkiye.

[11] **Can O.,** (t.y.): Atıklardan Enerji Üretiminin Karbon Emisyonu Azaltımı Bakımından Önemi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye. Alıntı tarih: 17.12.2011, Adres: http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa /RaporlarBelgeler.aspx?sflang=tr

[12] **Anonim,** 2011: Prospect of limiting the global increase in temperature to 2ºC is getting bleaker. In *IEA (International Energy Agency).* Alıntı tarih: 17.12.2011, Adres: http://www.iea.org/index_info.asp?id=1959

[13] **UN HABITAT**, 2010: Solid waste management in the world's cities; water and sanitation in the world's cities. United Nations Human Settlements Programme (UN Habitat), London, Washington, DC.

[14] **Url-1** <http://www.epa.gov/oaintrnt/projects/>, alındığı tarih: 17.12.2011.

[15] **Petersdorff C., Boermans T., Harnisch J.,** 2006: Mitigation of CO2 Emissions from the EU-15 Building Stock Beyond the EU Directive on the Energy Performance of Buildings. *Environmental science and pollution research,* Volume 13, Number 5, 350-358.

[16] **Url-2** <http://www.sustainablecitiesinstitute.org/view/page.basic/class/feature. class/Lesson_What_Green_Bldg>, alındığı tarih: 17.12.2011.

[17] **Mudgal S., Benito P.,** 2009: Study on water efficiency standards. Bio intelligence service and Cranfield University, Report for European Commission (DG Environment).

[18] **Url-3** <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/materials/ >, alındığı tarih: 17.12.2011.

[19] **Vorsatz D. Ü., Novikova A.**, 2008: Potentials and Costs of Carbon Dioxide Mitigation in theWorld's Buildings. *Energy Policy*, Vol. 36, pp. 642–661

[20] **EURIMA**, (t.y.): CO_2 emissions what can you do?. European insulation manufacturers association, Brussels, Belgium. Alıntı tarih: 17.12.2011 Adres:http://www.eurima.org/uploads/Documents/documents/co2_em issions.pdf

[21] **Url-4** <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Waste _statistics>, alındığı tarih: 17.12.2011.

[22] **UNEP**, 2008: Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya. Alıntı tarih: 17.12.2011 Adres: www.unep.org/labour_ environment/features/greenjobs.asp

[23] **Url-5** <http://www.enerbuilca-sudoe.eu/ >, alındığı tarih: 17.12.2011.

[24] **IPCC Climate Change**, 2007: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, UK and New York, Cambridge University Press, p. 389.

[25] **Tanaçan, L.,** 2010: FBE Mimarlık ve Çevre Yönetimi Programı Ecological Building Materials Ders Notları. *AIA(American Institue of Architect)/ ERG (Environmental Resource Guide LCA*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

[26] **Tanaçan, L.,** 2011: Sustainable Construction Materials Taslak rapor. Turkey Center of Excellence for Architectural Ecodesign (TurCee), İstanbul, Türkiye

[27] **Vermande, H.M., Heijden, J.,** 2011: The lead market initiative and sustainable construction: Lot 1, Screening of national building regulations, Final report. PRC Bouwcentrum International, Delft University of Technology Bodegraven, Delft, Netherlands. Alıntı tarih: 17.12.2011 Adres:http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/compet/ national-building-regulations/prc-final-report_en.pdf

[28] **MSBG**, 2009: The State of Minnesota Sustainable building guidelines for new buildings and major renovations, version 2.1, section 6: Materials and waste guidelines, College of Design, University of Minnesota, USA.

[29] **Fowler K.M., Rauch E.M.**, 2006: Sustainable Building Rating Systems Summary. Pacific Northwest National Laboratory U.S. Department of Energy by Battelle.

[30] **Cole, Raymond J.,** 2001: . A building environmental assessment method for British Columbia. Environmental Research Group, School of Architecture University of British Columbia.

[31] **Url-6** <http://www.cedbik.org/sayfalar.asp?KatID=2&ID=21>, alındığı tarih: 17.12.2011.

[32] **Url-7** <http://www.cedbik.org/sayfalar.asp?KatID=3&KatID1=25&ID=25>, alındığı tarih: 17.12.2011.

[33] **Resmî Gazete**, 1 Temmuz 2006: 9. Kalkınma planı (2007-2013), TBMM kararı.

[34] **Tanaçan, L.,** 2011: FBE Mimarlık ve Çevre Yönetimi Programı Ecological Building Materials Ders Notları. Türk yapı malzemeleri sektörü için yaşam döngü değerlendirmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

[35] **IDEP,** 2011: İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Temmuz 2011, Ankara.

[36] **Anonim**, 2011: Mavi Kitap; Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı ile bağlı ve ilgili kuruluşlarının amaç ve faaliyetleri, pp:12. Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara.

[37] **Url-8** <http://www.teias.gov.tr/istatistik2009/32(75-09).xls>, Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretiminin Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2009). alındığı tarih: 03.10.2011.

[38] **Akkoyunlu, A.,** 2006: Türkiye'de enerji kaynakları ve çevreye etkileri. TRNTP Türkiye'de Enerji ve Kalkınma kitabı, p: 131-145. Alıntı tarih: 17.12.2011, Adres: http://www.trntp.org/pdf/enerjikitabi/20.pdf

[39] **İDKK**, 2009: Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi kapsamında Türkiye'nin durumunu değerlendirmeye yönelik rapor; İDKK – Değerlendirme Raporu 2009, İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu, Ankara.

[40] **Url-9** < http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=TU>, US. Energy Information Administration. alındığı tarih: 03.10.2011.

[41] **Sarıgül, G.,** 2007: 2006 EU Integrated Environmental Approximation Strategy (2007 - 2023). Çevre ve orman bakanlığı, Ankara, Türkiye.

[42] **Sorman, A.**, 2007: A National Assessment of Sustainable Development Indicators in Turkey with examples of Local Scale Modeling Using a Systems Dynamics Approach İzmir - Erzurum. Master's Programme in International Environmental Science, LUMES - Lund University, Lund, Sweden.

[43] **Url-10** <http://www.bumko.gov.tr/TR/Genel/dg.ashx?DIL=1&BELGEANAH=16308&DOSYAISIM=2011+_MYB_TASARI_Cetveller.pdf> 2011 Yılı merkezi yönetim bütçe kanunu tasarısı ve bağlı cetveller. pp:49 alındığı tarih: 17.12.2011.

[44] **Carmody J., Trusty W.,** 2005: Life Cycle Assessment Tools. InformeDesign, vol 5, issue 3, University of Minesota, alıntı tarih: 17.12.2011, adres: www.informedesign.umn.edu

[45] **Kotaji S, Schuurmans A, Edwards S.,** 2003: LCA in building & construction: a state of the art report. Life Cycle Assessment Publications, SETAC.

[46] **TS EN ISO 14040**, 2006: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[47] **ISO 21930**, 2007: Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[48] **prEN 15804 (Final Draft)**, 2009: Sustainability of construction Works - Environmental Product Decleration - Core rules for the product category of construction products. *CEN/TC 350/WG 3*.

[49] **TS EN ISO 14047**, 2003: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framewoEnvironmental management - Life cycle impact assessment - Examples of application of ISO 14042. *International Organization for Standardization,* Geneva, Switzerland.

[50] **TS EN ISO 14062**, 2002: Environmental management - Integrating environmental aspects into product design and development. p:25, *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[51] **TS EN ISO 14044**, 2007: Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. p:16, *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[52] **TS EN ISO 14049**, 2000: Environmental management - Life cycle assessment - Examples of application of I SO 14041 to goal scope definition and inventory analysis. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[53] **BBRI**, 2010: Sustainability and Performance assessment and Benchmarking of Buildings – SuPerBuildings. Deliverable 2.1; Conclusions about the needs for development of sustainability indicators and assessment methods. *Belgian Building Research Institute (BBRI)*, Brussel, Belgium.

[54] **Url-11** <http://www.ekoyapidergisi.org/index.asp?action=dosyadetay&id=170> Yapı malzemelerinde çevre etiketi. alındığı tarih: 05.12.2011.

[55] **European Commission 2002/272/EC**, 2002: Establishing the ecological criteria for the award of the Community eco-label to hard floor coverings. *Official Journal of the European Communities*, L 94/13.

[56] **TS EN ISO 14020**, 2000: Environmental labels and declerations – General Principles. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[57] **Url-12** <http://www.environdec.com/en/Creating-EPD/the-epd-process/ Collec ting-LCA-data/> Collecting LCA based data to be included in the EPD. alındığı tarih: 05.12.2011.

[58] **Url-13** <http://www.environdec.com/en/Product-Category-Rules/What-are-product-category-rules/> PCR – What are product category rules. alındığı tarih: 05.12.2011.

[59] **TS EN ISO 14025**, 2008: Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures. *International Organization for Standardization*, Geneva, Switzerland.

[60] **Url-14** <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/tool2.vm?tid=217> European Commission – Joint research centre – LCA Tools, services and data, Tool USES-LCA. alındığı tarih: 02.12.2011.

[61] **Url-15** <http://www.bre.co.uk/greenguide/page.jsp?id=2093> BRE global – Environmental impacts. alındığı tarih: 06.12.2011.

[62] **Anderson J., Shiers D., Sinclair M. C.,** 2002: The Green Guide To Specification an Environmental Profiling System for Building Materials and Components. Oxford Brookes University and the Building research Establishment, Blackwell Science Ltd.

[63] **Tanaçan, L.,** 2011: FBE Mimarlık, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Yüksel Lisans Programı; Özdemir E. Yüksek lisans tez görüşmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

[64] **IMSAD,** 2011: Aylık rapor – Aralık 2011. İnşaat Malzemecileri ve Sanayicileri Derneği, www.imsad.org

[65] **Kobaş B.**, 2010: Oluşturulmakta olan türk yeşil bina değerlendirme sisteminin malzeme kategorisi için breeam ve leed örneklerinin incelenmesi. *Yüksek lisans tezi Ocak 2011*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

[66] **BREEAM**, 2011: New construction Non Domestic Buildings Technical Manual, SD5073 - 2.0. BRE Global Ltd., Hertfordshire, UK.

[67] **Url-16** <http://www.bre.co.uk/greenguide/page.jsp?id=2069> BRE global – Background to the Green Guide To Specification to specification. alındığı tarih: 22.11.2011.

[68] **Url-17** <http://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=9> GreenBook Live. alındığı tarih: 22.11.2011.

[69] **BRE**, 2007: Methodology for Environmental Profiles Of Construction Products: Product Category mRules for Type III environmental product declaration of construction products (Draft). BRE Global Ltd.

[70] **Url-18** < http://www.greenbooklive.com/filelibrary/environmental_profiles/EP.CP.1.3_SD0285_Environmental_profiles_of_construction_products.pdf > GreenBook Live. alındığı tarih: 22.11.2011.

[71] **Howe J.**, **Bowyer J. L.,** 2005: Chain of custody certification: What is it, Why do it, and How?. Dowtail Partners, Inc. Alıntı tarih: 21.11.2011 Adres: http://www.dovetailinc.org/files/DovetailCOC0505.pdf

[72] **Url-19** <http://www.wales.groundwork.org.uk/what-we-do/green-dragon-ems.aspx> Green Dragon Environmental Standard. alındığı tarih: 22.11.2011.

[73] **BES 6001**, 2009: Framework Standard for the Responsible Sourcing of Construction Products. BRE Environmental & Sustainability Standard Issue 2.0. BRE Global Ltd.

[74] **Url-20** <http://www.cpet.org.uk/> CPET (Central Point of Expertise on Timber Procurement). alındığı tarih: 22.11.2011.

[75] **Url-21** <http://www.csasfmforests.ca/chainofcustody.htm> CSA (The Canadian Standards Association) - CoC certification. alındığı tarih: 22.11.2011.

[76] **Url-22** <http://www.fsc.org/types-of-certification0.html> FSC (Forest Stewardship Council). alındığı tarih: 23.11.2011.

[77] **Url-23** <http://www.fsc.org/chainofcustody0.html?&L=8> FSC - Chain of custody. alındığı tarih: 23.11.2011.

[78] **FSC,** 2011: FSC Standard for Chain of Custody Certification, FSC-STD-40-004 V2-1 EN. FSC (Forest Stewardship Council) Policy and Standards Unit. Bonn, Germany.

[79] **MTCS,** 2010: The Malaysian Timber Certification Scheme (MTCS) and Its Implementation Arrangement. MTCS 2/2010, Malaysia.

[80] **PEFC,** 2010: Chain of custody of forest based products and requirements. PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) International Standard. PEFC Council, Geneva, Switzerland.

[81] **SFI,** 2011: Chain of custody Standard. SFI (Sustainable Forestry Initiative). Washington, DC.

[82] **Url-25** < http://www.public-sector.sgs.com/en/Monitoring-Services/Timber-Traceability-and-Legality.aspx> VLO/VLC (Rainforest Alliance's) Verification of legal origin and compliance. alındığı tarih: 23.11.2011.

[83] **Url-26** <http://www.rainforest-alliance.org/forestry/verification/legal> VLO/VLC (Rainforest Alliance's) Verification of legal origin and compliance. alındığı tarih: 23.11.2011

[84] **Url-27** <http://www.smartwaste.co.uk/> SWMP (site waste management plan). alındığı tarih: 24.11.2011

[85] **LEED**, 2009: For New Construction and Major Renovations. (Updated February 2011) U.S. Green Building Council, Inc. Washington, DC.

[86] **California Energy Code**, 2009: California's Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings. California Code of Regulations. Konu:24, Bölüm: 6.

[87] **CRRC**, 2008: Reference Guide for the CRRC-1 Product Rating Program and CRRC-1 Standard. Cool Roof Rating Council (CRRC), Oakland, CA.

[88] **CRRC**, 2008: Product Rating Program CRRC-1 Program Manual. (November 2011 version). Cool Roof Rating Council (CRRC), Oakland, CA.

[89] **CRRC**, 2011: Product Rating Program, Evaluation Series CRRC. Cool Roof Rating Council (CRRC), Oakland, CA.

[90] **Deru M.,** 2009: U.S. Life Cycle Inventory Database Roadmap. National Renewable Energy Laboratory (NREL). U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC.

[91] **Url-28** < http://www.aiacolorado.org/> Metals-AIA Committee on the Environment. alındığı tarih: 24.11.2011

[92] **Pearce, J.M., Johnson, S.J., & Grant, G.B.,** 2007: 3D-Mapping Optimization of Embodied Energy of Transportation, Resources, Conservation and Recycling, 51 pp. 435–453.

[93] **BREEAM** 2009: Assessor Manual: SD 5066A - 1.1, BREEAM Europe Comercial 2009 Assessor Manual. BRE Global Ltd., Hertfordshire, UK.

[94] **Schiess M.,** 2011: BREEAM NOR and MINERGIE®, Course AAR4817 "Use and Operation of Zero Emission Buildings", NTNU Faculty of Architecture and Fine Art, Trondheim, Norway.

[95] **Url-29** http://en.wikipedia.org/wiki/Green_building> alındığı tarih: 23.01.2012

EKLER

EK A.1 : Dünyada Sürdürülebilir Tasarım Araçları ve Kapsamı

Çizelge A.1 : Dünyada Sürdürülebilir Tasarım Araçları ve Kapsamı

Sürdürülebilir Tasarım Araçları	**Kapsamı**	**Sürdürülebilir Tasarım Araçları**	**Kapsamı**
Green Building Advisor (ABD)	Katalog	Environmental Profiles of construction materials, components and buildings (İngiltere)	LCA bilgi veritabanı
Energy Star	Enerji Analizi	Quest	Politika seçim aracı
Energy Certification for Buildings (Finland)	Enerji Analizi	BM Bau Building Passport (Almanya)	Ürün özellikleri klavuzu
BSEA 1.0 (Finlandiya)	Enerji Analizi	The Movement for Innovation (M4i)	İnşaat & Tasarım Güvenliği
NEN 2916/5128, NPR 2917/5129 (Hollanda)	Enerji Modelleme Yazılımı	EcoProP	Gereksinim yönetimi sistemi
SIMBAD (Finlandiya)	Enerji Modelleme Yazılımı	EarthCraft House (ABD)	Konut
EDIP (Danimarka)	Ürünlerin çevresel değerlendirilmesi	Super E House Program (Kanada)	Konut
Environmental Classification of Properties	Çevresel etki değerlendirmesi	AccuRate (Avustralya)	Konut
Papoose (Finland)	Çevresel etki değerlendirmesi	BASIX (Avustralya)	Konut
Envest	Çevresel etki değ. aracı	BERS (Avustralya)	Konut
EcoEffect (İsveç)	Çevresel etki yazılım modeli	Built Green Alberta (Kanada)	Konut
ISO 14001	Çevresel yönetim sistemi	EnerGuide Houses Program (Kanada)	Konut
MRPI Hollanda	Çevresel ürün bildirimi	Earth Advantage Home (ABD)	Konut
ISO 14020 serisi	Çevresel ürün bildirimi	EcoHomes (İngiltere)	Konut
Cities for Climate Protection Software	Seragazı emisyon envanterleri aracı	Code for sustainable Homes (CSH) (İngiltere)	Konutlar için çevresel değerlendirme yönt.
City of Santa Monica Green Building & Construction Guidelines	Klavuz	BREEAM Green Leaf for Multi-Residential Buildings (Kanada)	Konut
ECDG - Japonya	Klavuz	FirstRate (Avustralya)	Konut
Green Building Program (Austin, TX)	Klavuz	Energy Star (ABD, Kanada)	Konut
National Packages Sustainable Building (Hollanda)	Klavuz	Hawaii BuiltGreenTM	Konut

Çizelge A.1 (devam): Dünyada Sürdürülebilir Tasarım Araçları ve Kapsamı

Sürdürülebilir Tasarım Araçları	**Kapsamı**	**Sürdürülebilir Tasarım Araçları**	**Kapsamı**
Green Guide To Specification	Klavuz	Health House Advantage Certification (ABD)	Konut
Tokyo Metro Green Building Program	Klavuz	HERS (ABD)	Konut
Athena Model (Kanada)	YDD aracı	HomeRun (Kanada)	Konut
BEES (ABD)	YDD aracı	NatHERS (Avustralya)	Konut
BEAT 2000(Danimarka)	YDD aracı	Novoclimat (Kanada)	Konut
BRI LCA (Japonya)	YDD aracı	R-2000 (Kanada)	Konut
EcoIndicator (Hollanda)	YDD aracı	ISO 14040 serisi	Yaşam döngü değerlendirmesi
EcoInstall (Hollanda)	YDD aracı	EQUER (Fransa)	Yaşam döngü simülasyon aracı
EcoPro (Almanya)	YDD aracı	Solution Spaces (Kanada)	Yaşam döngü maliyeti & kentsel gelişim etkisi tahmin aracı
EcoQuantum (Hollanda)	YDD aracı	SIA 493 (İsviçre)	Malzeme kontrol list
EIO-LCA calculator	YDD aracı	GreenSpec (İngiltere)	Yeşil malzeme bilgi kaynağı
Eco-Bat (İsviçre)	YDD aracı	Green Rating Initiative (Etiyopya)	Sanayi
GaBi (Almanya)	YDD aracı	Green Rating of Indian Industry	Sanayi
KCL-ECO	YDD aracı	Sustainable Project Appraisal Routine	Sanayi
LISA (Avustralya)	YDD aracı	Ecoinvent (İsveç)	LCI veritabanı
LCA-House (Finlandiya)	YDD aracı	IVAM LCIdata (Hollanda)	LCI veritabanı
LCAiT (İsveç)	YDD aracı	KITECH (Kore)	LCI veritabanı
Legoe (Almanya)	YDD aracı	Global Reporting Initiative	Endüstriyel Raporlama
OGIP (İsviçre)	YDD aracı	Sustainable Ecotourism Rating (Kosta Rika)	Otel/Konaklama
Open LCA	YDD aracı	HVS International ECOTEL Certification	Otel/Konaklama
REGENERS(Finlandiya)	YDD aracı	CERES Green Hotel In. (ABD)	Otel/Konaklama
SimaPro	YDD aracı	Green Globe 21 (ABD)	Otel/Konaklama
TAKE-LCA(Finlandiya)	YDD aracı	Green Leaf Eco-Rating Program (Kanada)	Otel/Konaklama
TEAM (Finlandiya)	YDD aracı	Green Rating Program (Afrika)	Otel/Konaklama
Umberto (Almanya)	YDD aracı	Green Seal Certification (ABD)	Otel/Konaklama

EK A.2 : Türkiye'deki Mevcut Yasal Düzenlemeler

Türkiye, Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde, ekonomik ve sosyal şartlarını da dikkate alarak sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre sağlamak ve bu doğrultuda gereken çevre yasal düzenlemeleri oluşturmak, uygulamak, izlemek ve denetlemek amacı ile 2007- 2023 yılları sürecine yönelik olarak, kalkınma planları, yıllık programlar, ulusal strateji ve politikaları ile uyumlu olmasına da dikkat ederek AB Entegre Çevre Uyum Stratejisini (2007-2023) hazırlamıştır. İklim değişikliği koordinasyon kurulu bünyesinde 11 çalışma kurulu oluşturularak çevre ile ilgili kararların alınmasında ilgili çalışmalar yapılmaktadır;

İklim Değişikliğinin Etkilerinin Araştırılması (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü), Sera Gazları Emisyon Envanteri (Türkiye İstatistik Kurumu), Sanayi, Konut, Atık Yönetimi ve Hizmet Sektörlerinde Sera Gazı Azaltımı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), Ulaştırma Sektöründe Sera Gazı Azaltımı (Ulaştırma Bakanlığı), Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (Orman Genel Müdürlüğü), Politika ve Strateji Geliştirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), Eğitim ve Kamuoyunu Bilinçlendirme (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), İklim Değişikliğine Uyum (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü), Finansman ve Teknoloji Transferi (Kalkınma Bakanlığı), Karbon Piyasaları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).

Enerjiyle ilgili yasal düzenleme ve politikalar

* **Elektrik Piyasası Kanunu**, Kanun No: 4628, RG: 03.03.2001/24335

* **Doğal Gaz Piyasası Kanunu**, Kanun No: 4646, RG: 02.05.2001/24390

* **Petrol Piyasası Kanunu**, Kanun No: 5015, RG: 20.12.2003/25322

***Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu**, Kanun No: 5307, RG: 13.03.2005/27754

* **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun**, Kanun No: 5346, RG: 18.05.2005/25819

* **Enerji Verimliliği Kanunu**, Kanun No: 5627, RG: 02.05.2007/26510

* **Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu**, Kanun No: 5686, RG: 13.06.2007/26551

* **Nükleer Güç Santrallerinin Kurulması ve İşletilmesi ile Enerji Satışına İlişkin Kanun, Kanun** No: 5710, RG: 21.11.2007/26707

* **ISO 50001 enerji yönetimi standardı**; Enerji verimliliği alanında ISO 50001 Enerji Yönetimi standardı oluşturma çalışmaları 2010 yılı içerisinde tamamlanmış olup, uygulamaların yakın zamanda başlaması beklenmektedir.

* **Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik**; Enerji verimliliği kanunu çerçevesinde 2008 yılında yayımlanan bu yönetmelik ile enerjiyi yoğun kullanan ağır sanayi sektörlerinde enerji etütlerinin hazırlanması zorunlu hale getirilmiştir.

* **Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik**; AB'nin "Eko-tasarım Direktifi" doğrultusunda hazırladığı, Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik, 7 Ekim 2010 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Ulaştırmayla ilgili çevresel yasal düzenlemeler ve politikalar

*** Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik;**

***Motorlu Araçların Karbon Dioksit Emisyonları ve Yakıt Tüketimi ile İlgili Tip Onayı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,**

*** Hafif Yolcu ve Ticari Araçlardan Çıkan Emisyonlar Bakımından ve Araç Tamir ve Bakım Bilgilerine Erişim Konusunda Motorlu Araçların Tip Onayı Yönetmeliği,**

*** Ağır Hizmet Araçları ve Motorlarının Emisyonları (Euro IV ve Euro V) İle İlgili Tip Onayı Yönetmeliği,**

*** Gaz Yakan Cihazlara Dair Yönetmelik, Bazı Akaryakıt Türlerindeki Kükürt Oranının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik,**

Atıklara ilişkin yasal düzenleme ve politikalar

Atık yönetimine ilişkin ise; Türkiye'de katı atık yönetiminin mevcut durumunu belirlemek ve AB yasal düzenlemesi ile uyumlu şekilde planlanmasını sağlamak üzere 2003- 2005 yılları arasında AB mali desteği ile Çevre ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda Türkiye için Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlanması

(EHCIP) Projesi yapılmıştır. Proje kapsamında, Türkiye'de katı atık sektörünün mevcut durumu belirlenmiş ve AB Düzenli Depolama Direktifi (AB, 1999) ile Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi'ne (AB, 1994) uyum için gerekli finansman ihtiyacı analizi (etki analizi) yapılmıştır. AB'nin ve Türkiye'nin atık yönetimi yasal düzenlemesi arasındaki önemli bir fark, Düzenli Depolama Yönetmeliği'nde atık kotalarının tanımlanmasındaki baz yılın 1995 yerine 2005 alınmış olmasıdır. Türkiye'de atık yönetimi ile ilgili mevcut kurumsal yapılanmadaki uygulayıcı kurumlar belediyelerdir.

Ulusal Mevzuat	AB Mevzuatı
Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik (RG: 05.07.08/26927)	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EEC)
Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik (RG: 06.10.2010/27721)	Atık Yakma Direktifi (2000/76/EC)
Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG: 14.03.2005/25755) (RG: 06.10.2010/27721)	Tehlikeli Atıklara İlişkin Direktif (91/689/EC)
Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik (RG. 04.08.2010/27661)	Arıtma Çamuru Direktifi (86-278-EEC)
Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (RG: 26.03.10/27533)	Düzenli Depolama Direktifi (1999/31/EC)
Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (RG: 30.07.2008/26952)	Atık Yağların Bertarafına İlişkin Direktif (75-439-EEC)
Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (RG: 25.06.2007/26562)	Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi (94/62/EC)
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (RG: 25.11.2006/26357)	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EEC)
Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG: 22.07.2005/25883)	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EEC)
Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği (RG: 19.04.2005/25791)	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EEC)
Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (RG: 14.03.1991/20814)	Atık Çerçeve Direktifi (75/442/EEC) Düzenli Depolama Direktifi (1999/31/EC)

Şekil A.1 : AB atık yasal düzenlemesi ve Türkiye'de mevcut atık yönetiminin hukuki çerçevesi

Su ile ilgili yasal düzenleme ve politikalar

Yasal düzenleme ve kurumsal yapılaşma yönünden dünyadaki gelişmelere paralel olarak yakın geçmişte Türkiye'de gerçekleştirilen en önemli değişiklik, çevre unsuruna Su Kaynakları Yönetimi içinde yer verilmesi olmuştur. Yasal düzenlemedeki eksiklik, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan

* **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,**

*** Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği**.

Su kaynakları gelişimi konusunda birden fazla kurumun faaliyet göstermesi ve bu konuda birbiriyle çelişebilen yasal düzenlemenin varlığı, bazı durumlarda kısmi çakışmalara veya uygulamalarda zorluklara yol açmaktadır.

***167 sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun**

*** Çevre Denetimi Yönetmeliği (ÇOB)**

Doğal afetlerle ilgili yasal düzenleme ve politikalar

3194 sayılı imar yasal düzenlemesi; afetlere karşı dayanıklılığı arttıracak değişikliklerle yeni bir yapı kontrol sistemi kurulması ile ilgili düzenlemeler hazırlanmıştır. Aynı zamanda 5 yıllık kalkınma planlarında; ülke genelinde bütünleştirilmiş afet haritalarının hazırlanmasını, afete duyarlı imar planlarının yapımını ve etkili bir yapı denetim sistemini gerekli araçlar olarak tanımlamıştır. 5 yıllık kalkınma planında (2001-2005) doğal afetler konusunda "doğal afetlere yönelik planlama sürecinin bir sistem bütünü içinde tasarlanmasına ve ilgili yasal düzenlemenin yeniden düzenlenmesine olan ihtiyaç", "özellikle imar planlaması, yer seçimi ve zemin mühendisliği ile üst yapı tasarımlarındaki yetersizlikler" ve "kaynakların sorumlu kullanılmasını sağlayacak bir afet yönetim sistemi oluşturmak yerine, afet sonrası yara sarma yaklaşımının benimsenmiş olmasındaki yanlışlıklar" üzerinde durulan konular olarak belirtilmektedir.

Kategori	Uyuma Dair Yasal Düzenlemeler
Afet Risk Yönetimi	▪ Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun (5902) ▪ Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (7269) ▪ Kıyı Kanunu (3621)
Biyolojik Çeşitliliğin Korunması	▪ Çevre Kanunu (2872) ▪ Orman Kanunu (6831), 6831 Sayılı Orman Kanununa Göre Orman Kadastrosunun Uygulanması Hakkında Yönetmelik (15.07.2004) ve Turizmi Teşvik Kanunu (2634) ▪ Kara Avcılığı Kanunu (4915) ▪ Orman Amenajman Yönetmeliği (05.02.2008) ▪ Milli Parklar Kanunu (2873) ▪ Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (7269) ▪ Tarım Kanunu (5488) ▪ Mera Kanunu (4342) ▪ Tohumculuk Kanunu (5553)
Su Güvencesi ve Güvenliği	▪ Çevre Kanunu (2872) ▪ Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliği ▪ Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği (17.05.2005) ▪ Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (31.12.2004) ▪ İmar Kanunu (3194) ▪ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (5346)
Gıda Güvencesi ve Güvenliği	▪ Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun (5179) ▪ Biyogüvenlik Kanunu (5977) ▪ Tarım Kanunu (5488) ve Tarım Havzaları Yönetmeliği (07.09.2010)

Şekil A.2 : İklim değişikliğine uyum konusuyla doğrudan ilgili yasal düzenleme

*** 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu,**

*** Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu,** çevre ile ilgili çıkarılan yasal düzenlemeler kapsamında bulunmaktadır.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Elzem ÖZDEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: Yalova, 1984

Adres: Karamürsel/Kocaeli

E-Posta: elzemozdemir@gmail.com

Lisans: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü (2009 Ocak)

Mesleki Deneyim: Konut, Askeri ve Sağlık yapıları ile Banka şubeleri tasarım, uygulama ve yenileme gibi konularda 3 yıllık bir deneyime sahip olup mesleki çalışmalarını bir firmada sürdürmeye devam etmektedir.

Yayın ve Patent Listesi:

▪ **Özdemir E.,** Altun, M. C., 2010: Bitkilendirilmiş Çatı Tasarımı İçin Bir Kontrol Listesi Önerisi. *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu Nisan 15-16,* Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi Buca, İzmir, Türkiye.