KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YEŞİL BİNA ÜRETİMİNDE YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANLARININ YAPILARDA UYGULANMASI

MELİKE SAYIN

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YEŞİL BİNA ÜRETİMİNDE YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANLARININ YAPILARDA UYGULANMASI

MELİKE SAYIN

Doç. Dr. Rüveyda KÖMÜRLÜ
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Prof. Dr. Safa Bozkurt COŞKUN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Doç. Dr. Seden ACUN ÖZGÜNLER
Jüri Üyesi, İstanbul Teknik Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 29.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramı ile gündeme gelen yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi konusunda çalışmaya beni yönlendiren ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgilerini ve tecrübelerini paylaşan, her türlü desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Rüveyda KÖMÜRLÜ'ye içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında yanımda olan ve bana güç veren en büyük destekçilerim, bu noktaya gelmemde en büyük emeğe sahip olan, kendileriyle gurur duyduğum sevgili annem Fatma KILIÇOĞLU ve babam Metin KILIÇOĞLU'na, destekleri ile her daim yanımda olan sevgili kardeşlerime, varlıklarıyla bana mutluluk veren biricik yeğenlerime;

Her anımda olduğu gibi tez çalışmamda bana destek olan, yoğun çalışma temposu süresince gösterdiği anlayış, ilgi ve yardımları için yol arkadaşım, eşim Fatih SAYIN'a teşekkür ediyor ve sevgilerimi sunuyorum.

Tez hazırlama süresinde yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, mesleki tecrübelerinden yararlanma şansı veren, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli meslektaşım Bahar MIZRAK'a;

Anket için değerli zamanlarını ayıran ve teze katkı veren tüm katılımcılara teşekkürlerimi sunarım.

Ocak – 2020 Melike SAYIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
ÖZET ix
ABSTRACT x
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 3
1.1. Çalışmanın Amacı 3
1.2. Çalışma Yöntemi 3
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL BİNA KAVRAMI 4
2.1. Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri 7
2.2. Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Sertifika Sistemleri 9
2.3. Türkiye'de Çalışılan Yeşil Bina Sertifika Sistemleri 11
2.3.1. B.E.S.T – Konut sertifika kılavuzu 12
2.3.2. Güvenli yeşil bina belgesi 14
2.3.3. SEEB-TR sertifika sistemi 15
2.3.4. Binalar ile yerleşmeler için yeşil sertifika yönetmeliği 15
3. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD) YÖNTEMİ 16
3.1. Dünya Genelinde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Gelişimi 19
3.2. Türkiye'de Sürdürülebilirlik Politikalarının ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Gelişimi 23
3.3. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Aşamaları 27
3.3.1. Amaç ve kapsam tanımı 27
3.3.2. Yaşam döngüsü envanter analizi 30
3.3.3. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi 33
3.3.4. Yaşam döngüsü yorumu 39
3.4. Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Evreleri ve Yapı Sektöründe YDD Yönteminin Kullanımı 40
3.4.1. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerinde çevresel etkilerinin değerlendirilmesi 48
3.5. Yaşam Döngüsü Maliyeti Yöntemi ve YDD İçin Önemi 51
3.6. YDD Yöntemini Kapsayan Değerlendirmeler ve Sınıflandırılması 53
3.6.1. Yapıyı bir bütün olarak değerlendiren ve sertifikalandıran sistemler 54
3.6.1.1. BREEAM 55
3.6.1.2. LEED 58
3.6.1.3. DGNB 60
3.6.2. Yapı ürünlerinin karşılaştırmasına ve değerlendirilmesine yönelik araçlar 62
3.6.2.1. SimaPro 63

3.6.2.2. GaBi 64
3.6.2.3. BEES 66
3.6.3. Çevresel etiketlemeye ilişkin standartlar 69
3.6.3.1. Tip I çevre etiketleri 70
3.6.3.2. Tip II çevre etiketleri 72
3.6.3.3. Tip III çevre etiketleri 72
4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANLARININ İNCELENMESİ 74
4.1. Çevresel Ürün Beyanlarına İlişkin Standartlar 74
4.2. Çevresel Ürün Beyanı (EPD) 76
4.2.1. EPD belgesinin önemi 79
4.2.2. EPD belgesinin içeriği ve EPD programları 80
4.2.3. EPD belgelendirme süreci 87
4.3. Ürün Kategori Kuralları 88
4.4. EPD Belgelerinin Uygulamalarda Kullanım Alanları 90
4.4.1. EPD belgelerinin yeşil bina sertifika sistemlerinde kullanımı 92
4.5. Türkiye'de EPD Belgelerinin Mevcut Durumu 94
5. TÜRKİYE'DE EPD BELGESİNE SAHİP FİRMALARIN BELGE ALIM SÜRECİ VE SÜREÇ SONRASINA İLİŞKİN ARAŞTIRMA 100
5.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi 100
5.2. Araştırmanın Kapsamı 101
5.3. Anket Verilerinin Analizi 101
5.3.1. Anket katılımcılarının profilleri 102
5.3.2. Katılımcı firmalarının profilleri 104
5.3.3. EPD belgesinin elde edinim süreci ve süreç sonrasına ilişkin bulgular 107
5.4. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi 118
6. SONUÇ 123
KAYNAKLAR 127
EKLER 135
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 155
ÖZGEÇMİŞ 156

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. YDD ile ilgili yıllık yapılan yayınlar sayısı 19
Şekil 3.2. YDD yönteminin aşamaları 27
Şekil 3.3. YDD sistem sınırları 29
Şekil 3.4. Yapı ürünü sistemi örneği 30
Şekil 3.5. Yaşam döngüsü envanter analizini oluşturan basamaklar 32
Şekil 3.6. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesini oluşturan basamaklar 34
Şekil 3.7. Yaşam döngüsü yorum aşamasının YDD'nin diğer aşamaları arasındaki ilişkileri 40
Şekil 3.8. Sürdürülebilir yapının yaşam döngüsü 43
Şekil 3.9. Yapı ürününün yaşam döngüsü evreleri ve sistem düzeyleri arasındaki ilişki 44
Şekil 3.10. YDD yönteminin yapılarda kullanılabilirliği için sadeleştirilmiş YDD evreleri ve sistem düzeyleri arasındaki ilişki 47
Şekil 3.11. BEES (Building or Environmental and Economic Sustainability – Yapılar için Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik)' in etki kategorileri 67
Şekil 3.12. BEES çevresel performans değerlendirmesi 68
Şekil 4.1. Avrupa bina sürdürülebilirliği ile ilgili standartlar 76
Şekil 4.2. EPD belgesinin oluşturulmasına ilişkin basamaklar 77
Şekil 4.3. EN 15804 ve EN 15978'e göre yaşam döngüsü modülleri süresince, ürün YDD ve bina YDD arasındaki ilişki 83
Şekil 4.4. EPD belgelendirme aşamaları 87
Şekil 4.5. PCR belirlemek için iş akış şeması 90
Şekil 4.6. EPD programlarına göre Türkiye'de EPD belgelerinin dağılımı 95
Şekil 4.7. Yıllara göre EPD belgelerinin dağılımı 95
Şekil 4.8. Yıllara göre EPD belgeli ürünlerin dağılımı 96
Şekil 4.9. Ana sektörlere göre EPD belgelerinin dağılımı 96
Şekil 4.10. Yapı sektöründe alt sektörlere göre EPD belgelerinin dağılımı 97
Şekil 4.11. Veri tabanı sunumu ve kullanımı 99
Şekil 5.1. Katılımcı pozisyonları 102
Şekil 5.2. Katılımcı meslekleri 102
Şekil 5.3. Katılımcı iş tecrübeleri 103
Şekil 5.4. YDD ve EPD gelişmeleri hakkında başvurulan kaynaklar 103
Şekil 5.5. Katılımcıların YDD ve EPD tecrübeleri 104
Şekil 5.6. Katılımcı firmalarının faaliyet durumları 105
Şekil 5.7. Katılımcı firmalarının yıllık ciroları 105
Şekil 5.8. Firmaların YDD ve EPD çalışmaları için personel bulundurma durumu 106
Şekil 5.9. Katılımcı firmalarının sürdürülebilirlik kapsamındaki faaliyet süreleri 106
Şekil 5.10. EPD belgesinde beyan edilen ürünlerin dağılımı 107
Şekil 5.11. Katılımcı firmalarının EPD belgesi alım sebepleri 108
Şekil 5.12. EPD belgesinin avantajlarının dağılımı 109

Şekil 5.13. EPD uygulamalarının şirket içi getirileri 109
Şekil 5.14. EPD belgesinin beklenti karşılama oranı 110
Şekil 5.15. Katılımcı firmalarının EPD belgesi yenileme olasılığı 110
Şekil 5.16. EPD belgelendirmesi devlet teşviğinin farkındalık oranı 111
Şekil 5.17. YDD yönteminin uygulanmasının avantajlarının dağılımı 111
Şekil 5.18. YDD hesaplamalarında kullanılan yazılımların dağılımı..... 112
Şekil 5.19. EPD belgesinde kullanılan program operatörlerinin dağılımı..... 112
Şekil 5.20. Beyan edilen ürünlerde hesaplanan modüllerin dağılımı..... 113
Şekil 5.21. EPD belgesinin hazırlanıp yayınlanmasına kadar geçen sürenin dağılımı..... 113
Şekil 5.22. Kullanılan EPD türlerinin oranı 114
Şekil 5.23. EPD belgesi alım sürecinde karşılaşılan zorlukların dağılımı 114
Şekil 5.24. Üretim aşamasında kullanılan enerjilerin dağılımı 115
Şekil 5.25. Toplam çevresel etkinin ürün yaşam döngüsündeki dağılımı..... 115
Şekil 5.26. Toplam enerji tüketiminin ürün yaşam döngüsündeki dağılımı 116
Şekil 5.27. Enerji verimliliği için yapılan çalışmaların dağılımı..... 116
Şekil 5.28. Üretimde suyun verimli kullanımı için yapılan çalışmaların dağılımı..... 117
Şekil 5.29. Ürünün yaşam sonu aşamasındaki değerlendirmelerinin dağılımı 117

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Dünyada yaygın kullanılan yeşil bina sertifika sistemleri 10
Tablo 2.2. Türkiye'de çalışılan yeşil bina sertifika sistemleri..... 11
Tablo 2.3. B.E.S.T – KONUT sertifikası dereceleri..... 12
Tablo 2.4. B.E.S.T – KONUT sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması..... 13
Tablo 2.5. Güvenli yeşil bina belgesi değerlendirme kriterleri ve puanlaması 14
Tablo 3.1. YDD ile ilişkili olan ISO standartları ve TSE karşılıkları 26
Tablo 3.2. Etki kategorilerinin olası kategori göstergeleri ve kategori uç noktası 36
Tablo 3.3. BREEAM (International New Construction – Uluslararası Yeni İnşaat 2016) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması 57
Tablo 3.4. BREEAM sertifikası dereceleri..... 57
Tablo 3.5. LEED v4.1 BD+C (New Construction and Major Renovations – Yeni Yapılar ve Büyük Renovasyonu Olan Yapılar) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması 59
Tablo 3.6. LEED sertifikası dereceleri 60
Tablo 3.7. DGNB (Versiyon 2018) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması..... 62
Tablo 3.8. DGNB sertifikası dereceleri 62
Tablo 3.9. Çevre etiketi tipleri ve temel özellikleri..... 73
Tablo 4.1. EPD belgesinin çevresel etki parametreleri 84
Tablo 4.2. EPD belgesinin kaynak tüketimi parametreleri..... 85
Tablo 4.3. EPD belgesinin atık kategorisi parametreleri..... 85
Tablo 4.4. EPD programlarının yapı malzemelerine ait EPD sayıları..... 87
Tablo B.1. Cronbach's alpha analiz hesabı 143
Tablo B.2. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri 143
Tablo B.3. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 144
Tablo B.4. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 145
Tablo B.5. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 146
Tablo B.6. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 147
Tablo B.7. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 148
Tablo B.8. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 149
Tablo B.9. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 150
Tablo B.10. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 151
Tablo B.11. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 152
Tablo B.12. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 153
Tablo B.13. Cronbach's alpha analiz hesabı verileri devamı..... 154

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A1 : Hammadde temini
A2 : Nakliye
A3 : Üretim
A4 : Sahaya nakliyesi
A5 : Kurulum
B1 : Kullanım
B2 : Bakım
B3 : Tamir
B4 : Yenileme
B5 : Yenileştirme
B6 : Operasyon süreci enerji tüketimi
B7 : Operasyon süreci su tüketimi
C1 : Yıkım
C2 : Nakliye
C3 : Atık prosesi
C4 : Bertaraf
D : Tekrar kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm potansiyeli
M_Y : İlk yatırım maliyeti
M_{BO} : Bakım – onarım maliyeti
$M_İ$: İşletme maliyeti
M_{YE} : Yenileme maliyeti
M_E : Enerji maliyeti
M_H : Hurda maliyeti

Kısaltmalar

ADPE : Abiotic Depletion Potential for Non-Fossil Resources (Kaynak Tüketim Oluşumu Potansiyeli-Fosil Olmayan Kaynaklardan)
ADPF : Abiotic Depletion Potential for Fossil Resources (Kaynak Tüketimi Oluşumu Potansiyeli Fosil Kaynaklardan)
AP : Acidification Potential (Asidifikasyon Potansiyeli)
ASTM : American Society of Testing and Materials (Amerikan Test Etme ve Ürünler Topluluğu)
BAU : Bau EPD GmbH
BEES : Building or Environmental and Economic Sustainability (Yapılar için Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik)
B.E.S.T : Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım
BRE : BRE Global Ltd
BREEAM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu)
CEN : European Committee for Standardization (Avrupa Standardizasyon Komitesi)
CEN 350 : Sustainability of Construction Works (Yapı İşlerinin

	Sürdürülebilirliği)
ÇEDBİK	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DGNB	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi)
EP	: Eutrophication Potential (Ötrofikasyon Potansiyeli)
EPA	: Environmental Protection Agency (Çevresel Koruma Kuruluşu)
EPD	: Environmental Product Declaration (Çevresel Ürün Beyanı)
GWP	: Global Warming Potential (Küresel Isınma Potansiyeli)
IBU	: Intitut Bauen und Umwelt e.V.
ISO	: International Standarts Organisation (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
LCA	: Life Cycle Assessment – Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
LEED	: Leadership in Energy & Environmental Design (Enerji ve Çevre Tasarımda Liderlik)
NIST	: National Institute of Standards and Technology (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü)
ODP	: Ozene Depletion Potential (Ozon İncelme Potansiyeli)
PCR	: Product Category Rules (Ürün Kategori Kuralları)
POCP	: Formation Potential of Tropospheric Ozene Photochemical Oxidants (Fotokimyasal Oksidasyon Oluşma Potansiyeli)
SEEB-TR	: Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar Türkiye Sertifikası
SETAC	: The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği)
SimaPro	: System for Integrated Environmental Assessment of Products (Ürünlerin Bütünleşmiş Çevresel Değerlendirme Sistemi)
SÜRATAM	: Sürdürülebilir Üretim Ar-Ge ve Tasarım Merkezi
TLCID	: Türkiye Yaşam Döngüsü Veri Tabanı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TurComDat	: Türkiye Yapı Malzemeleri Çevresel Performans Veri Tabanı
UNEP	: United Nations Environment Development (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
YDD	: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi
YDE	: Yaşam Döngüsü Evreleri
YDM	: Yaşam Döngüsü Maliyeti
YDY	: Yaşam Döngüsü Yorumu
YUAM	: Yapı Uygulama ve Araştırma Merkezi
YDEA	: Yaşam Döngüsü Envanter Analizi
YDED	: Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi
YDMA	: Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi

YEŞİL BİNA ÜRETİMİNDE YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ YÖNTEMİ KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANLARININ YAPILARDA UYGULANMASI

ÖZET

Dünyada son yıllarda sanayileşme ile atmosfere bırakılan sera gazlarının artması, fosil yakıt kullanımının artması ve yoğun şehirleşmenin de etkisiyle küresel ısınma olarak adlandırılan büyük bir tehdit oluşmaktadır. Yaşanan iklimsel ve çevreyle ilgili değişimlerin, nedenleri ve etkilerine yönelik yapılan çalışmalar sürdürülebilirlik kavramının önemini göstermektedir. Dünya genelinde, enerji tüketimi, doğal kaynak kullanımı ve sera gazı salınımı bakımından çevreye verilen zararın çoğu yapı sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu doğrultuda sürdürülebilirlik kavramı inşaat sektörünü etkileyerek yeşil bina kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapılarda yeşil bina kavramının uygulanması ile yeşil bina değerlendirme sistemleri ortaya çıkmıştır. Bu sistemler çevre dostu, enerji tasarrufunu hedefleyen, sürdürülebilir yapılar gibi kavramların belgelenmesini ve yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Yürütülen çalışmalar zamanla yapı malzemelerinin, yaşam döngüleri sürecinde çevreye olan etkilerinin değerlendirilmesine yönelmiştir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD), yapıların ve yapı malzemelerinin yaşam döngüsü analizlerinin yapılarak yeşil bina üretimi sürecinde en uygun seçimin yapılabilmesini sağlamaya yönelik geliştirilen önemli bir yöntemdir. Bu yöntem kapsamında şeffaflık yaklaşımı ile ön plana çıkan Çevresel Ürün Beyanları (EPD), çevreye duyarlı malzemelerin kullanımı için önemli bir karar verme aracıdır. Bu tez çalışması ile ülkemizde yapı malzemesi üreticileri tarafından EPD belgesinin elde edim süreci incelenerek, belgeye sahip olma sebepleri ve sonrası elde edilen kazanımlar tespit edilip, belgenin asıl amacına ulaşıp ulaşmadığına dair değerlendirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, EPD belgelerine sahip yapı malzemeleri üreticilerine bir anket çalışması hazırlanmıştır. Çalışma sonunda, elde edilen veriler ile belgenin genel süreci hakkında analiz yapılmıştır. Sonuçların akademik çalışmalara, yapı sektöründeki profesyonellere, yapı malzemesi üreticilerine katkı sağlaması ve süreçle ilgili farkındalık oluşturulması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çevresel Ürün Beyanı, Sürdürülebilirlik, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yöntemi, Yeşil Bina, Yeşil Bina Sertifika Sistemleri.

APPLICATION OF ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATIONS IN BUILDINGS WITHIN THE SCOPE OF LIFE CYCLE ASSESSMENT METHOD IN GREEN BUILDING PRODUCTION

ABSTRACT

In recent years, the increasing amount of greenhouse gases released to the atmosphere as a result of industrialization, the increasing use of fossil fuels and intensive urbanization are causing a major threat called global warming. Research studies about the causes and effects of the changes in the climate and the environment show the importance of the concept of sustainability. Most of the damage made to the world environment in terms of energy consumption, natural resource use and greenhouse gas emissions are caused by the construction sector. In this context, the concept of sustainability has affected the construction sector and has caused the emergence of the concept of green building. With the application of the concept of green building in constructions, green building assessment systems have emerged, which enable the documenting and dissemination of concepts such as environmentally friendly, energy-saving, sustainable buildings. These studies have focused on the evaluation of the effects of building materials on the environment during their life cycles. Life Cycle Assessment (LCA) is an important method developed to perform the life cycle analysis of buildings and building materials in order to ensure that the most appropriate selection can be made in the green building production process. Environmental Product Declarations (EPD), which have emerged via the transparency approach, is an important decision-making tool for the use of environmentally sensitive materials. With this study, the acquisition process of the EPD certificate by the building material manufacturers in our country is examined, the incentives for having the certificate and the gains obtained via having the certificate are determined. Evaluating whether the certificate has achieved its original purpose and to supporting to extend its use are aimed at this study. For this purpose, a survey has been prepared for building material manufacturers which possess EPD certificates. Following, an analysis regarding the general process of the document has been performed using the data obtained. It is intended that the results contribute to academic studies, support the professionals and material manufacturers in the building sector, and raise the level of awareness about the subject.

Key words: Environmental Product Declaration, Sustainability, Life Cycle Assessment Method, Green Building, Green Building Certification Systems.

GİRİŞ

Dünya genelinde küresel ısınma, çevre kirliliği, mevsim değişimleri ve doğal afetler gibi doğaya zarar veren etkenler zamanla artarak etkisini göstermektedir. Doğanın dengesinin bozulmasında büyük etkiye sahip olan yapı sektöründe zamanla sürdürülebilirlik kavramı kapsamında çevre bilinci gelişmeye başlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramının yapı sektörüne yansıması, yeşil bina kavramını gündeme getirmiştir. Yapılarda ve yapı ürünlerinde yaşam döngüsü süresince etkilerinin değerlendirmesine yönelik Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yönteminin uygulanması, yeşil bina üretimi için uygun seçimin yapılmasında önemli bir yöntem olmaktadır.

Zaman içerisinde tüketicilerin kullandıkları ürünlerin çevreye olan etkileri bakımından bilinçlenmeye başlaması ile işletmelerin üretim faaliyetleri çevreye duyarlı, sosyal sorumluluk anlayışıyla birlikte değişmeye başlamıştır. Bu doğrultuda Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi uygulanarak şeffaf bir şekilde hazırlanan ve uluslararası bağımsız programlar tarafından onaylanan Çevresel Ürün Beyanları ise çevreye duyarlı malzemelerin kullanımı için önemli bir karar verme aracıdır. Çevresel Ürün Beyanlarının (EPD) işletme içerisinde çevresel farkındalık oluşturması, sektör içerisindeki rekabette avantaj sağlaması, uluslararası tanınırlık sağlaması ve kullanıcıları için karşılaştırma yaparak karar verme aracı özelliğinde olması, belgenin önemini ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca belgenin yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave puan sağlaması, son zamanlarda kullanımının yaygınlaşmasında önemli bir etken olmaktadır. Bu kapsamda tez çalışmasının amacı, ülkemizdeki yapı malzemesi üreticisi firmaları tarafından EPD belgesinin elde edinim sürecinin incelenmesi, belgeye sahip olma sebeplerinin ve sonrası elde ettikleri kazanımlarının tespit edilmesi, sonuçlarının değerlendirilmesi ve belgenin kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. EPD belgelerinin oldukça önemli ve güncel bir konu olması dolayısıyla Türkiye'deki yapı malzemesi üreticisi firmalarına ve konu üzerinde çalışan araştırmacılara, bu tez çalışmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, genel bilgiler kapsamında, tez çalışmasının amacı ve yöntemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde, sürdürülebilirlik ve yeşil bina kavramlarının tanımı yapılarak yapı sektöründeki etkisi incelenmiştir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri açıklanarak, bu sistemlere yönelik dünya genelinde ve Türkiye'de yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmanın kapsamı olan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi detaylı bir şekilde ele alınmıştır. İlk olarak YDD yöntemi tanımlanarak, yöntemin dünya genelindeki ve Türkiye'deki gelişimi incelenmiş, yöntemin uygulama sürecini oluşturan aşamalar açıklanmıştır. YDD yönteminin yapılarda ve yapı malzemelerinde kullanımı incelenerek, yapı ürünlerinin çevresel etkilerine karşı alınabilecek önlemler değerlendirilmiştir. Yaşam döngüsü maliyeti yöntemi incelenerek, bu yöntemin yapıların yaşam döngüsü boyunca kullanımına ilişkin hesaplama yöntemi açıklanmıştır. Son olarak YDD yöntemini kapsayan modeller incelenmiş, değerlendirme sistemlerine göre sınıflandırılarak açıklaması yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, YDD yöntemi uygulanarak oluşturulan Çevresel Ürün Beyanı detaylı bir şekilde ele alınmıştır. EPD belgesine ilişkin standartlar incelenmiş, belgenin içeriği, belgelendirme süreci ve uygulamalarda kullanım alanları açıklanmıştır. Bu yöntemin Türkiye de uygulanmasına ilişkin mevcut durumu analiz edilerek, yapı sektörü içerisindeki önemi vurgulanmıştır.

Beşinci bölümde, ülkemizdeki yapı malzemesi üreticilerinden EPD belgesine sahip olan firmalara yönelik anket çalışması yapılmıştır. Anket verileri grafiklerle sunulup analiz edilerek, sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Altıncı bölüm olan sonuç bölümünde ise çalışmanın tanımlanan hedefi doğrultusunda EPD belgeleri analiz edilip, elde edilen bulgular açıklanmış ve EPD belgelendirmesinin Türkiye'de uygulanmasına ve geliştirilmesine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışması; dünyada çevre sorunlarının çoğunun yapı sektöründen kaynaklandığı ve yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süresince çevresel etkilerinin bu konuda önemli bir paya sahip olduğu düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda yapı malzemelerinin çevresel etkilerini belirlemek için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi kapsamında hazırlanan ve şeffaflık yaklaşımıyla ön plana çıkan Çevresel Ürün Beyanının (EPD), yapılarda sürdürülebilirliğin ölçülebildiği önemli bir yöntem olması, çalışmanın odak noktası olmuştur. Ayrıca EPD'nin, yeşil bina sertifika sistemlerine olan ilave puan katkısı belgenin önemini arttırmaktadır. Bu tez çalışmasında, ülkemizde EPD belgesine sahip yapı malzemesi üreticilerinin belgeye sahip olma sebepleri ve belge alım süreçleri hakkındaki bilgiler tespit edilerek değerlendirilmek istenmiştir. Süreç sonrası elde edilen kazanımlar verilerle ortaya koyularak, çalışmanın yapı sektöründeki paydaşlarda ve araştırmacılarda farkındalık oluşturması, belge kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma Yöntemi

Çalışma kapsamında ilk olarak literatür araştırması yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın ilgili olduğu temel bilgiler incelenip, tez çalışmasına bütünleştirilerek sunulmuştur. Literatür araştırmaları, ulusal ve uluslararası makale, tez, dergi ve internet kaynaklarına başvurularak yapılmıştır.

İkinci aşamada ise sunulan bilgilerin pratikte nasıl uygulandığını görebilmek için ülkemizde EPD belgesine sahip yapı malzemesi üreticilerinin belge alım sürecine ve sonrasına ilişkin durumları tespit eden anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın amacına yönelik belirlenen sorular, firmaların bu konuda yetkili kişilerine ulaşılarak, yüz yüze, telefon ve e-posta aracılığıyla iletilmiştir. Anket sonuçlarının güvenilirlik düzeyi, Cronbach's alpha yöntemi ile ölçülmüştür. Anket çalışmasından elde edilen veriler ile sonuçlar analiz edilerek, değerlendirmesi yapılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL BİNA KAVRAMI

Dünya genelinde hızlı nüfus artışı, ilerleyen teknolojik gelişmeler, sanayileşme ve beraberinde gelen çevre kirliliği, yeşil alanların azalması, doğal kaynakların ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının bilinçsizce tüketimi, küresel ısınma gibi ilerleyen çevre sorunları meydana gelmektedir. Çevreyi tehdit eden bu unsurların önemli bir gündem oluşturması ile sorunlara çözüm olarak sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik mimarlık, çevresel sürdürülebilirlik, sürdürülebilir malzeme ve enerji gibi pek çok alanda bu kavram kullanılmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı ilk defa 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan 'Ortak Geleceğimiz' (Our Common Future) olarak adlandırılan ve Brundtland raporunda 'Bugünün gereksinim ve beklentilerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama olanaklarının tehlikeye atmaksızın karşılamaktır' şeklinde tanımlanmıştır (WCED, 1987, Kömürlü ve Arditi, 2017). Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez bu kadar geniş bir şekilde tanımlanmıştır.

Gilman'a göre sürdürülebilirlik, toplumun, ekosistemin veya devam etmekte olan herhangi bir sistemin ana kaynakları tükenmeden, belirsiz geleceğe kadar işlevlerini yerine getirerek devam etmesi olarak belirtmektedir (Gilman, 1992).

Bauen, Baker ve Johnson sürdürülebilirlik kavramını, uzun dönem ekonomik, çevresel ve toplumsal sağlıkla doğrudan alakalı olduğunu belirtmektedirler. Ekonomik çeşitliliğin sağlanması, sağlıklı çevrelerin oluşturulması ve bunların devamlılığını sağlayarak, sağlıklı toplumlar oluşturmak ve gereksinimlerini karşılamak için yeni metotların bulunması gerektiğini savunmaktadırlar (Hoşkara, 2007).

Sürdürülebilirlik kavramı, gereksinimler ve kısıtlamalar olmak üzere bu iki unsur içinde şekillenmektedir. Yiyecek, giyecek, barınma ve iş olanağı yaşam standartlarını yükseltmek gibi temel gereksinimler sağlanırken, bütün doğal kaynakların, ekolojinin dengesini sınırlamalar ile kontrolü sağlanmalıdır (Sakınç, 2006).

Genel olarak sürdürülebilirlik kavramı, geleceğin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarına zarar vermeden, bugünün ihtiyaçlarını doğal kaynakları bilinçli kullanarak, yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih ederek, çevrenin korunması unsurlarının temel alınarak karşılanmasıdır.

İnşaat sektörü, dünyanın küresel ısısının artmasına, iklim değişikliklerinin yaşanmasına ve enerji tükenmesine yol açan en büyük etken olmaya başlamıştır. Yapıların çevreye verdiği zararları azaltmak için sürdürülebilirlik kavramı, inşaat sektöründe doğayla uyumlu yapı, sürdürülebilir çevre dostu, yeşil bina kavramı olarak ortaya çıkmaktadır (Bulut, 2014). İnşaat sektörü, üretilen enerjinin %28'ini kullanmakta, karbon salınımının %50'sini yaymakta, gelişmiş ülkelerdeki, atıkların %45-60'ını ortaya çıkarmakta ve içme suyunun %12'sini tüketmektedir. Bu sebeplerden dolayı yapılar çevre için büyük tehdit oluşturmaktadır (Kömürlü, 2018). Türkiye'de inşaat sektörünün etkileri ise, 2012 yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre, tüketilen toplam enerjinin %35'i konutlar ve ticari yapılar tarafından gerçekleşmektedir ve bununla birlikte elektrik enerjisi tüketiminin %50'si yapılar ve sera gazlarının salınımlarının yaklaşık %18'i konutlar tarafından gerçekleşmektedir (Çelik, 2018). Bu veriler inşaat sektörünün, doğal kaynakları tüketerek iklim değişikliğine sebep olan en büyük etken olduğunu göstermektedir.

Yeşil binalar, binanın arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirilen, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, ihtiyacı kadar tüketen, doğal ve atık üretmeyen malzemeleri kullanan, ekosistemlere duyarlı, sosyal-çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlanan yapılardır (Kömürlü v.d., 2013). Yapının yeşil bina olması için, tasarım aşamasından başlayıp, yapım sonrası kullanımına kadar çevresel etkilerinin değerlendirilip, bu etkilerinin azaltılması için önlem alınması gerekmektedir. Bu kavram konut, hastane, okul, ticari yapılar, alışveriş merkezi gibi bütün yapılarda uygulanmaktadır (Sur, 2012). Bu bağlamda yapıların çevreye verdiği zararları azaltmak ve sağlıklı bir çevrenin oluşturulması için yeşil bina kavramının sürdürülebilirliği sağlamasındaki amacı anlaşılmaktadır.

Yeşil binaların sağlayacağı en önemli faydaları aşağıda belirtilmiştir (Sur, 2012):

- Yapım aşamasında doğal çevre tahribatının en aza indirilmesi,
- Hafriyat ile ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirilmesi,
- Yeşil çatı uygulaması ile yağmur sularının değerlendirilmesi,
- Güneş enerjisi ve doğal ışıktan fayda sağlanması,
- Enerji tasarrufu sağlanması,
- Binanın değerini arttırması, işletim maliyetini azaltması,
- Kullanıcıya daha sağlıklı ve konforlu yaşam alanı sağlaması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması,
- Yapılardan kaynaklı karbondioksit salınımı azaltması,
- Şehir yaşam alanlarında yaşam kalitesini arttırması,
- İzolasyon sistemleri ile ısıtma soğutma maliyetlerinin ve karbondioksit salınımının azaltılmasıdır.

Son yıllarda artan küresel ısınma ve iklimsel değişiklikler sonucunda inşaat sektöründe, sürdürülebilirlik kavramı ile birlikte yeşil binalar kavramı büyük önem kazanmıştır. Yeşil binalarda yaşam ömrü boyunca, çevre dostu malzeme kullanılması, enerji ve su tasarrufunun sağlanması, atıkların minimize edilmesi, çevreye olan etkilerin azaltılması gibi bu unsurlar yatırımcılar tarafında da ilgi görmektedir. Günümüzde enerji ve doğal kaynakların kullanımına artan istek doğrultusunda, inşaat sektöründe birçok yatırımcı sürdürülebilir, yeşil bina özelliklerine sahip yapılar inşa etmenin önemini göz önünde bulundurarak çalışmalarını bu yönde biçimlendirmektedirler (Yılmaz, 2012).

Çevre kirliliği, susuzluk, küresel ısınma ve doğal kaynak tüketimlerinde hızlı bir artış olması, inşaat sektöründe, çevre dostu, ekolojik yapı kavramları sonucunda, belirli ölçüler ile değerlendirilip, sertifikalandırılan yeşil binalar ortaya çıkmıştır. Böylece bu sektörde doğaya saygılı, ekolojik ve enerji tüketimini azaltan yapılar olarak yeni bir yönelim ve sektör oluşturmuştur (Yonar, 2009).

Yeşil binanın özellikleri genel olarak, yapının tasarımından başlayarak yaşam döngüsü boyunca olası çevresel etkilerinin en aza indirgenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, enerji ve su kullanımında tasarrufun sağlanması, doğal ve atık üretmeyen malzemelerinin kullanılması şeklinde özetlenebilmektedir.

2.1. Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri

Çevre problemleri ve doğal kaynaklarının bilinçsizce kullanımı ile bu kaynakların bir gün tükenme noktasına gelebileceği düşüncesi ile sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanan, çevreye olan zararını en aza indirgeyen yapıların yapılmasını gerektirmiştir. Bu sebeplerden dolayı yapılarda yeşil bina kriterlerinin sağlanabilmesi için bütün dünyada kabul gören çeşitli yönetmelikler ve yeşil bina değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur (Özgünler, 2018).

Yeşil bina değerlendirme sistemleri Cole tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Cole, 2003):

- Tasarım ekibine, çevre ile ilgili konuların çözümleri için yardımcı olacak rehber nitelikli bilgileri ve tecrübeleri toplanmasını sağlar,
- Yapı sahipleri ve tasarım ekiplerinin çevresel tasarım ile ilgili planlarını formüle edebileceği kaynak sağlar,
- Bina sahiplerinin daha iyi çevresel standartları elde edebilmesi için, ortak ve doğrulanabilir kriterler ve hedefler sağlamaktadır.

Yeşil bina değerlendirme sistemleri, yapıların çevresel etkilerini objektif ve somut bir şekilde ölçülebilir bir referans olmasını ve projenin yeşil bina olarak oluşturulması için uygulanan aşamaların belgelendirilmesini sağlamaktadır. Bu belgeyi alan kurumlar hem ekonomik hem de çevreye duyarlılık açısından avantaj sağlamaktadır. Bu bağlamda sertifikasyon sistemleri yaygınlaşarak, inşaat sektöründeki bilinçli tasarımcıların, yüklenicilerin ve kullanıcıların artmasını sağlayarak sürdürülebilir bir dönüşüm için geçişe öncülük etmektedir.

Yapıların çevresel etkilerini objektif ve somut olarak ortaya koyan yeşil bina değerlendirme sistemleri Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemi ve ölçütlere dayalı sertifika programları olmak üzere iki yöntemden oluşmaktadır (Kömürlü v.d., 2013).

YDD yöntemi, ürünlerin hammadde olarak elde edilmesi, üretimi, paketlenmesi ve taşınması, yapıya uygulanması, kullanılması, gerektiği zamanlarda bakım onarımının yapılması ve kullanımın sona ermesi ile geri dönüşümü veya yok edilmesi

süreçlerinde çevresel etkilerini değerlendirilmektedir (Taygun, 2005). Bu yöntem çalışmanın kapsamında olup üçüncü bölümde detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Ölçütlere dayalı sertifika programları, bir yapının çevresel etkilerinin sürdürülebilirlik kapsamına göre değerlendirmek için birtakım kriterlere göre ölçen sistemlerdir. Her bir kriterin projenin türüne, bulunduğu yerel koşullara göre değişen puanları vardır. Değerlendirme sonucu elde edilecek toplam puan ile yapının çevresel performans değeri belirlenmektedir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri, Cole'un belirttiği şekilde aşağıdaki üç bileşenden oluşmaktadır (Cole, 2003):

- Yapı; çevresel performans kriterlerinin mantıklı bir çerçeve içerisinde hazırlanması,
- Puanlama; belirlenmiş kriterlerin karşılanması durumunda, her kritere karşılık kazanılan puanlar,
- Sonuç; yapının çevresel performansını toplam puan şeklinde gösterilmesidir.

Ölçütlere dayalı sertifika programları, kolay uygulanabilmeleri ve sonuçlarının rahat bir şekilde anlaşılması açısından YDD yöntemine göre daha geniş kapsamlı değerlendirme yapmaktadır. Yeşil bina sertifika sistemlerinde yer alan başlıca değerlendirme kriterleri; saha yönetimi, arazi seçimi ve ekolojik değerler, yapıya ulaşım, su ve enerji tüketimi, kaynak kullanımı, yapının iç hava kalitesi, çevre sağlığı, atık yönetimi, tasarım ve yenilikçilik gibi unsurlardan oluşmaktadır (Kömürlü v.d., 2013). Değerlendirme kriterlerinin yapılarda uygulanma seviyesine göre sertifika dereceleri belirlenmektedir ve yapı bulunduğu düzey grubuna göre yeşil bina sertifikasına sahip olmaktadır. Sertifika sistemlerinin ölçülebilir kriterleri ile kolay uygulanabilir ve sonuçların kolay anlaşılabilir olması, mimarlar, inşaat mühendisleri ve yapı sektörü ile ilgili tüm uzmanlar tarafından uygulanması sırasında önemini ön plana çıkarmaktadır.

2.2. Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

Dünyada farklı ülkeler tarafından geliştirilmiş ve kullanılmakta olan birçok değerlendirme sistemi bulunmaktadır. Bu değerlendirme sisteminin önde gelenleri, BREEAM, LEED, CASBEE, GreenStar, DGNB, SBTool sistemleridir (Kömürlü, 2018). Bu bölümde dünya genelinde önde gelen sertifika sistemlerinin genel yapıları hakkında bilgiler Tablo 2.1'de verilecek olup, BREEAM, LEED ve DGNB sertifika sistemleri ayrı bir başlık altında anlatılacaktır.

Ulusal ve uluslararası ölçekte birçok yeşil bina sertifika sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemlerdeki değerlendirme kriterleri, oluşturulduğu ülkenin yerel özelliklerini, yasalarını ve standartlarını kapsamaktadır. Bu yüzden yeşil bina sertifika sistemlerinin ülkelerinin kendi koşullarına göre uygulama aşamasında zorlukları bulunmaktadır (Bulut, 2014). Kömürlü vd. tarafından 2014 yılında incelenen çalışmalar sonucunda, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre kendilerine uygun sertifika sisteminin geliştirildiği ya da gelişmiş ülkelerde uygulanan bu sertifika sistemlerinin alınıp kendi bölgesel özelliklerine göre uyarlandığı tespit etmiştir. Ayrıca gerçekleştirilmekte olan inşaat üretiminde sürdürülebilirlik kavramını desteklemek için kendi standartlarını ve mevzuatlarını geliştirdikleri tespit edilmiştir (Kömürlü, 2018). Bu bağlamda her ülkenin kendi yerel özelliklerine uygun ulusal sertifika sistemleri ile yapılarının değerlendirilmesi daha uygun olacaktır. Dünya genelinde uygulanan birçok sertifika sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler arasında sertifikanın oluşturulan yerin yerel özelliklerine göre, belgelendirme yöntemleri gibi özellikleri bakımından farklılıkları bulunmaktadır. Tüm bu sistemlerin ortak amacı ise, yapıların olumsuz etkilerini azaltarak, insan ve çevre sağlığının korunmasını sağlamaktır. Ayrıca yapıların belgelendirilmesi ile kurumlara prestij sağlanmakta ve daha çok bilinçli tüketicinin oluşması açısından teşvik edici olmaktadır.

Tablo 2.1. Dünyada yaygın kullanılan yeşil bina sertifika sistemleri (Geçim, 2018)

SERTİFİKA SİSTEMİ	SİSTEMİN AÇILIMI	KURUM	ÜLKE	DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		YIL
BREEAM	Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu	Bina Araştırma Kuruluşu (BRE)	İngiltere	• Yönetim • Enerji • Su • Atık • Sağlık ve Konfor	• Arazi Kullanımı • Malzemeler • Ulaşım • Kirlilik • İnovasyon	1990
LEED	Enerji ve Çevre Tasarımda Liderlik	ABD Yeşil Bina Konseyi	ABD	• Bütünleşik Süreç Yönetimi • Yerleşim ve Ulaşım • Sürdürülebilir Araziler • Su Verimliliği • Enerji ve Atmosfer	• Malzeme ve Kaynaklar • İç Mekân Kalitesi • İnovasyon • Bölgesel Öncelik	1998
CASBEE	Yapılı Çevre Etkinliği İçin Kapsamlı Değerlendirme Sistemi	Japon Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu	Japonya	Yapının Çevresel Kalitesi ve Performansı • İç Mekân Çevresi • Servis Kalitesi • Arsada Dış Mekân Kalitesi	Yapının Çevresel Yükleri • Enerji • Kaynaklar ve Malzemeler • Arsa Dışındaki Çevre	2001
GreenStar	Yeşil Yıldız	Avustralya Yeşil Bina Konseyi	Avustralya	• İç Mekân Hava Kalitesi • Arazi Kullanımı ve Ekoloji • Enerji • Ulaşım • Malzeme	• Kirlilik • Yönetim • İnovasyon • Su	2003
DGNB	Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi	Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi	Almanya	• Çevre Kalitesi • Ekonomik Kalite • Sosyo-Kültürel ve Fonksiyonel Kalite	• Teknik Kalite • Süreç Kalitesi • Arazi Kalitesi	2007
SBTool	Sürdürülebilir Bir Çevre Uluslararası Girişimi	21 ülke ortaklığında	Kanada	• Arsa Seçimi, Proje Planlama, Geliştirme • Enerji ve Kaynak Tüketimi • Sosyal ve Ekonomik Esaslar	• Çevresel Yükler • Kültürel ve Algısal Esaslar • İç mekân Hava Kalitesi	2008

2.3. Türkiye'de Çalışılan Yeşil Bina Sertifika Sistemleri

Türkiye'de enerji verimliliği, çevre sağlığı, sürdürülebilirlik çalışmalarına yönelik devlet tarafından mevzuat ve yönetmelikler oluşturulmuştur. Bu süreç içerisinde ülkemizde inşaat sektöründen kaynaklı çevre etkilerini azaltmak için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çalışmalar başlamıştır. Yasal mevzuat düzenlemeleri dışında sivil toplum kuruluşları, üniversite gibi farklı kurumlar tarafından oluşturulan ulusal yeşil bina sertifika sistemleri bulunmaktadır.

Türkiye'de yeşil bina sertifika sistemleri kapsamında, 'Yeşil Konut Sertifikası', 'ÇEDBİK - Konut Sertifika Kılavuzu', 'B.E.S.T – Konut Sertifika Kılavuzu' 'Güvenli Yeşil Bina Belgesi', 'SEEB-TR', 'Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik' ve 'Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği' çalışmaları yapılmıştır. Ülkemizde yapıların yeşil bina değerlendirme sistemlerine göre değerlendirilmesi için son yıllarda yapılan bu çalışmalar henüz taslak aşamalarında olup, yerel sertifika sistemimizin oluşturulması için çalışmalara devam edilmektedir. Bu sistemlerin genel yapıları hakkında bilgiler Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Türkiye'de çalışılan yeşil bina sertifika sistemleri

SERTİFİKA SİSTEMİ	**KURUM**	**YIL**
Yeşil Konut Sertifikası	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK)	2013
ÇEDBİK - Konut Sertifika Kılavuzu		2016
B.E.S.T - Konut Sertifika Kılavuzu		2019
Güvenli Yeşil Bina Belgesi	Türk Standartları Enstitüsü (TSE)	2013
SEEB-TR (Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar Türkiye Sertifikası)	Yapı Uygulama ve Araştırma Merkezi (YUAM)	2014
Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	2014
Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği		2017

2.3.1. B.E.S.T – Konut sertifika kılavuzu

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), 2007 yılında ülkemizde yapı sektöründe sürdürülebilir ilkeler doğrultusunda gelişmesi ve bu amaçla üretimlerin yapılmasına teşvik etmek amacıyla kurulmuş kar amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşudur (ÇEDBİK, 2017a).

ÇEDBİK tarafından 2013 yılından düzenlenen 2. Uluslararası Yeşil Binalar Zirvesi'nde, 'Yeşil Konut Sertifika Kılavuzu' tanıtımı yapılmıştır. 2016 yılında ise yeni konutlar için hazırlanmış 'ÇEDBİK - Konut Sertifika Kılavuzu' yayımlanmıştır (ÇEDBİK, 2017b). Son olarak 2019 yılında 'B.E.S.T (Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım) – KONUT Sertifika Kılavuzu' yeni konutlar için yayımlanmıştır ve bu sertifikanın odak noktası 'Çevresel etki, tasarımın ve inşaatın her adımda nasıl azaltır?' sorusu ile sağlıklı toplum, yaşanabilir çevre ve gelişmiş bir ekonominin oluşturulması amaçlanmıştır. (ÇEDBİK, 2019a).

B.E.S.T – KONUT Sertifikası kapsamında konutlar, 9 ana başlık, 4 ön koşul ve 44 alt başlık altında değerlendirilmektedir. 9 ana başlık, bütünleşik yeşil proje yönetimi, arazi kullanımı, su kullanımı, enerji kullanımı, sağlık ve konfor, malzeme ve kaynak kullanımı, konutta yaşam, işletme ve bakım, yenilikçiliktir. 4 ön koşul, entegre tasarım, su kullanımında azaltma, kontrol ve işletmeye alma, enerji verimliliği başlıklarından oluşmaktadır. Bu değerlendirme kriterlerinden toplam 110 puan üzerinden yapılar değerlendirilmekte ve aldıkları puana göre, onaylı, iyi, çok iyi ve mükemmel olarak dört dereceden sertifikalandırılmaktadır (ÇEDBİK, 2019a).

Tablo 2.3. B.E.S.T – KONUT sertifikası dereceleri (ÇEDBİK, 2019a)

DERECELER	**ONAYLI**	**İYİ**	**ÇOK İYİ**	**MÜKEMMEL**
TOPLAM PUAN	45 - 64	65 - 79	80 - 99	100 - 110
SERTİFİKA				

Tablo 2.4. B.E.S.T – KONUT sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması (ÇEDBİK, 2019a)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Puan	Tasarım	İnşaat	**DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ**	Puan	Tasarım	İnşaat
1.Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi				**2. Arazi Kullanımı**			
Önkoşul - Entegre Tasarım	Ön Koşul	Ön Koşul	Ön Koşul	2.1.Araziye Yerleşim Afet Riski	1-3 3	3 2	- 1
1.1.Entegre Tasarım	1-2	2	-	2.2.Yoğunluk ve Konut	2	1	1
1.2.Çevreye Duyarlı Müteahhit	2	-	2	Yapısı İlişkisi			
1.3.İnşaat Atık Yönetimi	3 2	1 1	2 1	2.3.Arazinin Yeniden Kullanımı	3	2	1
1.4.Gürültü Kirliliği				2.4.Kentsel Donatılara Yakınlık	1-2	1	1
Toplam Puan	9			**Toplam Puan**	13		
3. Su Kullanımı				**4. Enerji Kullanımı**			
Önkoşul - Su Kullanımını Azaltma	Ön Koşul	Ön Koşul	Ön Koşul	Önkoşul 1 - Kontrol, İşletmeye Alma ve Kabul	Ön Koşul	Ön Koşul	Ön Koşul
3.1.Su Kullanımını Azaltma	1-6	6	-	Önkoşul 2 - Enerji	Ön	Ön	Ön
3.2.Su Kayıplarını Önleme	2	1	1	Verimliliği	Koşul	Koşul	Koşul
3.3.Atıksu Arıtma ve Değerlendirme	1-2	1	1	4.1.Enerji Verimliliği	1-15	15	-
3.4.Yüzeysel Su Akışı	2	1	1	4.2.Yenilenebilir Enerji Kullanımı	1-7	2	5
				4.3.Dış Aydınlatma	1	1	-
				4.4.Enerji Verimli Beyaz Eşyalar	1	-	1
				4.5.Asansörler	2	1	1
Toplam Puan	12			**Toplam Puan**	26		
5. Sağlık ve Konfor				**6. Malzeme ve Kaynak Kullanımı**			
5.1.Isıl Konfor	3	3	-	6.1.Çevre Dostu	3	-	3
5.2.Görsel Konfor	1-3	3	-	Malzeme	1-3	-	3
5.3.Taze hava	3	1	2	6.2.Mevcut Bina			
5.4.Kirleticilerin	2	-	2	Elemanlarından			
Kontrolü	3	2	1	Yararlanılması	1-3	-	3
5.5.İşitsel Konfor				6.3.Malzemenin Yeniden Kullanımı	1-3	-	3
				6.4.Yerel Malzeme Kullanımı	1-2	-	2
				6.5.Dayanıklı Malzeme			
Toplam Puan	14			**Toplam Puan**	14		
7. Konutta Yaşam				**8. İşletme ve Bakım**			
7.1.Evrensel ve Kapsayıcı Tasarım	1-2	-	2	8.1.Atıkların yerinde ayrılması ve kullanıcı	2	1	1
7.2.Güvenlik	1-2	1	1	erişimi			
Spor ve Dinlenme Alanları	2	-	2	8.2.Atık Teknolojileri	1	-	1
7.3.Sanat	1	-	1	8.3.Bina Kullanım ve Bakım Kılavuzu	1	-	1
7.4.Ulaşım	3	-	3	8.4.Tüketim	2	-	2
7.5.Otopark Alanı	2	-	2	Değerlerinin Takibi			
7.6.Evden Çalışma	2	-	2				
Toplam Puan	14			**Toplam Puan**	6		
9. Yenilikçilik							
9.1.Yenilikçilik	1	1	-				
9.2.Onaylı Danışman	1	1	-				
Toplam Puan	2						
TOPLAM PUAN				110			

2.3.2. Güvenli yeşil bina belgesi

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 2013 yılında yapıların sürdürülebilirlik özelliklerini, ürün belgelendirme hizmetleri kapsamında oluşturulmuştur. TSE'nin web sayfasında başvuru formu, belgelendire öncesi üretim yeri incelemesi için bilgi formu ve ayniyet beyanı belgeleri bulunmaktadır (Bulut, 2014). Belgenin değerlendirme kriterleri 2015 yılında bir dergide paylaşılmıştır ve 10 ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; güvenli – yeşil bina başlangıç tasarımı, yaşamsal alan tasarımı, alan seçimi, sağlık, güvenlik ve konfor, karbon ayak izi, suyun etkin kullanımı, malzeme ve kaynak kullanımı, enerji verimliliği, ödül puanı ve işletme yönetimidir (Standard Ekonomik ve Teknik, 2015).

Tablo 2.5. Güvenli yeşil bina belgesi değerlendirme kriterleri ve puanlaması (Standard Ekonomik ve Teknik, 2015)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	**Toplam Puan**	**DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ**	**Toplam Puan**
1.Güvenli - Yeşil Bina Başlangıç Tasarımı		**2.Suyun Etkin Kullanımı**	
Bütünleşik proje yönetimi	2	Su tüketiminde tasarruf modeli	16
Çevreye, iş-işçi sağlığı ve güvenliğine duyarlılık	8	Su kayıplarını önleme	4
		Atık su arıtma ve değerlendirme	8
İnşaat atığını azaltma ve atığın yönetimi	2	Yağmur / yeraltı suyu akış kontrolü	5
Yapım aşamasında gürültü kirliliğini önleme	Zorunlu		
3.Yaşamsal Alan Tasarımı		**4.Malzeme ve Kaynak Kullanımı**	
Hırsızlığa karşı önlem / güvenlik	5	Çevre dostu/sağlıklı malzeme	16
Spor ve dinlenme alanları	8	kullanımı	
Ulaşım kolaylığı	2	Malzemenin yeniden kullanımı	4
Otopark alanı	10	Yerel bölgesel malzeme tercihi	6
Engelsiz yaşam alanı - erişilebilirlik	7	Dayanıklı malzeme kullanımı	13
5.Alan Seçimi		**6.Enerji Verimliliği**	
		İşletmeye alma, işletme ve bakım, farkındalık	21
Doğal afetlere karşı önlem	2	Bina sınıfı	18
Mevcut doğal yapıyı koruma ve geliştirme	4	Enerji verimliliği	21
Kentsel donatılara erişim	2	Yenilenebilir enerji kullanımı	48
		Enerji verimli aletler	3
		Ek bina bileşenleri	6
		Enerji güvenliği ve kalitesi	3
7.Sağlık, Güvenlik ve Konfor		**8.Ödül Puanı**	
Yangın güvenliği	Ön şart		
Deprem güvenliği	Ön şart		
Gün ışığından yararlanma	6		
İç aydınlatma tasarımı	1	Ağaçlandırma	15
Havlandırma / taze hava salınımı	23	TSE belgeli ürün / yönetim sistem	10
İç ortam kalitesi / sağlıklı hava	Ön şart	belgeleri	
Radyosyon salınımı	Ön şart		
Elektromanyetik kirlilik	Ön şart		
Akustik konfor	8		
9.Karbon Ayak İzi		**10.İşletme Yönetimi**	
		Atıkların yerinde ayrılması ve	2
Sera gazı emisyonu	5	kullanıcı erişimi	
		Geri dönüşüm / yeniden kullanım	3
		Bina kullanım ve bakım kılavuzu	8

2.3.3. SEEB-TR sertifika sistemi

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi tarafından 2008 yılından kurulan Yapı Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin (YUAM) hazırladığı SEEB-TR (Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar Türkiye Sertifikası) Sertifika Sistemi 2014 tarihinde düzenlenen 'Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar' sempozyum kapsamında tanıtılmıştır. Bu sistem YUAM koordinatörlüğünde birçok üniversiteden akademisyen ve sivil toplum kuruluşları ile beraber çalışılmıştır. BREEAM, LEED, CASBEE ve DGNB sertifika sistemlerinin incelenmeleri sonucunda ülkemizin koşullarına uygun yerel yeşil bina sertifika sistemi oluşturulmuştur (Eko Yapı Dergisi, 2014).

SEEB-TR sertifika sistemi, 5 farklı bina tipi için 13 ana kriter ve alt kriterlerinden oluşmaktadır. Yeni, yenilenen ve mevcut binaları kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Sertifikanın değerlendirme ölçütleri; enerji, su verimliliği, malzeme ve kaynak kullanımı, konfor, arazi kullanımı, atık yönetimi, proje ve yapım yönetimi, işletme ve bakım, kirlilik, uygulanabilirlik, afet ve yangın güvenliği, tasarım ve inovasyondur (SEEB-TR Final Raporu, 2014). Bu değerlendirme kriterlerinin alt başlıkları ile ilgili bilgi henüz kamuoyuna açıklanmamıştır.

2.3.4. Binalar ile yerleşmeler için yeşil sertifika yönetmeliği

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından ilk 2014 yılında 'Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik' yayımlanmıştır (ÇŞB, 2014). Yönetmelik yeniden düzenlenerek 2017 yılında 'Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği' adıyla yayımlanmıştır. Yönetmelik, mevcut ve yeni binalar ile yerleşmelerin teknik özelliklerini ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak, çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarını sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirilip, belgelendirilmesini sağlamaktadır (ÇŞB, 2017). Yönetmeliğin değerlendirme kriterleri ile ilgili çalışmalar henüz kamuoyuna açıklanmamıştır.

Türkiye'de yerel koşullara uygun yeşil bina sertifika sisteminin oluşturulması için, bakanlıklar, sivil toplum kuruluşları ve üniversiteler tarafından birbirinden bağımsız çalışmalar yapılmıştır. Geliştirilen bu sistemler bazı pilot projelerde uygulanmakta olduğu için ülke geneline yaygınlaşamamıştır.

3. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD) YÖNTEMİ

Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Standarts Organisation – ISO) tarafından hazırlanan ISO 14040 standardına göre Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi; bir ürünün yaşam döngüsü boyunca potansiyel çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için, ürün sisteminin ilgili girdi ve çıktı verilerinin toplanıp, olası çevresel etkileri değerlendirilip, envanter analizi ve etki değerlendirmesi sonuçlarını, çalışmanın amacı kapsamında yorumlanması ile incelenen bir yöntemdir. ISO 14040'a göre Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment – LCA - YDD) yöntemi aşağıdaki alanlarda kullanılmaktadır (ISO 14040, 1997, 2006, Demirer, 2011):

- Bir ürün veya hizmetin yaşam döngülerinin çeşitli aşamalarında çevresel etkilerinin analiz edilmesi ve ölçütlerinin belirlenmesinde,
- Sanayi, kamu sektörü ve özel sektör kurluşlarında, stratejik planlama, önceliğin belirlenmesi, ürün ve süreç tasarımı veya iyileştirilmesi gibi konuların karar verilmesinde,
- Çevresel performans değerlerinin ölçüm teknikleri ile beraber gösterilmesinde,
- Pazarlama,
- Çevresel talep, eko etiketleme ve çevresel ürün beyanı için kullanımında,
- Birbirleri ile benzeyen ürünler, prosesler ve hizmetler arasında seçim yapılmasında kullanılmaktadır.

YDD yönteminin kullanım alanlarına yönelik yöntemi tercih edenler ile yapılan bir anket çalışmasının sonuçlarına göre; iş geliştirme stratejileri (%18), araştırma ve geliştirme (%18), ürün veya süreç tasarımı (%15), çevre etiketleri ve beyanları (%11) olarak kullanım alanları yüzdeleri ortaya çıkmıştır (Demirer, 2011).

YDD, yapı sektöründe çevre dostu ürünlerin seçimi konusunda karar verme aracı olarak kullanılmaktadır. Bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca potansiyel çevresel etkilerini nicel verilerle değerlendiren bir araçtır (Paulsen, 2001).

YDD, ürünlerin hammadde olarak elde edilmesi, üretimi, paketlenmesi ve taşınması, yapıya uygulanması, kullanılması, gerektiği zamanlarda bakım onarımının yapılması ve kullanımın sona ermesi ile geri dönüşümü veya yok edilmesi süreçlerinde çevresel etkilerini değerlendiren bir yöntemdir. (Taygun, 2005).

Yapı sektöründe malzemelerin ve bileşenlerin çevresel etkilerini değerlendirmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan biri olan YDD yöntemi, proseslerin ve ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel yüklerini değerlendirmek için bir metodolojidir. YDD yöntemi, etki değerlendirmesini ve veri kalitesini belirli bir çerçeve içerisinde bütünleşik bir şekilde kullanılmasından dolayı yaygın olarak kullanılan bir metodoloji haline gelmiştir. Genellikle karar destek aracı olarak kullanılmaktadır (Khasreen v.d., 2009).

YDD yönteminin ilkeleri üç başlık altında belirtilmiştir (Taygun, 2005, Curran, 2006, Akın, 2018):

- Ürünlerin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve ölçülmesi,
- Çevresel yüklerin olası etkilerinin değerlendirilmesi,
- Çevreye en az seviyede zarar verecek ürünlerin seçilmesi veya azaltmak için farklı yöntemlerinin değerlendirilmesidir.

YDD yönteminin amacı aşağıda belirtilen başlıklarla sıralanmaktadır (Taygun, 2005, Curran, 2006, Akın, 2018):

- Doğal kaynakların korunması ve tüketiminin azaltılması,
- Çevre kirliliğine önlem alınması,
- Çevre eşitliliğinin sağlanması,
- Çevreyle ilgili yasaların ve yönetmeliklerin geliştirilmesi,
- Çevre yönetim sistemlerinde çevresel performans değerlendirme çalışmalarının geliştirilmesi,
- Çevre dostu ürünlerin üretiminin sağlanması,
- Ürün üretim ve kullanım sonrası oluşan toplam çevresel etkilerin değerlendirilip, olası sağlığa zararlı etkilerinin azaltılması, şeklinde belirtilmektedir.

YDD yöntemi, yukarıda belirtildiği gibi sürdürülebilirlik kapsamında ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca birçok amaç için kullanılan önemli bir değerlendirme sistemidir.

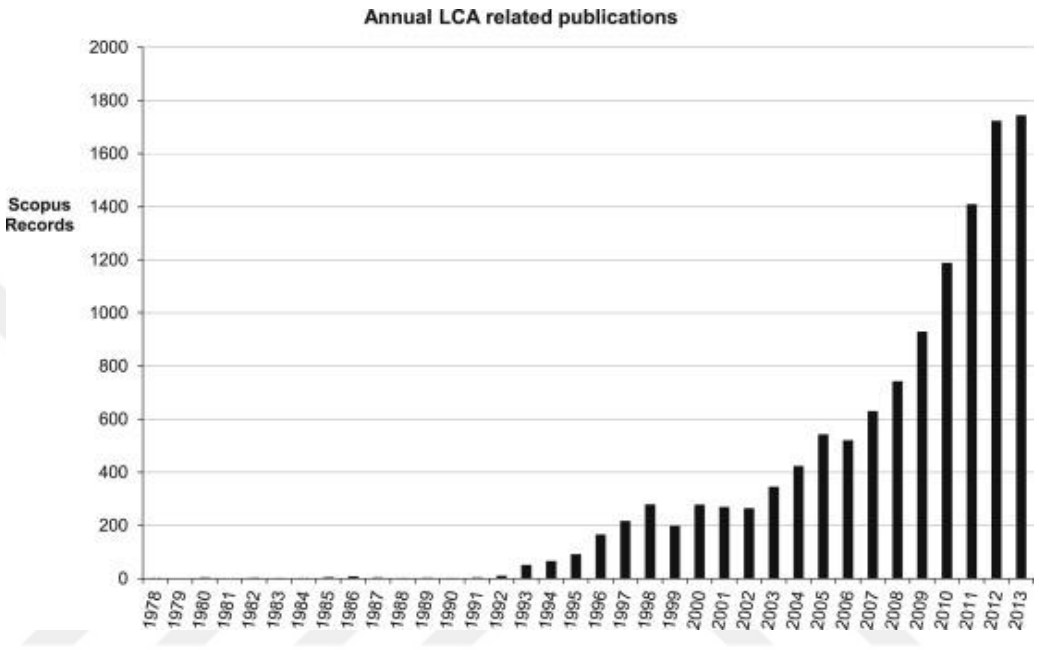
YDD yönteminin sağladığı yararlar ise aşağıda belirtilmiştir (Semtrio, 2018):

- Ürünlerin sürdürülebilirliğinin yaşam döngüsü evreleri boyunca ölçülebilmesi ve yönetilmesi,
- Ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerinin belirlenmesi,
- Sürdürülebilirlik planlarının hazırlanmasında yol gösterici olması,
- Üretimde ürünlerin sürdürülebilirliklerinin karşılaştırılmasını sağlayarak, iyileştirmelerin uygulanması,
- Ürünler arasında karşılaştırma imkânı sağlayarak tasarımcıya karar verme aşamasında destek sağlaması,
- Yatırımlar için karar alma sürecinde yardımcı olması,
- Çevre dostu ürünler için talebin teşvik edilmesi,
- Sektörde rekabette avantaj sağlaması,
- Tedarik süreçlerinin en uygun duruma getirilmesi,
- Paydaşlara güven sağlaması, şeklinde sıralanmaktadır.

Yapı sektöründe malzeme seçiminde, üretici, tasarımcı ve son kullanıcının bilinçli karar vermesi için YDD yönteminin önemli bir karar destek aracı olduğu belirtilmektedir (Özçuhadar, 2007). YDD yöntemi bir ürün veya hizmet üretiminde hammaddenin elde edilmesinden başlayarak bertarafına kadara geçen süreçte, yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki çevresel etkilerinin belirlenmesini, raporlanmasını ve yönetimini sağlamaktadır. Başlıca incelenen çevresel etkileri ise, iklim değişikliği, stratosferik ozon tabakasındaki incelme, ötrifikasyon, asidifikasyon, toksik emisyonlar gibi doğal kaynak tüketimleri değerlendirilmektedir (Demirer, 2011).

YDD yöntemi için birçok tanımlamalar yapılmıştır. Özetle YDD yöntemi, sürdürülebilirlik kapsamında ürünlerin olası çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için, sistemin tüm yaşam döngüsünün verileri değerlendirilmesi ile bilinçli enerji ve su tüketiminin, doğal kaynakların, insan ve çevre sağlığının korunumunun sağlanmasında önemli bir değerlendirme sistemi olmaktadır.

Son yıllarda iklim ve sürdürülebilirlik ile ilgili konularının artış gösterilmesiyle ilgili YDD yöntemine yönelik akademik alanda yapılan çalışmalarda artmıştır. Yöntem ile ilgili literatürdeki yayınlar Şekil 3.1'de gösterilmektedir. YDD yöntemine yönelik yapılan yayınlar 1992 yılından itibaren zamanla hızlı bir şekilde genişleyerek ilgi odağı haline gelmiştir (McManus ve Taylor, 2015).



Şekil 3.1. YDD ile ilgili yıllık yapılan yayınlar sayısı (McManus ve Taylor, 2015)

3.1. Dünya Genelinde Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Gelişimi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemine yönelik ilk çalışmalar 1960'larda başlamıştır. Yapılan envanter çalışmalarının amacı, hammadde ve enerji kaynaklarının tüketimine kısıtlılık getirilmesidir. Bu konu hakkında yapılan ilk yayınlardan biri 1963 yılında Harold Smith tarafından, Dünya Enerji Konferansı'nda (The World Energy Conference), kimyasal ürün ve ara ürünlerin üretimi sırasında gerekli olan toplam enerjinin hesaplanmasına yönelik yayımlanan rapordur (Taygun, 2005). Daha sonraları ise yapılan çalışmalar ile artan dünya nüfusun hammadde ve enerji ihtiyacının etkilerini küresel modellemeler ile önceden tahmin edilmeye başlanmıştır (Özçuhadar, 2007). 1969 yılında Cola Cola firması, içecek kutularının çevre ile olan ilişkisini araştırmak için çalışma başlatmıştır. Yapılan YDD çalışmaları ile plastik ve cam içecek kutularından hangisinin çevreye en az zararı vereceği, en düşük hammadde tüketimi, enerji verimliliği ve atıkları yok etme ile ilgili konu

başlıkları altında araştırılmıştır. Sonuçlar beklenenin tersine plastik şişenin en iyisi olduğu belirlenmiş, fakat çalışmaların sonucu tamamen yayımlanmamıştır (Bozkurt, 2007).

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi sonrası, yakıtların yaşam döngüsü aşamalarını analiz etmek ve endüstriyel sistemlerdeki enerji akışını izlemek için ekonomi çalışmalarında yaşam döngüsü maliyeti yöntemi kullanılarak hesaplanmaya başlanmıştır. 1972 yılında İngiltere'de Ian Boustead tarafından, cam, plastik, çelik ve alüminyum içecek kutularının üretiminde kullanılan toplam enerji hesaplaması yapılmıştır. Boustead bu metodolojiyi çeşitli malzemelerde kullanılabilir olması için geliştirerek 1979 yılında 'Endüstriyel Enerji Analizi El Kitabı (Handbook of Industrial Energy Analysis)'nı yayımlamıştır.1970'lerin sonuna doğru çevresel konulardaki endişeler zamanla atıkların yönetimine yönelmiştir (Bozkurt, 2007).

1980'li yıllarda katı atıklar ve geri dönüşüm ile ilgili konular ön plana çıkmıştır. Avrupa Birliği'nde atık yönetimi alanında ilk temel yasal düzenlemesi olan 'Atık Çerçeve Direktifi', 1975 yılında yayımlanmıştır. 2006 yılında direktif revize edilmiş ve en son halini ise 2008 yılında alarak yayımlanmıştır. Bu direktif ile geri kazanım, geri dönüşüm ve atık ilkelerine dayanarak, atıkların çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması ve verimli bir ekonominin teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu konuda katı atık türlerine göre yayımlanan direktifler şu şekildedir (Soysal, 2015):

- 1975 yılında 'Atık Yağlar Direktifi',
- 1991 yılında 'Tehlikeli Atıklar Direktifi',
- 1991 yılında 'Akümülatör ve Piller Direktifi',
- 1994 yılında 'Ambalaj Atıkları Direktifi',
- 1999 yılında 'Düzenli Depolama Direktifi',
- 2000 yılında 'Ömrünü Tamamlamış Araçlar Direktifi',
- 2000 yılında 'Atık Yakma Direktifi'
- 2003 yılında 'Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları Direktifi',
- 2006 yılında 'Maden Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar Direktifi'dir.

Tehlikeli ve diğer atıkların sınır ötesi taşınması, bertaraf edilmesi ve geri dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkabilecek tehlikeleri önlemek adına 'Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınması ve Bertaraf Edilmesinin Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi' oluşturulmuştur. Atıkların, sanayileşmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru taşınma konusu, sözleşmenin en önemli maddelerini oluşturmaktadır. Bu sözleşme 1989 yılında kabul edilmiş, 1992 yılında yürürlüğe girmiştir. Şimdiye kadar sözleşme 53 ülke tarafından imzalanmış ve 183 ülke sözleşmeye taraf olmuştur. Türkiye ise sözleşmeyi 1989 yılında imzalamış ve 1994 yılında taraf olmuştur (ÇŞB, 2019).

1990'lı yılların başlarında YDD yönteminin standartlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar, Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry - SETAC) tarafından hazırlanmıştır. Yapılan çalışma ile YDD yönteminin aşamaları açık bir şekilde ortaya konulmuştur. YDD yöntemi ile enerji ve malzeme akışı nitelendirilirken, hazırlanan bu çalışma ile yöntem geniş kapsamlı bir karar verme metodu haline gelmiştir. YDD çalışmalarına SETAC, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Development - UNEP) ve ISO kurumları önemli katkılarda bulunmuştur (Özçuhadar, 2007). SETAC, kar amacı gütmeyen dünya genelinde profesyonel bir kurumdur ve yaklaşık 90 ülkenin temsilciliğini yapmaktadır. Amacı ise; sürdürülebilir çevre kalitesinin ve ekosistem bütünlüğünün korunması, geliştirilmesi ve yönetimi için ilke ve uygulamaların geliştirilmesini desteklemektedir (SETAC, 2019). UNEP, küresel çevre gündemini belirleyen, sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunu tutarlı bir şekilde uygulanmasını teşvik eden bir çevre programıdır. Amacı; ulusların gelecek nesillerden ödün vermeden yaşam kalitelerini yükseltmelerini sağlanmasını ve çevre konusunda duyarlılığın oluşturulmasını hedeflemektedir (UN Environment Programme, 2019). ISO, dünyanın en büyük standart geliştirme ve yayınlama örgütüdür ve 164 üye ülkesi bulunmaktadır. ISO'nun amacı; üyeleri aracılığı ile bilgi paylaşımını, yenilikçiliği, küresel ölçekte çözüm arayışını sunan, gönüllülük esasına bağlı olan ve fikir birliğine dayalı, uzmanları bir araya getirerek uluslararası standartları geliştirmektir (ISO, 2019).

YDD ile ilgili ISO tarafından, 1996 yılında 'ISO 14001 Environmental Management Systems - Specification With Guidance For Use', standardı ile çevre yönetimi ve

çevresel sürdürülebilirlik için önemli çalışma yayımlanmıştır. Bu standart 2004 yılında, 'ISO 14001 Environmental Management Systems - Requirements With Guidance For Use' şeklinde isim değiştirerek revize edilmiştir (Gökçe v.d., 2018).

1997 yılında 'ISO 14040 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework' standardı ve sırasıyla ISO 14041 (1998), ISO 14042 (2000), ISO 14043 (2000) standartlar serisi yayımlanmıştır. ISO 14040, YDD yönteminin aşamalarını ve nasıl yapılması gerektiğini açıklayan bir standarttır. Bu standartlar 2006 yılında revize edilerek, ISO 14041, ISO 14042 ve ISO 14043 standartları iptal edilerek, ISO 14040 ve 'ISO 14044:2006 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines' standartları kapsamına alınarak düzenlenmiştir. Bu iki standart çevresel performans odaklı olup, sürdürülebilir kavramının ekonomik ve sosyal boyutlarını ele almamaktadır. İnşaat sektöründe yaygın bir kullanımı olan bu standartlar, diğer birçok sektör de kullanım alanı bulunmaktadır (Gökçe v.d., 2018).

2007 yılında 'ISO 21930 Sustainability in Building Construction - Environmental Declaration of Building Products', standardı yapılarda sürdürülebilirliğin nasıl sağlanması gerektiğini ve yapı ürünlerinin Çevresel Ürün Beyanlarına (Environmental Product Declaration – EPD) detaylı bilgi sağlanması için oluşturulmuştur. 2017 yılında bu standart revize edilerek 'ISO 21930 Sustainability in Buildings and Civil Engineering Works – Core Rules for Environmental Product Declarations of Construction Products and Services' ismiyle yürürlüğe girmiştir (EPD Turkey, 2017a).

ISO standartların inşaat sektöründe önemli katkıları bulunması ile doğrudan yapım işlerinin ilgilendiren çalışmalara başlamıştır. Geliştirilen yeni standartların kapsamına sürdürülebilirlik kavramının ekonomik ve sosyal boyutları eklenmiştir. Bu kapsamda 2008 yılında 'ISO 15392 Sustainability in Building Construction – General Principles' standardını yayımlanmıştır. ISO standartlarına Tablo 3.1'de son revizyon yılı ve yerine geçtiği standartlar verilmiştir (Gökçe v.d., 2018). Bu bilgiler doğrultusunda YDD yönteminin zaman içerisinde, bu yöntemi destekleyen kurumların çalışmaları ile geliştiğini ve standartların kendini yenileyerek süreklilik içerisinde olduğu görülmektedir.

3.2. Türkiye'de Sürdürülebilirlik Politikalarının ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Gelişimi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemine yönelik Türkiye'de sürdürülebilir yapım ile ilgili çalışmalar kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından çevrenin korunmasına yönelik yönetmelik ve mevzuatlar hazırlanmıştır. Ülkemizde sürdürülebilirliğe yönelik yapılan ilk çalışma 1983 yılında kabul edilen ve '2872 sayılı Çevre Kanunu'dur. Devamında hazırlanan yasal çalışmalar şu şekildedir (Gökçe v.d., 2018):

- 1993 yılında 'Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği',
- 2007 yılında 'Enerji Verimliliği Kanunu',
- 2008 yılında 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ve Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği',
- 2010 yılında 'Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik',
- 2011 yılında 'Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik'
- 2013 yılında 'Yapı Malzemeleri Yönetmeliği',
- 2017 yılında 'Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği',
- 2018 yılında 'Çevre Etiketi Yönetmeliği' yürürlüğe konulmuştur.

Bu kanun ve yönetmelikler, ülkemizde enerji verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğin uygulanması açısından yapılan önemli çalışmalardır.

YDD yöntemine yönelik ilk çalışmalardan olan, katı atıklar ve geri dönüşüm ile ilgili çalışma olan 'Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği' 1991 yılına yürürlüğe girmiştir. Bu konuda atık türlerine göre yayımlanan yönetmelikler şu şekildedir:

- 1993 yılında 'Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği',
- 1995 yılında 'Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği',
- 2004 yılında 'Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği',
- 2004 yılında 'Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği',
- 2004 yılında 'Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği',

- 2004 yılında ‘Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’,
- 2004 yılında ‘Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’,
- 2004 yılında ‘Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik’,
- 2004 yılında ‘Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’,
- 2005 yılında ‘Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’,
- 2006 yılında ‘Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü’,
- 2007 yılında ‘P. Bifenil ve P. Terfenillerin Kontrolü Hakkında Yönetmelik’,
- 2008 yılında ‘Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik’,
- 2008 yılında ‘Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik’,
- 2009 yılında ‘Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik’,
- 2010 yılında ‘Atıkların Düzenli Toplanmasına Dair Yönetmelik’
- 2010 yılında ‘Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik’, yönetmelikleri yayımlanmıştır (Soysal, 2015). 1990’lı yıllardan günümüze kadar atıklar ile ilgili çalışmalarının süreklilik içinde geliştiği görülmektedir.

Türkiye’de sürdürülebilirlik çalışmaları adına standartlar ölçeğinde bakıldığında, ISO standartlarının TSE tarafından birebir çevirisi hazırlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu doğrultuda Türkiye’de ilk olarak ISO 14001 standardı sırasıyla, 1997 yılında ‘TS EN ISO 14001 Çevre Yönetimi – Çevre Yönetim Sitemleri, Özellikleri ve Kullanım Kılavuzu’ adıyla, 2005 yılında ‘TS EN ISO 14001 Çevre Yönetimi Sistemi – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu’ adıyla yürürlüğe girmiştir. ISO tarafından yapılan güncellemeleri, TSE tarafından takip edilerek yapılan güncellemeler uyarlanmıştır ve son olarak son olarak 2015 yılında yapılan revizyon sonucu ülkemizde aynı yıl düzeltilerek yürürlüğe girmiştir (Gökçe v.d, 2018).

ISO 14040 standardı, 1998 yılında TSE tarafından ‘TS EN ISO 14040 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Prensipler ve Çerçeve’ şeklinde çevirisi yapılarak yürürlüğe girmiştir. ISO standartlar serisi, TS EN ISO 14041 (2003), TS EN ISO 14042 (2002), TS EN ISO 14043 (2003) adlarıyla çevirisi yapılarak ülkemizde bu tarihlerde yürürlüğe girmiştir. 2006 yılında ISO tarafından standartlarda yapılan değişiklikler, ülkemizde 2007 yılında ‘TS EN ISO 14040 Çevre

Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - İlkeler ve Çerçeve' ve 'TS EN ISO 14044 Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Gerekler ve Kılavuz' standartları olarak düzenlenmiştir. TS EN ISO 14041, 14042, 14043 standartları ise iptal edilerek bu standartların kapsamına alınmıştır. ISO 14040 ve ISO 14044, YDD'nin aşamalarını, nasıl yapılması gerektiğini detaylı bilgileri sayesinde sürdürülebilir yapıma ilişkin geliştirilen diğer standartlara temel hazırlamaktadır (Gökçe v.d, 2018). TSE'nin 'Hayat Boyu Değerlendirme' şeklinde çevirisini yaptığı ifadenin eksik kalması ve literatürde yaygın kullanımının da 'Yaşam Döngüsü Değerlendirme' olması çevirinin bu şekilde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

ISO 21930 standardı, ülkemizde 2016 yılında 'TS ISO 21930 Yapılarda Sürdürülebilirlik – Yapı Malzemelerinin Çevresel Beyanları' ismiyle yürürlüğe girmiştir. Böylece ülkemizde yapıların sürdürülebilirliği için yöntemler ve yapı ürünlerinin EPD belgeleri için detaylı bilgiler verilmesi sağlanmıştır. ISO 15392 standardı ise ülkemizde 2016 yılında 'TS ISO 15392 Yapılarda Sürdürülebilirlik – Genel Prensipler' ismiyle yürürlüğe girmiştir. ISO standartlarının TSE karşılıklarının ülkemizdeki kabul tarihi, Tablo 3.1'de verilmiştir (Gökçe v.d., 2018).

Sanayi sektöründe, çevresel etkilerin değerlendirilmesinde kullanılan YDD yönteminin sonuçlarının güvenilir, geçerli ve yaygın olabilmesi için, Türkiye'nin yerel üretim şartları göz önünde bulundurularak, sistemli bir şekilde kayıt altına alınan veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi ve Boğaziçi Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Merkezi tarafından 2017 yılında, 'Ulusal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Veri Tabanının Geliştirilmesi' projesinin çalışması başlatılmıştır (Kalkınmada Anahtar Verimlilik, 2017). 2018 yılında ise, SÜRATAM (Sürdürülebilir Üretim Ar-Ge ve Tasarım Merkezi) tarafından 'Türkiye Yapı Malzemeleri Çevresel Performans Veri Tabanı (TurComDat)' oluşturulmuştur. TurComDat, Türkiye'de üretilen yapı malzemelerinin çevresel etki performansını bilimsel olarak uluslararası standart ve normlara uygun olarak yayınlayan bir veri tabanıdır. Sürdürülebilir üretim altyapının oluşturulması, kaynak ve enerji verimliliğinin ortaya çıkarılması adına ülkemizde yerel YDD veri tabanına duyulan ihtiyaç doğrultusunda SÜRATAM tarafından 2018 yılında, 'Türkiye Yaşam Döngüsü Veri Tabanı (TLCID)' yayımlanmıştır. TLCID

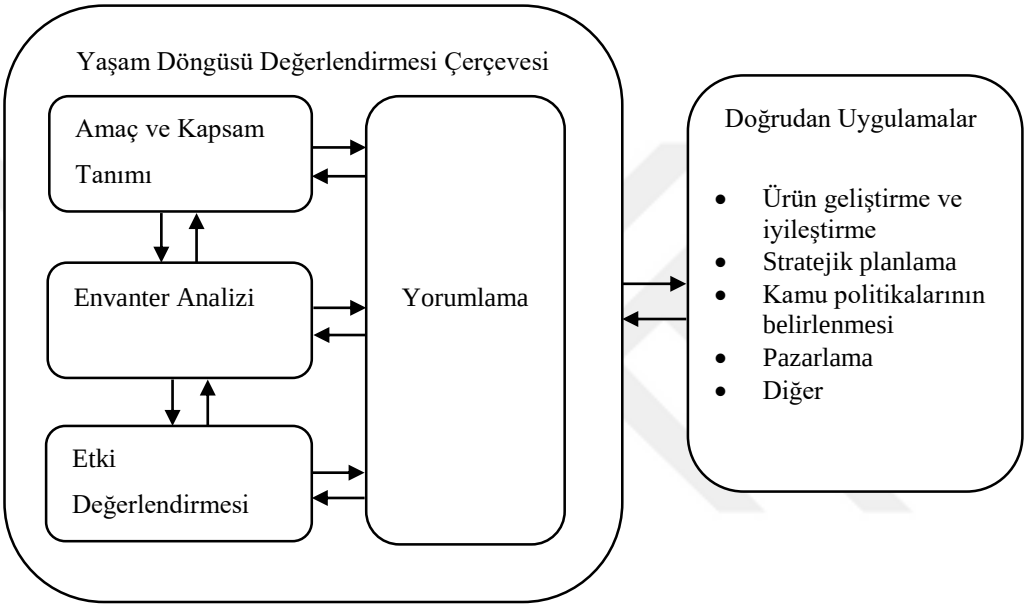
uluslararası geçerli olacak şekilde hazırlanmış olup, ulusal ve uluslararası alanda kullanıcılara sunulmaktadır (SÜRATAM, 2018).

Tablo 3.1. YDD ile ilişkili olan ISO standartları ve TSE karşılıkları (Gökçe v.d., 2018)

ISO Standardı (Yayın Tarihi)	**Son Revizyon Yılı** **Yerine Geçtiği Standartlar**	**Karşılığındaki TSE Standardı (Türkiye'de kabul tarihi)**
ISO 14001 Environmental Management Systems – Requirements With Guidance for Use (09/2015)	2015 ISO 14001: 2004/Düzeltme 1:2009 ISO 14001: 2004	TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi – Şartlar ve Kullanım Kılavuzu (23/10/2015)
ISO 14040 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework (07/2006)	2016 ISO 14040: 1997 ISO 14041: 1998 ISO 14042: 2000 ISO 14043: 2000	TS EN ISO 14040 Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – İlkeler ve Çerçeve (19/05/2007)
ISO 14044 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines (07/2006)	2016 ISO 14040: 1997 ISO 14041: 1998 ISO 14042: 2000 ISO 14043: 2000	TS EN ISO 14044 Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Gerekler ve Kılavuz (19/06/2007)
ISO 14044:2006/Amd 1:2017 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines – Amendment 1(12/2017)	-	TS EN ISO 14044/A1 Çevre Yönetimi – Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi – Gereksinimler ve Kurallar (19/03/2018)
ISO 21930 Sustainability in Buildings and Civil Engineering Works – Core Rules for Environmental Product Declarations of Construction Products and Services (07/2017)	2017 ISO 21930: 2007	Yürürlükten kaldırılan ISO 21930:2007'nin karşılığı olarak 'TS ISO 21930 Yapılarda Sürdürülebilirlik – Yapı Malzemelerinin Çevresel Beyanları' (18/02/2016) şeklinde halen yürürlüktedir.
ISO 15392 Sustainability in Building Construction – General Principles (05/2008)	2014 -	TS ISO 15392 Yapılarda Sürdürülebilirlik – Genel Prensipler (18/02/2016)

3.3. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Yönteminin Aşamaları

ISO 14040'a göre Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemi dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar: amaç ve kapsam tanımı, yaşam döngüsü envanter analizi, yaşam döngüsü etki değerlendirmesi ve yaşam döngüsü yorumlama aşamalarıdır. YDD yöntemi Şekil 3.2'de aşamalarının birbiriyle olan ilişkisi ifade edilmektedir. Yöntemin ileri, geri beslemeli ve tekrarlanabilir özellikte olduğu görülmektedir (ISO 14040, 2006).



Şekil 3.2. YDD yönteminin aşamaları (ISO 14040, 2006)

3.3.1. Amaç ve kapsam tanımı

YDD yönteminin ilk aşaması amaç ve kapsamın belirlenmesidir. Belirlenen amaç ve kapsam ise, çalışılacak ürün sisteminin fonksiyonunu, fonksiyonel birimini, referans akışlarını, sistem sınırlarını ve veri gereksinimlerini içermektedir.

YDD'nin ilk aşaması olan amaçları aşağıda belirtilmiştir (ISO 14040, 2006):

- Hedeflenen çalışmanın konusu,
- Çalışmanın uygulanmasının nedenleri,
- Çalışmanın sonuçlarının iletilmesi için belirlenen hedef kitle,
- Sonuçların, kamuoyuna açıklanmasında karşılaştırmalı olarak kullanılmaya yönelik amaçlanıp amaçlanmadığının belirlenmesidir.

Çalışmanın tüm ayrıntılarını belirlenen amaçla uyumlu olması için çalışmanın kapsamı iyi bir şekilde tanımlanmalıdır. YDD'nin kapsamı aşağıda belirtilen maddeleri içermektedir (ISO 14040, 2006):

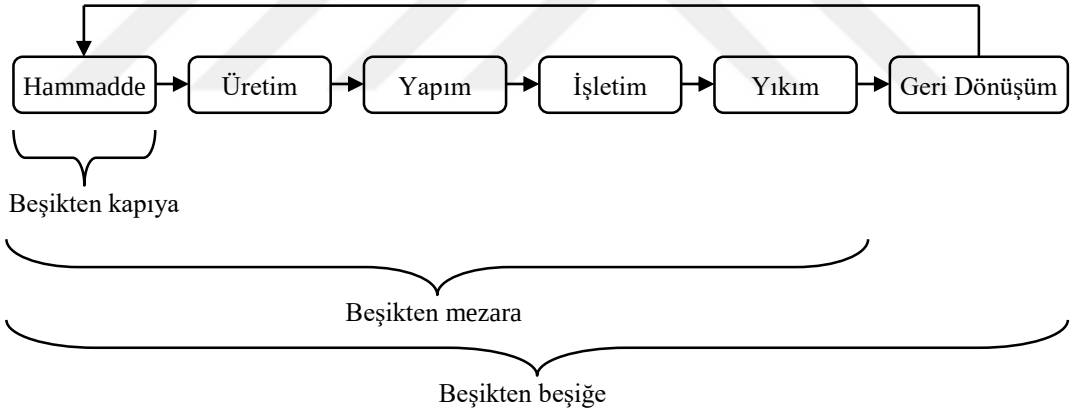
- Çalışılacak ürün sistemi,
- Ürün sistemin işlevleri,
- Fonksiyonel birim,
- Sistem sınırları,
- Dağıtım yöntemleri,
- Etki kategorilerinin ve etki değerlendirme yönteminin belirlenmesi ve yorumlanması,
- Veri gereksinimleri,
- Varsayımlar,
- Sınırlamalar,
- Veri kalitesi gereklilikleri,
- Varsa eleştirel gözden geçirmenin şekli,
- Hazırlanacak raporun türü ve biçiminin belirlenmesidir.

YDD yöntemi ileri, geri beslemeli ve tekrarlanabilir özellikte olduğu için, gerekli veriler toplandıkça, çalışmanın amacına ulaşılabilmesi için kapsamında değişiklikler yapılabilmektedir. YDD'nin amaç ve kapsamı aşamasında aşağıdaki başlıklara göre değerlendirilmektedir (ISO 14040, 2006):

Fonksiyon, fonksiyonel birim ve referans akışları: Bir sistem bazı olası fonksiyonlara sahip olabilir ve YDD'nin amaç ve kapsamına uygun olan fonksiyonlar seçilmektedir. Fonksiyonel birim, belirtilen işlevlerin nicel olarak miktarını tanımlanmaktadır. Belirlenen birim ile ürünün girdi ve çıktılarının ilgili olduğu referanslar akışları sağlanmaktadır. Bu referans ile YDD'nin sonuçları karşılaştırılabilmektedir. Bu nedenle amaçlanan fonksiyonun yerine getirilmesi için her ürün sisteminden referans akışının belirlenmesi önemli bir rol almaktadır. Fonksiyonu yerine getirmek için gereken ürün miktarı, her bir ürün sistemindeki referans akışın belirlenmesi, amaçlanan fonksiyonun yerine getirilmesi için önemlidir.

Sistem sınırları: Sisteme dâhil edilecek birim süreçlerinin belirlenmesidir. Şekil 3.3'te Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin sistem sınırları gösterilmektedir. Sistem sınırlarının belirlenmesinde birçok yaşam döngüsü aşamasının birim süreçler ve akışlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar:

- Hammadde temini,
- Ana üretim ve süreçlerdeki girdi ve çıktılar,
- Dağıtım / taşıma,
- Yakıt, elektrik ve ısının üretimleri ve kullanımı,
- Ürünlerin kullanımı ve bakımı,
- Ürünlerin süreçlerdeki elde edilen atıklarının bertarafı,
- Ürünlerin yeniden kullanılması, geri dönüşümü,
- İkincil malzemelerin kullanımı,
- Ekipmanların üretimi, bakımı ve devre dışı bırakılması,
- Aydınlatma ve ısıtma gibi ek işlemlerin yapılmasıdır.



Şekil 3.3. YDD sistem sınırları (Kanan ve Hozatlı, 2015)

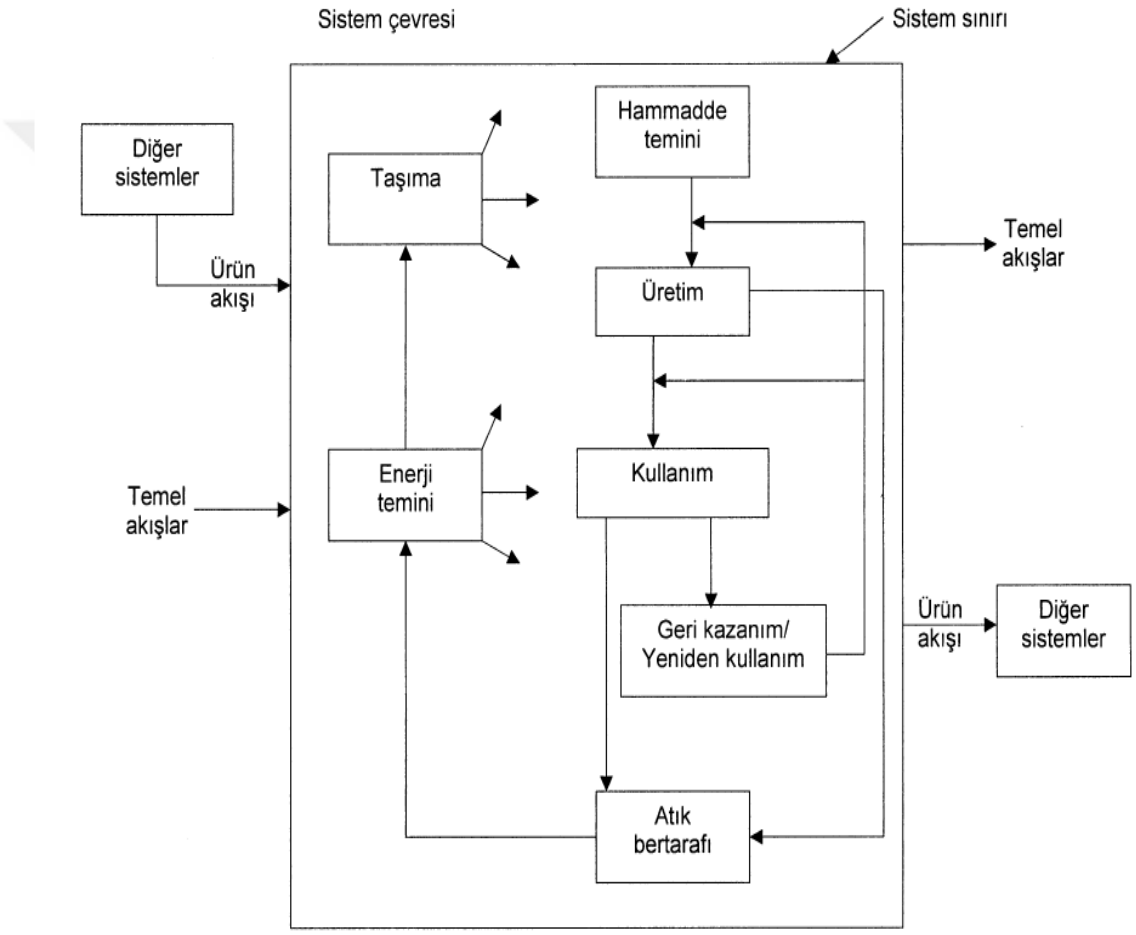
Beşikten kapıya (cradle – to - gate) sınırı: yapı malzemesinin üretimi için gerekli olan hammaddenin elde edilmesi ile başlayarak, hazırlanması, işlenmesi gibi süreçlerden geçerek oluşan ürünün üretim sahasına taşınmasına kadar geçen sürecin değerlendirilmesidir.

Beşikten mezara (cradle – to - grave) sınırı: yapı malzemesinin üretimi için gerekli olan hammaddenin elde edilmesi ile başlayıp, faydalı hizmet ömrünün sona ermesi ile yıkımına kadar geçen sürecin değerlendirilmesidir.

Beşikten beşiğe (cradle – to - grave) sınırı: beşikten mezara sınırına ek olarak ürünün yeniden kullanım, geri dönüşüm süreçlerinin de değerlendirilmesidir (Kaya, 2011).

Veri kalitesi gereksinimleri: Çalışmanın amacı için gerekli verilerin özellikleri belirtilmelidir. Verilerin kalitesi, çalışmanın sonuçlarının doğru yorumlanabilmesi için önemlidir.

Şekil 3.4'te yapı ürünü sistemi örneği ifade edilmektedir.



Şekil 3.4. Yapı ürünü sistemi örneği (TS EN ISO 14040, 2007)

3.3.2. Yaşam döngüsü envanter analizi

Yaşam döngüsü envanter analizi (YDEA), bir ürün siteminin ilgili tüm girdi ve çıktıların nicelik olarak ifade edilebilmesi için veri toplama ve hesaplama yöntemlerinin belirlenmesinden oluşan aşamadır. Ürünün yaşam döngüsü süresince

kullanılan girdiler (hammadde, enerji, su vb.) ile kullanım sonrası oluşan çıktıların (emisyon, yan ürün, atık vb.) analiz edildiği aşamadır. Veriler toplandıkça ve sistem hakkında bilgilerin artış göstermesi ile yeni gereksinimlerin ortaya çıkması veya karşılaşılan sorunlar sonucunda veri toplamada değişiklik gerektiren hususlar olabilir. Bu yüzden envanter analizinin yapılması tekrarlı bir süreçtir. YDD yöntemi ileri, geri beslemeli ve tekrarlanabilir özellikte olduğu için envanter analizinin değişmesi gibi amaç ve kapsam tanımlanmasında değişiklik gerektiren durumlar olabilir. Sistem sınırı içerisindeki her bir birim işlem için veriler, aşağıdaki başlıklar altında sınıflandırılarak toplanmaktadır (ISO 14040, 2006):

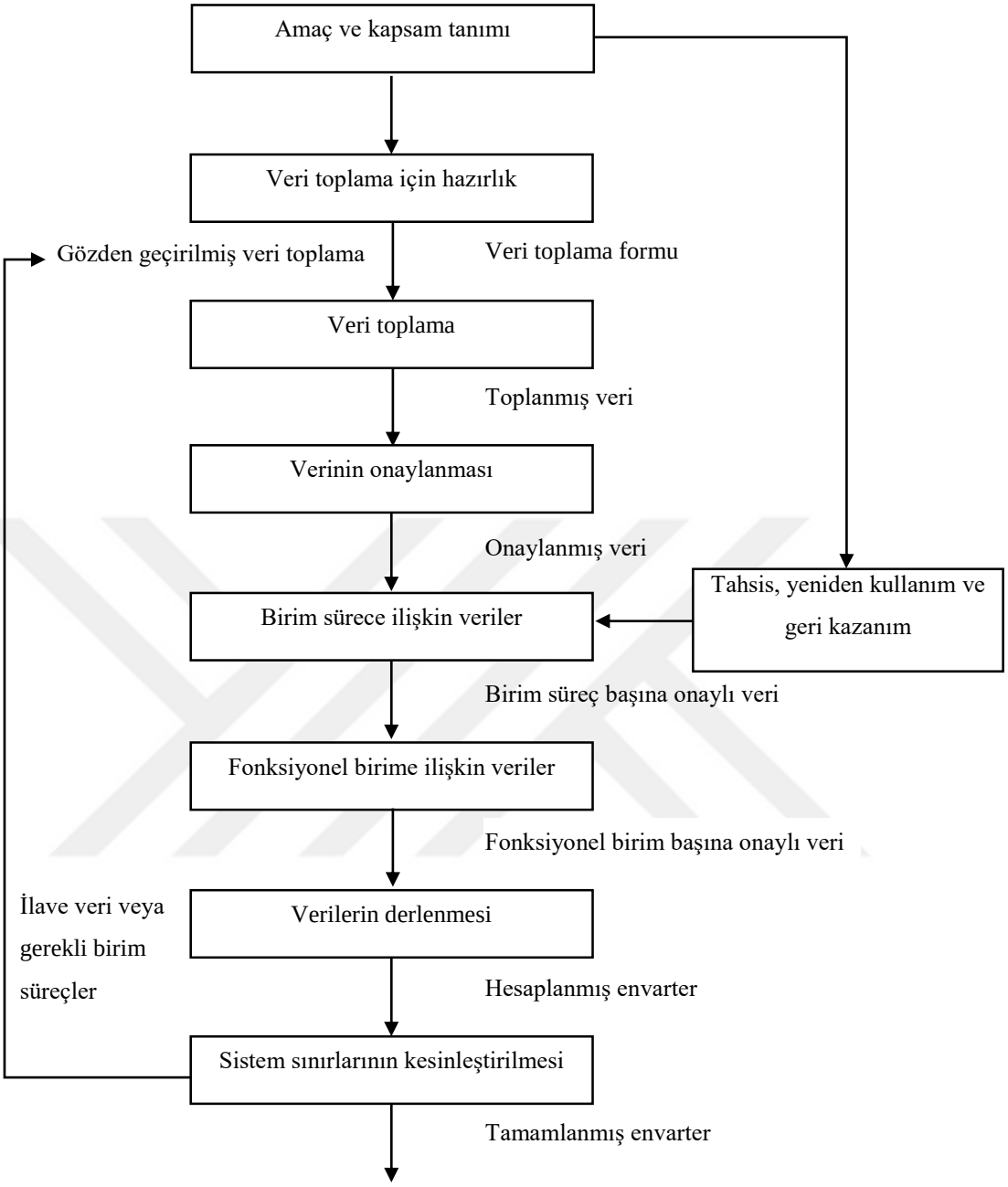
- Enerji girdileri, hammadde girdileri, ikincil malzeme girdileri, diğer fiziksel girdiler,
- Ürünler, yan ürünler ve atık,
- Havaya salınan emisyonlar ile su ve toprağa bırakılan atıklar,
- Diğer çevresel etkileri kapsamaktadır.

Verilerin toplanmasından sonra değerlendirilmesi için aşağıdaki başlıkları takip etmektedir (ISO 14040, 2006):

- Toplanan verilerin doğrulanması,
- Verilerin birim süreçlerle ilişkisi,
- Verilerin fonksiyonel biriminin referans akışıyla ilişkisi belirlenmektedir.

Her bir birimin süreci ve modellenecek ürün sisteminin tanımlanmış fonksiyonel birimi için tanımlanmış sistemin envanter sonuçlarını oluşturmak amacıyla verilerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Birden fazla ürün ve geri dönüşüm sistemleri içeren sistemler göz önünde bulundurulduğunda, tahsis (allocation) yöntemlerinin gerekli olduğu görülmektedir. ISO 14040 standardına göre dağıtım, bir sürecin veya ürün sisteminin girdi ve çıktılarının, çalışılan ürün sistemi ile bir veya birden fazla diğer ürün sitemleri arasında paylaştırılması şeklinde ifade edilmektedir (ISO 14040, 2006). Şekil 3.5'te yaşam döngüsü envanter analiz aşamasında izlenilmesi gereken basamaklar gösterilmektedir (ISO 14041, 1998).



Şekil 3.5. Yaşam döngüsü envanter analizini oluşturan basamaklar (ISO 14041, 1998)

Veri toplama ve hesaplama için yapılan çalışmalar şu şekildedir (Özdemir, 2012):

Veri toplama: sistem sınırları içerisindeki nitel ve nicel verilerin toplanmasıdır. Veri toplama birçok raporlamaları ve yayınlanmış referansları içereceğinden, modellenecek ürün sistemlerinin iyi ve tutarlı anlaşılabilmesi için önlemler alınmalıdır. Veri çeşitleri bakımından, birincil ve ikincil veriler olmak üzere ikiye

ayrılmaktadır. Birincil veriler, hammaddeyi ve bileşenleri üreten üreticiler, sermaye mallarını ve tüketim ürünlerini üreten firmalar, ger dönüşüm ve atık imha eden kuruluşlardan elde edilmektedir. İkincil veriler ise, yayımlanmış birtakım kaynaklardan elde edilen ve ürün sisteminin yaşam döngüsü envanterini içeren bilgilerden oluşmaktadır.

Envanter analizi için firmalardan istenen ve sistem sınırlarını oluşturan veriler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

Hammadde: bir ürünün üretimde kullanılan birincil veya ikincil malzemeleridir. İkincil malzeme dönüştürülmüş malzemeyi kapsamaktadır. Birim olarak kg, gr ve ton kullanılmaktadır.

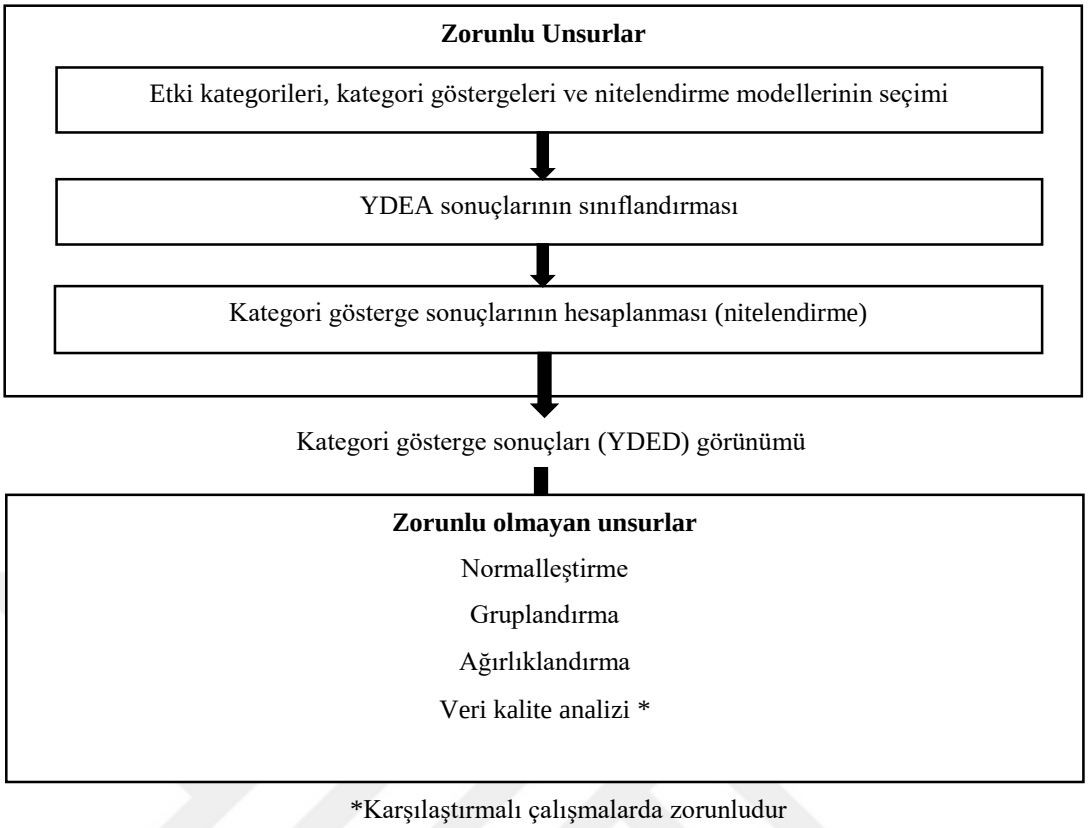
Enerji: çalışmaların gerçekleştirilmesi için bir potansiyeldir ve birim olarak J (joule) kullanılmaktadır. Enerji akışı, enerji birimleri cinsinden hesaplanan, birim sürece veya ürün sistemindeki girdi veya çıktılardan oluşmaktadır.

Salınımlar: havaya verilen emisyonlar ile suya ve toprağa verilen boşaltımlardan oluşmaktadır.

Atık: bertaraf edilmesi gereken maddeler veya nesneler olup, birimi kg olarak ifade edilmektedir.

3.3.3. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi

Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (YDED) aşaması, envanter analizinden alınan sonuçlara göre olası çevresel etkilerin öneminin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Genel olarak bu süreç, envanter verilerinde yer alan belirli çevre etki değerlerinin, iklim değişliği, asidifikasyon, kaynak tüketimi gibi kategorilere ayrılarak gösterilmektedir. Bu şekilde değerlendirilen ürünün yaşam döngüsünün hangi aşamasında ne tür etkilere sebep olduğu belirlenebilmektedir. Etki değerlendirmesi zorunlu ve zorunlu olmayan unsurlardan oluşmaktadır. Zorunlu unsurlar, etki kategorilerinin seçimi, sınıflandırma ve nitelendirme modellerinden oluşmaktadır. Zorunlu olmayan unsurlar ise, normalleştirme, gruplandırma ve ağırlıklandırmadır. Şekil 3.6'da yaşam döngüsü etki değerlendirmesi aşamasını oluşturan basamakları gösterilmektedir (TS EN ISO 14040, 2007).



Şekil 3.6. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesini oluşturan basamaklar (TS EN ISO 14040, 2007, Gültekin, 2006)

Etki değerlendirmesi zorunlu unsurları (Curran, 2006, Öztaş, 2014):

Etki kategorileri, kategori göstergeleri ve nitelendirme modellerinin seçimi: küresel ısınma, asidifikasyon, zehirlilik gibi ilgili çevresel etki kategori göstergelerinin belirlenmesi ve nitelendirme modelinden elde edilen dönüştürme katsayıları ile veri analizi sonuçlarının çevresel etki kategorileri ortak bir birime çevrilmesi,

Envanter analizinin sonuçlarının sınıflandırması: envanter analizi sonuçlarının çevresel etki kategorilerine göre sınıflandırılması, sonuçların hangi kategorilerde ne tür etkilerinin olduğunun belirlenmesi,

Nitelendirme, kategori gösterge sonuçlarının hesaplanması: etki sınıflarının sonuçlarının ortak birimlere dönüştürülerek her bir etki kategorisi modellenmektedir. Bilimsel karakterizasyon etkenleri kullanarak, çevresel etki kategorileri katsayılar ile çarpılarak ortak bir birime dönüştürülerek her bir etki kategorisinin modellenmesidir. Her bir çevresel etki kategorisinin ifade edildiği birim farklı olmaktadır. Örneğin,

küresel ısınma kategorisinin eşdeğeri karbondioksit (CO_2), asitleşme kategorisinin eşdeğeri hidrojen (H), ozon tabakası incelmesi kategorisinin eşdeğeri kloroflorokarbon11 (CFC_{11}) şeklinde ifade edilmektedir.

Etki değerlendirmesi zorunlu olmayan unsurları (Curran, 2006, Öztaş, 2014):

Normalleştirme: uygulama kapsamından her bir ürün gösterge sonucunun gerçek büyüklüğünü daha iyi anlaşılması amacıyla, her bir çevresel etki sınıfı gösterge sonucu referans bir değere bölünmesi ile tüm etki sınıflarının aynı birime getirilmesi,

Gruplandırma: etki kategorilerinin niteliklerine göre sınıflandırılması ve sıralanması,

Ağırlıklandırma: çevresel etki sınıflarının en önemli potansiyel etkilerinin, modelin geliştirildiği bölge ya da ülkeye göre belirlenmesidir.

Veri kalitesi analizi: yerçekimi analizi, hassaslık analizi ve belirsizlik analizlerinin belirlenmesidir. Yerçekimi analizleri, gösterge sonuçlarına katkıda bulunmakta, hassaslık analizi, YDEA sonuçları kaynaklı değişiklikler için gösterge sonuçları veya farklı tip etkenlerin değişimin ölçmek için, belirsizlik analizi ise, envanter analizi verileri ve/veya nitelendirme etkenlerindeki belirsizliklerin gösterge sonuçlarına nasıl etkilediğini belirtmektedir (Özdemir, 2012).

ISO 14040'a göre çevresel etki kategorilerinin göstergeleri ve her bir kategori göstergesi de kategori uç noktalarına dönüştürülebilir. Kategori göstergeleri, etki sınıflarının sonuçlarını ifade etmektedir. Kategori uç noktaları ise, korunması gereken alanları belirtmektedir. Tablo 3.2'de etki kategorilerinin olası kategori göstergeleri ve uç noktaları belirtilmektedir. Tabloda ifade edilen etki kategorileri, oluşturulacak bir model kapsamında tanımlanabilir ve tanımlanan etki kategorisi hesaplanarak sınıf göstergelerine dönüştürülebilmektedir. (Gültekin, 2006).

Tablo 3.2'de ifade edilen etki kategorilerinin tanımlamaları aşağıda ifade edilmiştir (Çamur, 2010, SÜRATAM, 2018):

İklim değişikliği, küresel olarak yeryüzü ikliminin ısı, yağış, rüzgâr ve tüm diğer durumların uzun süreli değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin bir çeşidi olan küresel ısınma, fosil kaynakların yanması ve çeşitli

tarımsal ve endüstriyel uygulamalar sonucu sera gazlarının atmosfere salınımıyla dünya iklim sistemine etki ettiği değişikliklerdir. Sera gazı salınımları çoğunlukla yapı malzemelerinin üretiminde gereken fosil yakıt tüketiminden dolayı kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.2. Etki kategorilerinin olası kategori göstergeleri ve kategori uç noktası (Gültekin, 2006)

ETKİ KATEGORİSİ	**KATEGORİ GÖSTERGELERİ**	**KATEGORİ UÇ NOKTASI**
İklim Değişikliği	Küresel ısınma, çölleşme, çeşitli hastalıklar	İnsan sağlığı, mercan kayaları, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, sucul ve karasal canlılar
Ozon İncelmesi	Ozon tabakasının delinmesi, çeşitli hastalıklar	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, insan cildi, sucul ve karasal canlılar
Asidifikasyon	Asit yağmurları, çeşitli hastalıklar	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, sucul ve karasal canlılar
Besin Birikimi	Sulardaki oksijenin azalması	İnsan sağlığı, sucul canlılar
İnsan Zehirlenmesi	Zihinsel bozukluk, kanser, sarılık, siroz, astım, alerji, böbrek yetmezliği, kemik deformasyonu, kemik erimesi	İnsan sağlığı
Ekolojik Zehirlenme	Bitki ve hayvan türlerinin tükenimi	İnsan sağlığı, mercan kayaları, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, sucul ve karasal canlılar
Kaynak Tükenimi	Kuraklık, çölleşme, bitki ve hayvan türlerinin tükenimi	İnsan sağlığı, mercan kayaları, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, sucul ve karasal canlılar
Fotokimyasal Oksit Oluşumu	Sis, çeşitli hastalıklar, bitki türlerinin tükenimi	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri
Kirlilik (hava, su, toprak)	Bitki ve hayvan türlerinin tükenimi, çölleşme, çeşitli hastalıklar	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, tarım ürünleri, sucul ve karasal canlılar
Biyoçeşitliliğin Zarar Görmesi	Bitki ve hayvan türlerinin tükenimi	İnsan sağlığı, doğal bitki örtüsü, ormanlar, sucul ve karasal canlılar

Küresel Isınma Potansiyeli (Global Warming Potential - GWP), bu kategoride bulunan metan veya azot oksit gibi sera gazı emisyonlarının sera etkisine katkıda bulunmasından dolayı, iklim değişikliğinin çevresel etki kategorisi olarak da tanımlanmaktadır. Sera gazları için GWP, CO_2 eşdeğeri cinsinden ifade edilip, etkileri CO_2'in etkisine göre göreceli olarak tanımlanmaktadır. Sera gazı atmosferde farklı zaman periyotlarında kaldığından, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi için GWP'nin değeri 100 yıllık bir periyot olarak hesaplanmaktadır.

Ozon incelmesi, çeşitli ozon tabakası zararlı ışınlarının salınımıyla stratosferin zarar görmesi ve ozon deliklerinin meydana gelmesidir. Ozon incelmesi ve delinmeler sonucunda UV ışınları dünyaya ulaşarak insan sağlığına ve ekosisteme zarar vermektedir.

Ozon İncelme Potansiyeli (Ozone Depletion Potential - ODP), 'stratosferik ozon tabakasının indirgenme potansiyeli' anlamına gelmektedir ve bir çevresel etki kategorisi sınıfındandır. Ozon tabakasının bozulmasının başlıca sebebi sera gazlarının bir parçası olan fluoroklorohidrokarbonlar (CFC) grubudur. Bu tespitten sonra birçok alanda CFC kullanımı yasaklanarak son yıllarda ozon tabakası biraz stabilize olmuştur. Bu çevresel etki kategorisinin emisyonları, CFC11 eş değerleri şeklinde ifade edilmektedir.

Asidifikasyon, yüzey sularında ya da toprakta ilk olarak kükürt ve azot bileşenleri gibi asitleşen gazların suda çözülmesi veya katı parçalara tutunması ile asitlenme oluşmaktadır. Bu bileşenlerin birikmesi ile asit yağmuru olarak ekosisteme ulaşmaktadır. Asit yağmurunun öncelikli kaynakları ise fosil kaynakların yanmasıyla oluşan asit gazlarının havaya, suya ve toprağa salınımı ile kükürtdioksit (SO_2), azotoksit (NO), hidroklorik asit (HCl) ve hidrojenflorür (HF) yayılımları meydana gelmektedir.

Asidifikasyon Potansiyeli (Acidification Potential - AP), asitleştirici maddelerin toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu, organizmalar, ekosistemler ve malzemeler üzerinde sebep olduğu toksik etkiyi tanımlandıran çevresel etki kategorisidir. Bu çevresel etki kategorisinin emisyonları, SO_2 eş değerleri şeklinde ifade edilmektedir.

Besin birikimi (ötrofikasyon), azot ve fosfor gibi besin maddelerinin, bitki gelişiminde çok fazla uyarılması ile toprağa veya suya etkisidir. Ötrofikasyon, aşırı tarımsal gübreleme, kanalizasyon suyunun ve hava kirleticilerinin sonucudur. Bu etki kategorisi hem toprak hem de sular için geçerli olmaktadır. Ötrofikasyon esasen doğal bir süreçtir, fakat insan tarafından hızlandırılmaktadır ve bu durum düzenin başkalaşıp, ekolojik çeşitliliğin azalmasına neden olur.

Ötrofikasyon Potansiyeli (Eutrophication Potential - EP), fazla besin maddeleri anlamına gelen ötrofikasyon çevresel etki kategorisi kapsamındadır. PO_4^3 fosfat eşdeğerleri ile ifade edilmektedir.

İnsan zehirlenmesi, insanların toprağa, havaya ve suya salınan zehirli maddelerin etkisi altında kalmasıdır. Bunun sonucu olarak insanlarda kanser, alerjik reaksiyonlar, tahriş, genler üzerinde değişiklik gibi rahatsızlıklarla karşılaşılabilmektedir. Zehirlilik etkilerinin en aza indirilmesi için birtakım metotlar uygulanmakta ve birçoğunun geliştirilmesine devam edilmektedir.

Ekolojik zehirlenme, üretim süreçlerde fosil yakıt yanması ve zehirli tarım ilaçlarının çevreye doğrudan uygulanması ile çıkan yan ürünler gibi zehirli maddeler ekosisteme yayılabilmektedir. Zehirli maddelerin doğal ortamdaki bitki, hayvan ve diğer canlılar üzerindeki etkiler olarak tanımlanmaktadır. Bu kimyasal etkileri tanımlayan ve maruz kalınan zehirlilik etkilerini değerlendirecek birçok metot geliştirilmiştir.

Kaynak tükenimi, tüketim sonucu doğal kaynaklarının azalması olarak tanımlanabilir.

Kaynak Tüketim Oluşumu Potansiyeli-Fosil Olmayan Kaynaklardan (Abiotic Depletion Potential for Non-Fossil Resources - ADPE), ‘abiyotik kaynakların ve malzeme azlığı için potansiyel’ anlamına gelmekte ve Sb eşdeğerleri ile ifade edilmektedir.

Kaynak Tüketimi Oluşumu Potansiyeli Fosil Kaynaklardan (Abiotic Depletion Potential for Fossil Resources - ADPF), kaynak tüketimi oluşumu potansiyeli kategorisi için hammaddelerin kıtlığını tanımlayan iki parametreden biridir. Bu

malzemelerin birimi Mj ile ısıl değerinin fiziksel özelliği, ADPF çevre kategorisinin eşdeğeri olarak kullanılmaktadır.

Fotokimyasal oksit oluşumu, uçucu organik bileşenler ve nitrojen oksitlerin aydınlıkta salınımı ile yeryüzünde sis meydana gelmektedir. Fotokimyasal oksit oluşumunun biyolojik etkisi reaktif ozon bileşiklerine biyokimyasal etki şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu ozon bileşiklerinin bitkiler üzerindeki etkisi, yüzeylerinde bozulma, yapraklarında renk değişikliği ve kuruma şeklinde ortaya çıkmaktadır. İnsanlarda ise, gözlerde tahriş, solunum problemleri ve solunum sistemlerinde kronik hastalıklar gibi etkilere sebep olmaktadır.

Fotokimyasal Oksidasyon Oluşma Potansiyeli (Formation Potantial of Tropospheric Ozene Photochemical Oxidants - POCP), çevresel etki kategorisindendir. Ozonun troposferde oluşması ile zararlı hale gelmekte ve bitki örtüsüne, malzemeye zarar verebilmektedir. Ayrıca insanlar üzerinde toksik etkiye sahiptir. Troposferik ozon oluşumu potansiyeline referans madde olan eten (C_2H_4) bu kategoride kullanılan eşdeğer birimi olarak ifade edilmektedir.

Kirlilik, zararlı maddelerin havaya, suya ve toprağa salınımlarıdır.

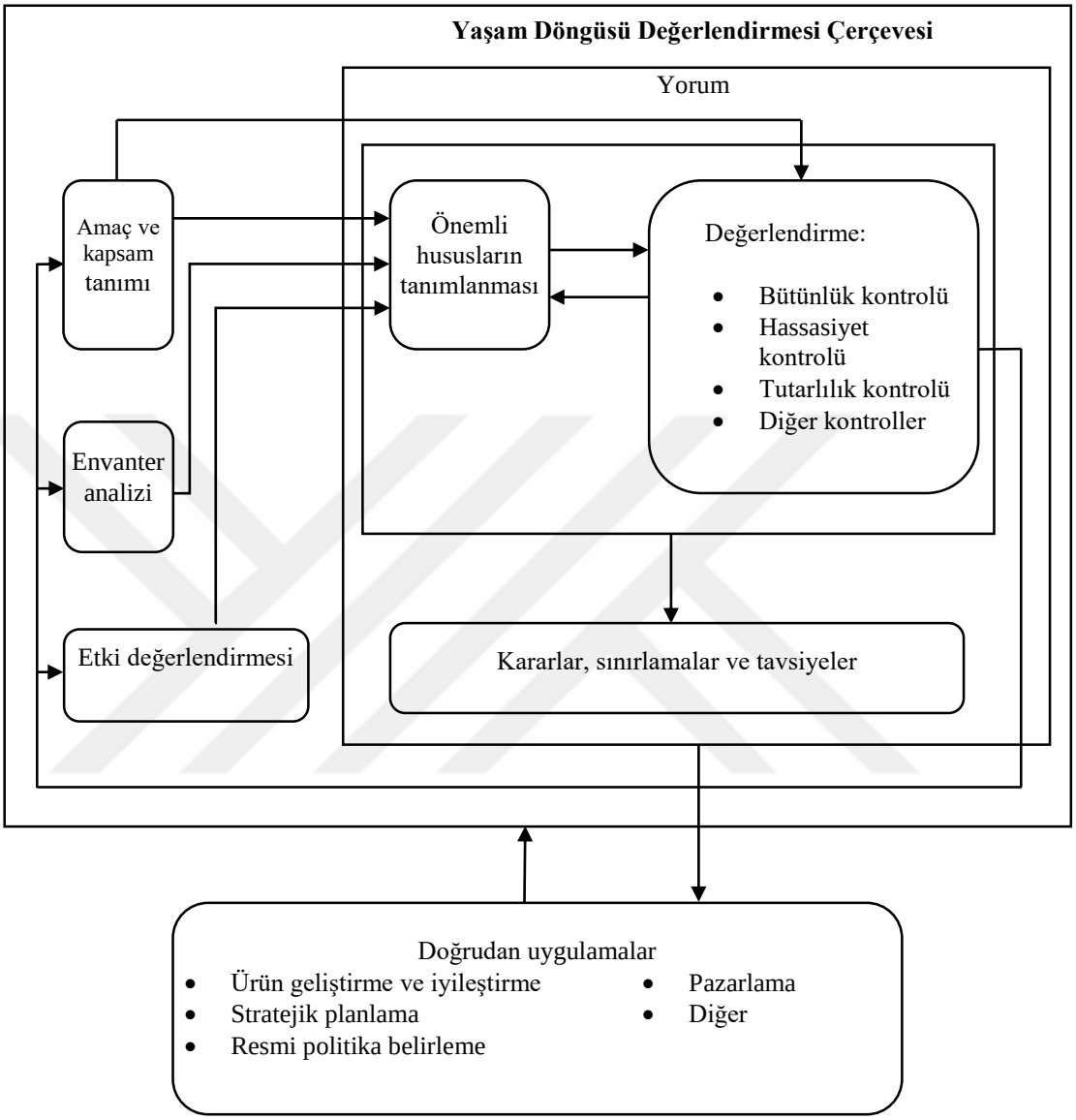
Biyoçeşitliliğin zarar görmesi, doğal ekosistemlerin, küresel iklim değişikliği, ormanların ve doğal ortamların tahribatı ile hava, su ve toprak kirliliği gibi etkenlerle bozulmasıdır.

3.3.4. Yaşam döngüsü yorumu

Yaşam döngüsü yorumu (YDY), envanter analizinden ve etki değerlendirmesinden elde edilen verilerin, çalışmanın amaç ve kapsamına uygun olarak değerlendirildiği aşamadır. Yorumlama aşaması ile sonuçlara ulaşabilmek, sınırlamaları açıklamak, önerilerde bulunabilmek ve kararları alabilmek için, sonuçların özetlenmesi ve çevresel etkilerin niceliksel olarak değerlendirilmesidir.

Yorumlama ile elde edilen bulgular, çalışmanın amaç ve kapsamına uyumlu olarak karar vericilere kararlar ve öneriler şeklinde sunulmaktadır. Yaşam döngüsü yorumu ile YDD çalışmasının sonuçlarının, kolay anlaşılabilir, tam ve tutarlı bir şekilde olmasını amaçlanmaktadır. Bu aşamada gerektiği zamanlarda verilerin yapısının ve

kalitesinin gözden geçirilerek, tekrarlı bir süreç olabilir. Yorum aşamasına ait bulgular, değerlendirme ögelerinin sonuçlarını yansıtmalıdır (ISO 14040, 2006).



Şekil 3.7. Yaşam döngüsü yorum aşamasının YDD'nin diğer aşamaları arasındaki ilişkileri (ISO, 14044, 2006)

3.4. Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Evreleri ve Yapı Sektöründe YDD Yönteminin Kullanımı

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemi, ilk olarak kısa yaşam ömürlü endüstriyel ürünlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu yöntem 1990 yılından başlayarak yapı sektöründe kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar yapıların değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir yöntem

olmuştur. YDD yöntemi ile belirlen amaç ve kapsam doğrultusunda, etki değerlendirmesini ve veri kalitesini bir bütün olarak değerlendirilmesi, yapılarda kullanımını yaygın bir hale gelmesinde önemli bir rol almaktadır. Yapı sektöründe YDD yöntemi, genel olarak farklı malzeme ve bileşen alternatifleri arasında karşılaştırma yapılmasını sağlamakta ve iyileştirme yöntemlerini sunmaktadır (Ortiz v.d., 2009, Şenel, 2010).

YDD yönteminin yapılara uygulanması sırasında bazı sorunlar meydana gelebilmektedir. Bu sorunlar, yapı malzeme ve bileşenlerinin, diğer endüstriyel ürünlere göre daha uzun yaşam ömrüne sahip olması ve yapıların kullanım evresindeki çevresel etkilere bağlı bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. YDD yönteminin yapı sektöründe kullanımında ortaya çıkan bir takım sorunlar şunlardır (Gültekin, 2006, Ortiz v.d., 2009, Şenel, 2010):

- Yapı sektöründe, her yapı kendine özgü niteliklere sahip olduğundan, belli bir standartlaşma yapmak zor olmaktadır,
- Yapıların işlevleri, yapım tekniği veya verdiği hizmetle tanımlanması, ISO'ya göre kesin bir tanımlama yapılmasını zorlaştırmaktadır,
- Yapı ürünlerinin değerlendirilmesi için ISO'ya uygun bir işlevsel birim oluşturabilmek her zaman mümkün olmamaktadır,
- Yapılar uzun yaşam ömrüne sahip olmasından dolayı en fazla kullanım evresinde çevre etkilerini oluşturmaktadır,
- Yapı ürünlerinin uzun yaşam ömrüne sahip olmasından dolayı geri dönüşüm ve yeniden kullanım potansiyelinin, yaşam sonu kurguları üzerinde etkileri bulunmaktadır,
- Aynı yapı sisteminde kullanılan ve aynı işlevlere sahip, farklı yapı ürünlerinin hizmet ömürleri de birbirinden farklı olmaktadır (kullanılan iki farklı ısı yalıtım malzemesinin hizmet ömürlerinin farklı olması bu duruma örnek verilebilir),
- Aynı yapı sisteminde kullanılan ve farklı işlevlere sahip, aynı yapı ürünlerinin hizmet ömürleri de birbirinden farklı olmaktadır (ahşabın yer döşemesi olarak kullanılması ile taşıyıcı sistem elemanı olarak kullanılması durumlarında hizmet ömürlerinin farklı olması bu duruma örnek verilebilir),

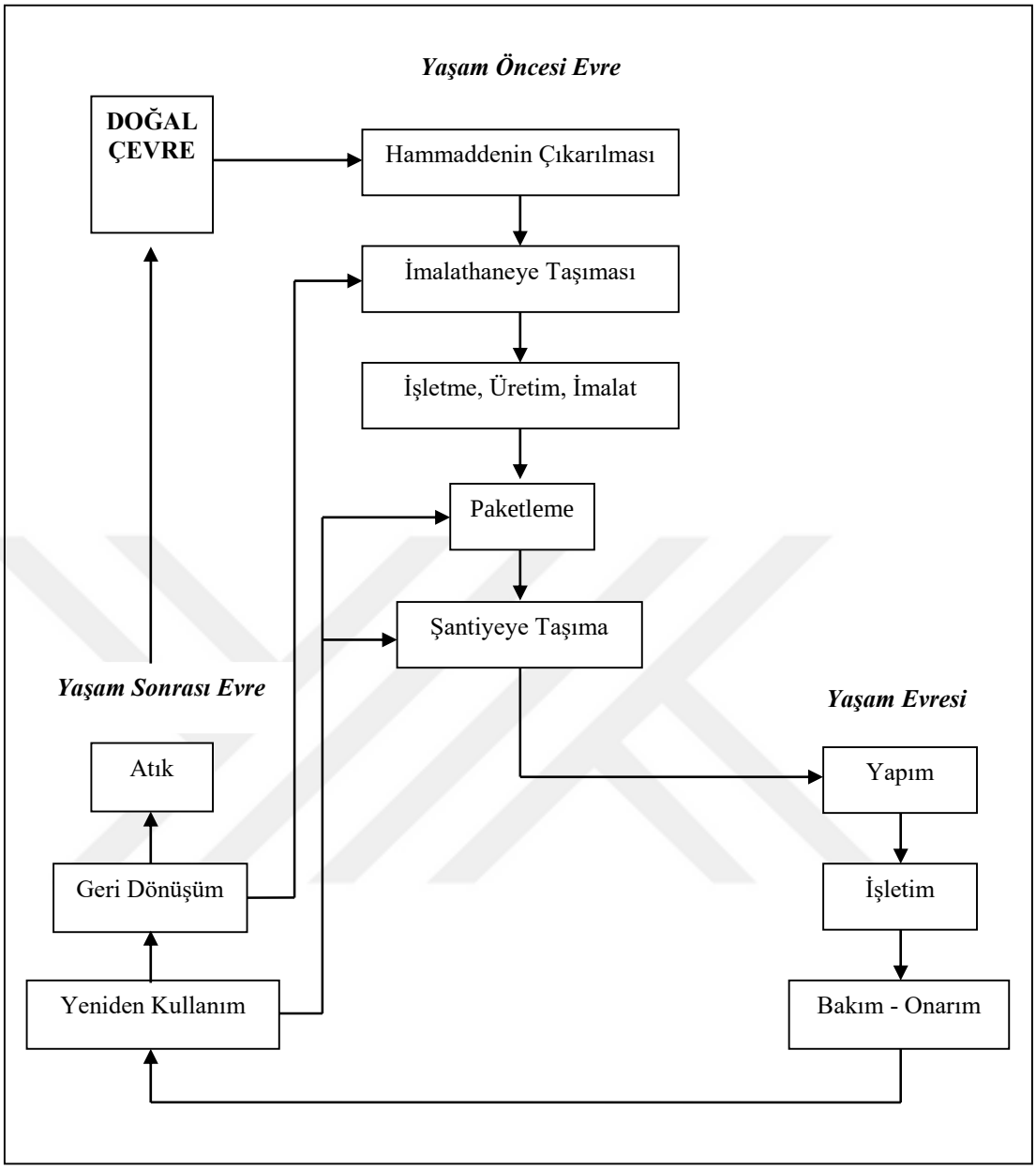
- Enerji ve bakım-onarım işlerinin yapılabilmesi için, hizmet ömrü bakımından karşılaştırıldığında, yapıların diğer tüketim ürünlerine oranla daha uzun hizmet ömrüne sahip olduğu görülmektedir.

Yapı sektöründe YDD yönteminin uygulanmasını zorlaştıran durumlar ifade edilmiştir. Yöntemin yapı sektöründe uygulanabilirliğini daha anlaşılır bir duruma getirmek için yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerinin ve bu evreler kapsamındaki sistem düzeylerinin belirlenmesi faydalı olabilir. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçleri, hammaddenin çıkarılmasından başlayıp, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması, yapının inşa edilmesi, kullanımı, gerektiği zamanlarda bakım-onarımı, ömrünün tamamladığında bertaraf edilmesi, geri dönüştürülmesi veya bir takım işlemlerden geçirilerek yeniden kullanımının sağlanması evrelerinden oluşmaktadır. Ürünler yaşam döngüsü boyunca çeşitli evrelerinde oluşabilecek çevresel etkilerin değerlendirilmesine, 'yapı ürünlerinin yaşam döngüsü değerlendirilmesi' şeklinde tanımlanmaktadır (Gültekin, 2006). Bu bağlamda ilk olarak, yapının yaşam döngüsü evreleri; yapım öncesi, yapım ve yapım sonrası olarak ele alınmaktadır. Bir yapının çevreye olan etkisini azaltacak yaşam döngüsü süreci Şekil 3.8'de şematik olarak gösterilmektedir. Bu üç evrenin içeriği aşağıda açıklanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998, Çelebi v.d., 2008):

Yapım öncesi evre: arsa seçimi, yapı tasarımı ve yapı ürünlerinin elde edilme yöntemi (hammaddenin çıkarılması, işlenmesi, imalatı ve taşınması) gibi süreçleri kapsamaktadır. Yapı ürünlerinin yapım yöntemleri çevreyi doğrudan etkilemektedir.

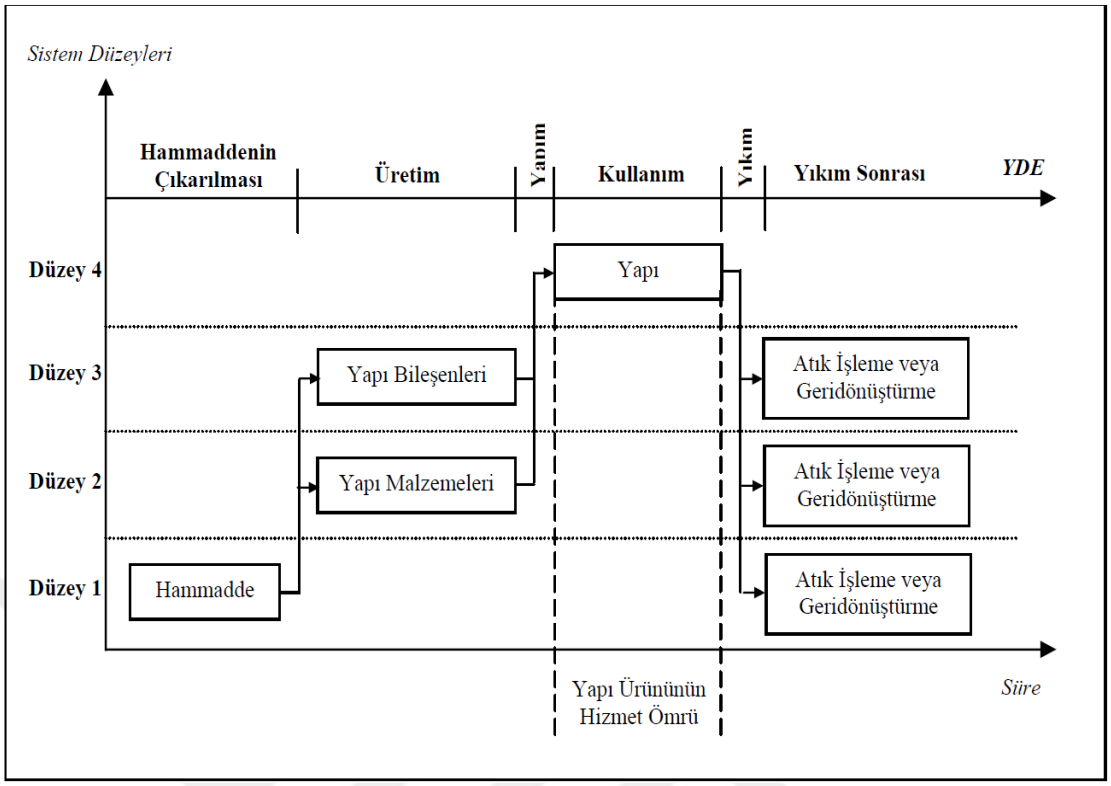
Yapım evresi: yapının fiziksel olarak inşa edilip, işletilmesi ve gerektiği zamanlarda bakım-onarımının yapılması sürecini kapsamaktadır. Sürdürülebilir çalışmalar için, kaynak tüketimi, kaynakların çevresel etkilerini azaltma yolları, binanın kullanıcı sağlığı üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve konfor kriterlerinin değerlendirilmesi bu evrede belirlenip gerçekleştirilmelidir.

Yapım sonrası evre: yapının hizmet ömrü sona erince başlayan evredir. Bu evrede atık yapı malzemeleri veya elemanları diğer yapılar için kaynak olabildiği gibi doğada çözünebilecek bir madde de olabilmektedir. Sürdürülebilirlik kapsamında yapının ve yapı malzemelerinin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı ile inşaat atıklarının en aza indirebilmek için çalışmalar bu evrede araştırılmalıdır.



Şekil 3.8. Sürdürülebilir yapının yaşam döngüsü (Kim ve Rigdon, 1998, Çelebi v.d., 2008)

YDD yöntemi ile yapı ürününün çevresel etkilerini belirlenirken, ürünün yaşam döngüsünü belirli sistem düzeyleri ile incelemek kullanışlılık açısından faydalı olabilir. Şekil 3.9'da bir yapı ürünün yaşam döngüsünde, 4 sistem düzeyine yerleşen 6 evresi şematik olarak gösterilmektedir. Yaşam döngüsü evreleri (YDE), yapı ürünlerinin yaşam döngüsündeki kronolojik sıralamasından meydana gelmektedir. Bunlar, hammaddenin çıkarılması, üretim, yapım, kullanım, yıkım ve yıkım sonrası evrelerinden oluşmaktadır. Sistem düzeyleri, yapı ürünlerinin yapıya katıldığı düzeyleri ifade etmektedir (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006).



Şekil 3.9. Yapı ürününün yaşam döngüsü evreleri ve sistem düzeyleri arasındaki ilişki (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006)

Hammaddenin çıkarılması evresi: bir yapı ürününün kaynağından hammadde olarak çıkarılması ile başlayan işlenme noktası taşınmasıyla sona eren evredir. Yapı ürünleri sistem düzeyi 1 içerisinde olup hammadde durumundadır (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). Hammaddelerin elde edilmesi ve işlenmesi sırasında tüketilen enerji, doğal kaynaklar, su ve üretilen atıklar dışında taşınma için harcanan enerjiler bu süreç içerisinde yer almaktadır (Kaya, 2010). Hammaddenin elde edilmesi, işlenme süreci ve elde edilen yerden üretim yerine taşınması çevresel etkilere sebep olmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998). Hammaddenin elde edilme sürecinde, yapı ürünlerinin yaşam döngüsünde en çok çevresel etkiye sebep olabilecek evre olmaktadır. Bu nedenle bu evrede çevresel etkilerin en aza indirilmesi ile yapı ürünlerinin yaşam döngüsü sürecinde bu etkilerin azalmasına katkıda bulunacaktır (Yüksek ve Mıhlayanlar, 2015).

Üretim evresi: hammaddenin elde edilmesi ile fabrikaya ulaştırılması ile başlayıp; işlenmesi, paketlenmesi ve inşaat alanına taşınmasıyla sona eren evredir. Ürünlerinin çeşidine göre sistem düzeyi değişmektedir. Yapı malzemesi olarak üretimi yapılanlar sistem düzeyi 2, yapı bileşeni olarak üretilenler sistem düzeyi 3 kapsamına

girmektedir (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). Bu evrede değerlendirilen konular şunlardır (Kaya, 2010):

- Üretimde hangi tür enerjinin kullanıldığı ve toplam ne kadar enerji tüketildiği,
- Üretimde kullanılan enerjinin kaynağı,
- Üretim sırasında ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atık miktarları,
- Üretimde kullanılan su miktarı,
- Birim miktarda üretim için gerekli olan hammaddelerin ve ara ürünlerin miktarları,
- Üretim tesisinin suyu kullanış biçimi (suyun geri dönüşümü sağlanıyor mu, yeniden mi kullanılıyor),
- Doğal kaynak tüketim miktarı,
- Üretim sürecinde ortaya çıkan emisyonlar varsa miktarı,
- Ürün ya da malzeme için yapılan paketlemelerin türü,
- Nakliyede kullanılan enerji türü, taşıma mesafesi ve nakliye türü,
- Üretim sırasında ortaya çıkan atıkların, yeniden kullanım ya da geri dönüşümü gibi konular değerlendirilmektedir.

Yapım evresi: yapı ürünlerinin inşaat sahasına getirilmesi ile başlayan ve yapının tamamlanması ile sona eren evredir. Yapı ürünleri, bu evrede sistem düzeyi 4'e ulaşarak işlev kazanmaktadır (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). Bu evrede değerlendirilen konular şu şekildedir (Kaya, 2010):

- Yapı üreticisinden şantiye sahasına taşıma mesafesi ve nakliye türü,
- Yapı malzemesinin montajı sırasında gerekli araç-gereçler ve bunların enerji tüketim miktarı,
- Ürünün uygulama sırasında çalışan için zararlı olup olmadığı,
- Uygulama sırasında ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atık miktarı belirlenmektedir.

Kullanım evresi: yapı ürünleri bir işleve hizmet etmeye başladığı evredir. Ürünlerin kullanım aşamasında, gerektiği zamanlarda bakım-onarımı metotlarına ve aralıklarına göre çevresel etkileri farklılık göstermektedir. Bu evrede ürünler sistem 4'de yer almaktadır (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). Bu evrede değerlendirilen konular şu şekildedir (Kaya, 2010):

- Kullanım süresince malzemenin iç hava kalitesine etkisi,
- Yapının enerji performansına etkisi,
- Kullanım sırasında ortaya çıkan katı, sıvı ve gaz atık miktarı,
- Malzeme için gereken bakım ihtiyacı,
- Malzemenin dayanım süresi, gibi konular değerlendirilmektedir.

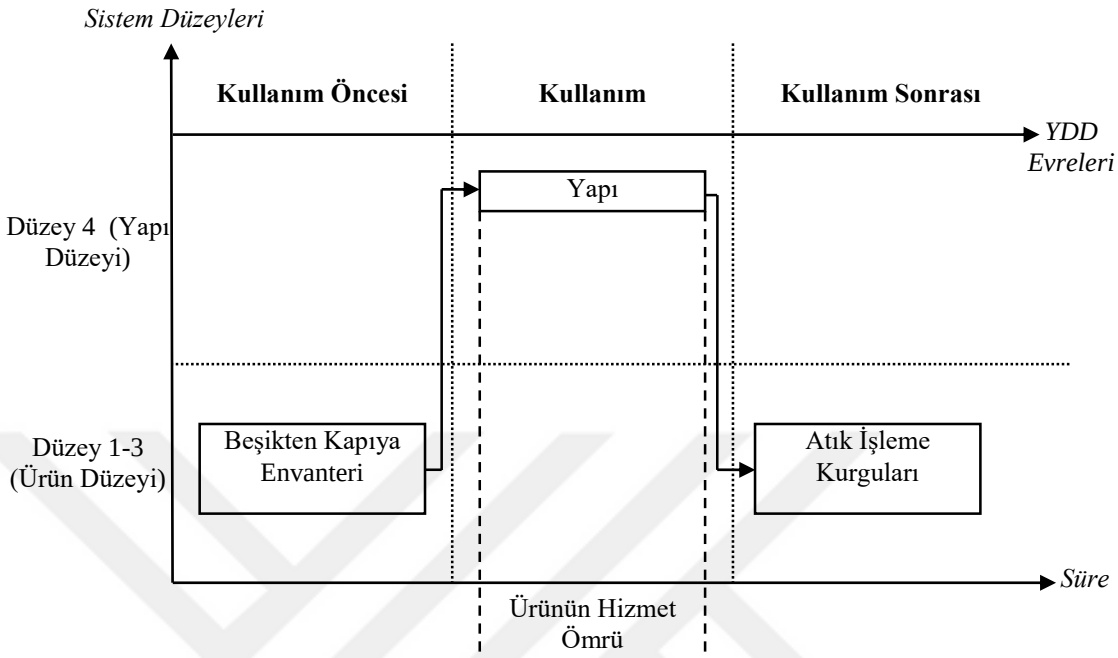
Yıkım evresi: yapının hizmet ömrünün sona erip yıkımın gerçekleştiği evredir. Yapının yıkımı ile yapı ürünlerinin işlevleri sona ermektedir (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006).

Yıkım sonrası evre: yapı ürünlerinin işlevlerinin sona erip atıldığı evredir. Yapıdan geriye kalan malzeme veya bileşen bazındaki yapı ürünleri, geri dönüştürülerek, yeniden kullanılarak veya farklı yöntemlerle atılabilmektedir. Yapı ürünleri yeni bir işlev için kullanım alanına göre sistem düzeyi 1, 2 veya 3 kapsamında olabilmektedir (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). Bu evrede değerlendirilen konular şu şekildedir (Kaya, 2010):

- Tekrar kullanım ve geri dönüşüm imkânları,
- Tekrar kullanım ve geri dönüşümün uygulanabilirliğinin oranları,
- Yok etme metotları,
- Tehlikeli madde içeren bazı yapı ürünlerinin yok etmek için özel işlemlerin geliştirilmiş olması,
- Bu işlemler için kullanılacak taşıma mesafeleri belirlenmektedir.

Yapı sektöründe YDD yöntemi ile yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerinde neden olduğu çevresel etkilerin değerlendirilmesi için yapı ürünlerinin işlevlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kullanım evresinden önceki süreçlerde yapı ürünleri bir işleve sahip değildir. Bu durumda, yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde sistem düzeyleri ikiye indirilmesi ile yöntemin uygulanmasında kolaylık sağlanabilmektedir. Şekil 3.9'da ifade edilen sistem düzeyi 1, 2 ve 3 ürün düzeyi olarak ifade edilmekte ve bir işleve hizmet etmemektedir. Sistem düzeyi 4 ise yapı düzeyi olarak tanımlanmakta ve ürün diğer ürünlerle birlikte bir işleve hizmet etmektedir (Paulsen, 2001, Gültekin, 2006). YDD yönteminin yapılarda

uygulanmasında kolaylık sağlamak için sadeleştirilen YDD evreleri ve sistem düzeyleri şematik olarak Şekil 3.10'da ifade edilmektedir (Şenel, 2010).



Şekil 3.10. YDD yönteminin yapılarda kullanılabilirliği için sadeleştirilmiş YDD evreleri ve sistem düzeyleri arasındaki ilişki (Şenel, 2010)

YDD yöntemi ile yapı ve yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerindeki çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılmış örnek çalışmalar incelenmiştir. Yapıların YDD yöntemi ile değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalardan biri, Adalberth v.d. (2001) tarafından, yaşam döngüsünde hangi evrenin çevresel etkisinin en fazla olduğunu ve yapı inşasındaki seçimlerin çevresel etkide farklılıklara sebep olup olmadığını tespit etmek için bir çalışma yapılmıştır. İsveç'te dört farklı yapım özelliklerine sahip konutun YDD yöntemine göre analizleri yapılmıştır. YDD çalışmasında işlevsel birim kullanılabilir zemin kat m^2'si olarak belirlenmiştir. Elektrik kullanım alternatifleri, yapı malzemesi verileri ve enerji kullanımları YDD çalışması için belirlenen kriterler olmuştur. Çalışmalar sonucunda elektrik kullanım alternatifinin en fazla çevresel etkiye sebep olduğu belirlenmiştir. Yapının yaşam döngüsü evrelerindeki çevresel etkisini belirlemek için ise, yapının yaşam ömrü 50 yıl olduğu varsayılarak, kullanım evresinde en fazla çevresel etkiye sebep olduğu tespit edilmiştir. Yapıları yaşam döngüsündeki toplam enerji tüketiminin %85'inin kullanım ve %15'inin üretim evresinde oluştuğu belirtilmiştir (Ortiz v.d., 2009, Şenel, 2010).

Yapıların YDD yöntemi ile değerlendirilmesine yönelik çalışmalardan bir diğeri, Scheuer v.d. (2003), Michigan Üniversitesi kampüsünde yer alan yeni üniversitesi binası için YDD yöntemi uygulanmıştır. Yapı 7300 m^2'lik, 6 katlı, 75 yıl hizmet ömrü olacak şekilde tasarlanmıştır. Çalışma da enerji tüketimi ve çevresel etkilerin en fazla işletme evresinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Ortiz v.d., 2009).

Türkiye'de ise Bozkurt (2007) tarafından, İzmir'de yirmi adet konut için YDD yöntemi ile enerji tüketimini, katı atık oluşumunu, su ve hava kirlilik göstergelerini, küresel ısınma potansiyelini ve doğal kaynak kullanımını değerlendirip, karşılaştırmalı analizi yapılmıştır (Bozkurt, 2007).

İncelenen örnek çalışmalar sonucunda, YDD yöntemi ile ürünlerin çevresel performans kriterlerine göre değerlendirilmesinin ve karşılaştırılmasının sağlandığı fakat yöntemin yapı sektöründe uygulanabilirliği için yapıların kullanım evresindeki çevresel etkilerinin tespit edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Ortiz v.d, 2009). Sonuç olarak yapı ürünleri yaşam döngüsü evreleri boyunca farklı çevresel etkileri gösterebilmektedir. Bu bağlamda bina yapımı için bir ürün seçimi sırasında tüm yaşam döngüsü sürecindeki çevresel etkileri incelenerek değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda yapı ürünlerinin çevresel etkilerini değerlendirilmesinde YDD yönteminin uygulanmasının önemi ön plana çıkmaktadır.

3.4.1. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerinde çevresel etkilerinin değerlendirilmesi

Yapı ürünleri yaşam döngüleri süresince farklı evrelerinde çevresel etkilere sebep olmaktadır. Bu yüzden yapım için seçilecek ürünün yaşam döngüsünün değerlendirilmesi önemli bir etken olmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evrelerinde olası çevresel etkilerini ve bu etkilerin en aza indirilebilmesi için yapılabilecek çalışmalar irdelenmiştir. Ürünlerin yaşam döngüsü evrelerine göre değerlendirilen kriterler aşağıda belirtilmiştir (Yüksek ve Mıhlayanlar, 2015).

Hammaddenin çıkarılması evresi: küresel bazda yapı sektöründe tüketimin %24'ü hammadde temininde gerçekleşmektedir. Hammaddenin çıkarılması, işlenmesi, taşınması ve yapıya montajı sırasındaki su ve enerji tüketim miktarı önemli bir paya

sahip olmaktadır. Bu nedenle bu evrede çevresel etkilerin en aza indirilmesi ile yapı ürünlerinin yaşam döngüsü sürecinde bu etkilerin azalmasına katkı sağlayacaktır. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Hızlı bir şekilde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen malzemelerin kullanılması,
- Ambalajsız, az miktarda veya ekolojik ambalaj ile malzemelerin kullanılması,
- Geri kazanılabilir malzemelerin kullanılması,
- Geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılmış yapı ürünlerinin kullanılması,
- Geri kazanılmış malzemelerin ve bileşenlerin yeniden kullanılmasıdır.

Üretim evresi: hammadde elde ediniminden sonra önemli derecede çevresel etkiye sebep olan evredir. Yapı malzemelerinin genelinde üretim sırasında, enerji, su ve çeşitli kaynaklarını tüketmekte ve çıkan katı, sıvı ve gaz atıkları ile çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Üretim süresince yenilenebilir enerji kaynakların kullanılması,
- Enerji etkin malzeme seçilmesi,
- Düşük yoğunluklu endüstriyel işlemlerle üretilmesi,
- Üretimi ve kullanımı sırasında su tüketimini azaltacak malzemelerin kullanılması veya suyun geri dönüşümünün sağlanarak kullanılması,
- Üretim aşamasında enerji kullanımını azaltmak için farklı hammadde kullanımı denemelerinin yapılmasıdır.

Taşıma evresi: hammaddenin üretim yerine taşınması ve işlenen ürünün şantiye sahasına taşınması olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Uzun mesafe ile taşıma sağlandığı zaman enerji tüketimi ve buna bağlı çevre kirlilikleri meydana gelmektedir. Mesafe kısa dahi olsa ağır yapı malzemeleri yüksek miktarda enerji tüketimine sebep olduğu için taşıma evresinin çevresel etkilerini arttırmaktadır. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Üretim tesislerinin hammadde kaynağına yakın olması,

- Yerel malzeme kullanılması,
- Nakliye süresince yakıt/enerji tüketimini azaltacak çalışmaların yapılmasıdır.

Yapım evresi: yapının yapım teknolojisine bağlı olarak çevresel etkileri farklılık gösterebilmektedir. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Yapım süresince ortaya çıkan atıkların ayrıştırılıp yeniden kullanılması,
- Yapım sırasında ortaya çıkan hafriyat toprağını, peyzaj uygulamaları gibi alanlarda değerlendirilmesi için depolanması,
- Geri dönüşüme ve yeniden kullanıma uygun malzemelerin seçilmesi,
- Malzemelerin mümkün olduğu kadar standart ölçülerde seçimi ile yapım aşamasında atık üretiminin azaltılmasıdır.

Kullanım ve bakım-onarım evresi: yapı malzemelerinin yaşam döngüsünde kullanım süreci uzun döneme sahiptir. Bu evrede malzemeler iç ve dış hava kalitesini etkilemektedir. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Daha az bakım-onarım gerektiren malzemelerin tercih edilmesi,
- Dayanıklı yapı malzemelerinin kullanılmasıdır.

Yıkım, geri dönüşüm, yeniden kullanım veya yok etme evresi: malzemelerin kullanımından sonra yeniden kazanılması çevresel etkileri ve ekonomik maliyetleri azaltmaktadır. Bu evrede çevresel etkilerin azaltılmasını sağlayacak birtakım kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- Kolay geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi,
- Doğada kolay çözülebilen malzemelerin tercih edilmesi,
- Yaşam döngüsü süresince az atık üreten malzemelerin kullanılması ile çevresel etkilerin azaltılması sağlanmaktadır.

Yapı malzemesinin yaşam döngüsü süreçlerinde, enerji ve su kullanımında verimliliğin sağlanması, çevreye verilen zararlı salınım ve atıkların giderilmesi ve geri dönüşüm, yeniden kullanımının sağlanması için YDD yöntemi kullanılarak yapı

malzemelerinin çevresel etkileri değerlendirilmelidir. Böylece yapı sektöründe insan ve çevre sağlığını koruyan, sürdürülebilir üretimin oluşmasını hedefleyen yapı ürünlerinin oluşturulması sağlanmaktadır.

3.5. Yaşam Döngüsü Maliyeti Yöntemi ve YDD İçin Önemi

Yapının maliyeti, projenin tasarım, planlama, yapım, kullanım ve faydalı ömrün sona ermesine kadar ki süreçte oluşan tüm maliyetlerin toplamıdır. Yapıların maliyeti için önerilen projelerden daha ekonomik olanın seçilebilmesi için ekonomik performans değerlendirilmesi için yaygın kullanılan yöntemlerden biri olan yaşam döngüsü maliyeti (YDM) yöntemidir. Bu yöntem ile yapıların yaşam döngüsü boyunca ürünlerin ve projenin alternatiflerinin ekonomik performansını değerlendirip, en uygun seçimin yapılabilmesini ve proje aşamasında alınan kararlar ile uzun dönem maliyet performansının sağlanmasını hedeflemektedir (Şenel, 2010).

İnşaat sektörünün çevre üzerindeki etkisini en aza indirgemek için farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Yaşam döngüsü maliyet yönetimi, bu etkiyi azaltabilen önemli bir yaklaşımdır. Bu yöntem ile ürünün üretim, nakliye, kurulum, kullanma ve elden çıkma aşamalarında, malzeme ve enerji akışlarının giriş ve çıkışının nicel analizleri yapılabilmektedir (Kömürlü ve Arditi, 2017).

YDM yönteminin kullanılması ile projenin ilk yatırım maliyetine göre daha ekonomik olup olmayacağı karşılaştırılıp ve hangi koşullarda en ekonomik olanı sağlayabileceği belirlenebilmektedir. Yatırım opsiyonları arasından birini seçmek gerektiğinde, minimum YDM'ye sahip alternatif en uygun olarak kabul edilmektedir. YDM'nin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Tatlı, 2006):

$$YDM = M_Y+M_{BO}+M_İ+M_{YE}+M_E-M_H \quad (3.1)$$

YDM'nin hesaplanması formüle göre; ilk yatırım maliyeti (M_Y), bakım-onarım maliyeti (M_{BO}), işletme maliyeti ($M_İ$), yenileme maliyeti (M_{YE}) ve enerji maliyeti (M_E) toplamlarından, hurda maliyetinin (M_H) çıkarılması ile oluşturulmaktadır. Yaşam dönemi maliyeti bileşenleri aşağıda açıklanmıştır.

İlk yatırım maliyeti: yaşam döngüsü maliyet analizinin ilk adımını oluşturmaktadır. Yapının ihtiyaç programının hazırlanması ile başlayan ve inşasının gerçekleşmesi ile

sona eren süreçteki tüm çalışmaların toplam maliyeti ilk yatırım maliyeti olarak tanımlanmaktadır. Bu evredeki yapılan çalışmalar, fizibilite etütleri, arsa maliyeti, tasarım çalışmalarının maliyeti, yapının inşasının maliyeti şeklinde sınıflandırılabilmektedir. İlk yatırım maliyeti hesaplamaları, yapı bileşenlerinin m^2 ve m^3 cinsinden analizleri yapılarak toplam metraj elde edilip ve bu hesaba göre belirlenmiş toplam malzeme miktarlarının maliyetleri ile çarpılarak sonuç elde edilmektedir.

Bakım - onarım ve yenileme maliyetleri: yapının kullanım evresinde bazı yapı bileşenlerin gerektiği zaman bakım-onarımının yapılması veya yenilenmesi, ayrıca yapının fonksiyonunda bir değişiklik yapılmasına karşılık yenilenmesi gibi durumları düşünerek, bu iş kalemlerine ait maliyetlerin hesaplanmasıdır.

Yapının işletme maliyeti: yapıdaki ısıtma-soğutma-havalandırma sistemleri, elektrik sistemleri, temiz-pis su sistemleri, peyzaj alanı düzenlemesi gibi hizmetlerin maliyetleri, servis gereçlerinin işletim maliyetleri, yönetim maliyetlerinin ve vergilerin toplamı yapının toplam işletme maliyetini oluşturmaktadır.

Enerji maliyeti: ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin kullanımı yapılardaki başlıca enerji maliyetlerini oluşturmaktadır. Bu sistemlerin enerji kullanım miktarına göre toplam enerji maliyeti hesaplanmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının en önemli unsurlarından biri olan enerji kullanımında verimliliğin sağlanmasını nicelik olarak verilerle ifade edilmesini sağlayan en önemli unsur enerji maliyeti hesaplamalarıdır.

Hurda maliyeti: yapının faydalı ömrünün sona ermesi ile elden çıkarmanın gerçekleşip sonundaki net maliyetidir.

Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDMA): yapı sistemleri ve bileşenleri, yapının yaşam döngüsü süresince sahip olduğu yatırım, bakım-onarım ve enerji maliyetleri üzerindeki etkisi olmaktadır. Bu bağlamda YDMA, yapı sistemleri için alternatif tasarımların planlanmasında kullanılan ekonomik değerlendirme yöntemidir. YDMA, yapının tasarım aşamasının herhangi bir kısmında veya mevcut bir yapının değerlendirilmesinde kullanılabilmektedir. Yöntemin birinci amacı seçeneklerinin karşılaştırılması, ikincisi ise ihtiyaçlarının değerlendirilmesi ile performans

kriterlerinin analiz edilmesidir. YDMA ile en uygun yatırımın sağlanması hedeflenmektedir (Tatlı, 2006). YDMA, yapı ürünlerinin tüm yaşam döngüsü aşamalarında maliyet performansını ölçen ve tasarım kararlarının farklı aşamalarındaki etkilerini nicel olarak ifade eden bir yöntemdir.

YDMA aşağıda belirtilen dokuz adımdan oluşmaktadır (Tatlı, 2006):

1. Adım: problemin tanımlanması,
2. Adım: sınırlamaların ve uygulanabilir alternatiflerin belirlenmesi,
3. Adım: genel kabullerin ve ölçütlerin belirlenmesi,
4. Adım: her bir alternatif için maliyetlerin ve sürelerin hesaplanması,
5.Adım: gelecekteki maliyet değerlerinin bugünkü değerlerine indirgenmesi,
6.Adım: her bir alternatif için YDM'lerin hesaplanması ve karşılaştırılması,
7. Adım: gerekli olan ek ölçümlerin yapılması,
8. Adım: girdi verilerindeki belirsizliklerin hesaba katılması,
9. Adım: en ekonomik YDM'ne sahip alternatifin belirlenmesi.

3.6. YDD Yöntemini Kapsayan Değerlendirmeler ve Sınıflandırılması

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemi kapsamında çevresel etkilerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere çeşitli yöntemler ve sistemler geliştirilmiştir. Yapı çevresel değerlendirme yöntemleri, yapı tasarımları ve inşa sahasındaki yapım aşamalarındaki sürdürülebilirlik kavramının önemini aktarmaktadır. Bu değerlendirme sistemlerinin amacı geniş ve doğrulanabilir kriter ve hedefler listesi kullanılarak tasarımcıların ve yapı kullanıcılarının yüksek çevresel standartlara ulaşabilmesi için yapının kapsamlı bir şekilde çevresel özelliklerinin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Ding, 2008). YDD yöntemi, yapı sektöründe tüm sistem düzeylerinde uygulanabilmekte ve iki temel yaklaşım ile kullanılmaktadır. Birinci yaklaşım, tüm yapıyı değerlendiren, ikinci yaklaşım ise yapı malzeme ve bileşenlerini değerlendiren sistem şeklinde YDD yöntemi uygulanmaktadır (Ortiz v.d., 2009). Yapıların, yapı malzeme ve bileşenlerinin çevresel etkilerin değerlendirilmesinde YDD yönteminin uygulanması için birçok yöntem, araç ve model şeklinde çalışmalar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemler literatürde YDD araçları, modelleri veya yöntemleri, çevresel etki değerlendirme araçları, yapı çevresel değerlendirme araçları olmak üzere farklı isimlerle tanımlanmaktadır. YDD

araçlarının veya modellerinin, yazılım ve kontrol listesi olmak üzere iki farklı çeşit şeklinde kullanımı ile yapı sektöründe yer alan çalışmaların çevreye olan zararlı etkilerine önlem alınması ile önemli rolü bulunmaktadır (Şenel, 2010). YDD yöntemine yönelik bu araçlar ve değerlendirme sistemleri, yazılım ve veritabanları ile güvenilir ve sistemli bir şekilde verilerin bir arada toplanmasını sağlamaktadırlar.

Tez kapsamında YDD yöntemi kullanılarak farklı uygulama şekillerine göre, yeşil bina sertifika sistemleri, yapı malzemelerini ve bileşenlerini değerlendiren araçlar ile çevre etiketi ve beyanları şeklinde olmak üzere üç başlık altında sınıflandırılarak incelenmiştir.

3.6.1. Yapıyı bir bütün olarak değerlendiren ve sertifikalandıran sistemler

YDD yöntemi kullanılarak geliştirilmiş ve tüm yapının yaşam döngüsü süreçlerindeki çevresel etkilerini, kriterler ve puanlama sistemine dayalı niteliksel bir şekilde kontrol listesi ile değerlendiren ve sonuç puanı ile yapının bulunduğu düzey grubuna göre yeşil bina sertifikasına sahip olduğu sistemlerdir. Yeşil bina sertifika sistemleri olarak da adlandırılan bu sistemler özellikle gelişmiş ülkeler tarafından oluşturulmuş ve kullanım oranı giderek artmaktadır. Bu sistemlerin, yaşam döngüsü yaklaşımı ile yapılarda ve yapım aşamalarında çevresel etkileri azaltmak için önemli bir katkısı bulunmaktadır. Sertifika sistemleri ile tasarımcılar çalışmalarını sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde sistemli bir şekilde oluşturabilmekte, üreticiler ürünlerini ve üretim süreçlerinin bu doğrultuda iyileştirebilmekte, kullanıcılar ürün hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve yatırımcıların bilinçlenerek çalışmalarını bu kapsamda yürütebilmektedir bu açılardan sertifika sistemleri önemli bir değerlendirme sistemleridir (Şenel, 2010). Sertifika sistemlerinin mimarlar, inşaat mühendisleri ve yapı sektörü ile ilgili tüm uzmanlar tarafından uygulanması sırasında kontrol listesi ve kriterleri ile kolay uygulanabilir ve sonuçların kolay anlaşılabilir olması kullanışlılık açısından avantaj sağlamaktadır. Yeşil bina sertifika sistemlerinde yer alan başlıca değerlendirme kriterleri; saha yönetimi, arazi seçimi ve ekolojik değerler, yapıya ulaşım, su ve enerji tüketimi, kaynak kullanımı, yapının iç hava kalitesi, çevre sağlığı, atık yönetimi, tasarım ve yenilikçilik gibi unsurlardan oluşmakta ve bu kriterler modellerde farklılık gösterebilmektedir.

Dünya genelinde farklı ülkeler tarafından geliştirilmiş ve kullanılmakta olan birçok değerlendirme sistemlerinden önde gelenleri, BREEAM, LEED, CASBEE, GreenStar, DGNB, SBTool sistemleri hakkında genel bilgiler daha önce Tablo 2.1'de belirtilmiştir. Tez kapsamında dünya genelinde ve ülkemizde yaygın olarak bilenen ve kullanılmakta olan LEED ve BREEAM sertifika sistemleri, ayrıca YDD yaklaşımının yoğun bir şekilde kullanıldığı DGNB sertifika sistemi ayrıntılı olarak incelenecektir.

3.6.1.1. BREEAM

Yeşil bina sertifika sistemlerinden, ölçütlere dayalı sertifika sistemlerinin dünyada ilk örneği olan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method – Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu), 1990 yılında İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu (Building Research Establishment) tarafından geliştirilerek, kullanılmaya başlanmıştır. (Kömürlü, 2018). BREEAM'ın yapılar için amacı, mevcut yönetmeliklere göre gerekli kriter ve standartların belirlenmesi, yenilikçi çözümler ile performans geliştirme, yapının tasarımcılarına, kullanıcılarına ve işletmecilerine sürdürülebilir yapıların yapımına ve kullanımına yönelik teşvik edilmesi, çevresel etkilerin azaltılması ile yapıların çevreye sağladığı faydaları ile tanınmalarının sağlanmasıdır. BREEAM, master plan projeleri, altyapı ve yapılar için sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde bağımsız üçüncü kişiler tarafından sertifikalandırılmasını sağlayan uluslararası bir programdır. Bu metodunun kapsamına, yeni ve mevcut yapılar, mevcut yapıların yenilemeleri girmektedir. Yapıların yaşam döngüsü boyunca çevresel performansları bir dizi kriterlere göre değerlendirilmekte ve çevresel etkileri ölçülmektedir (BREEAM, 2019).

BREEAM metodunun değerlendirdiği yapı kategorileri; altyapı projeleri, orta ve büyük ölçekli projeler, uluslararası yeni yapılar, standart dışı yapılar, mevcut ticari yapılar, uluslararası yenileme projeleridir (BREEAM, 2016).

BREEAM, enerjiden ekolojiye kadar birçok kategoride sürdürülebilirlik kriterlerini değerlendirmektedir. Bu kategorilerin her birinde ele alınan kriterlerdeki başlıca hedefler, karbon emisyonlarını azaltma, tasarımın dayanıklılığı ve esnekliği, iklim değişikliklerine uyum, kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunumudur. Bu

kategoriler, yönetim, enerji, su, atık, sağlık ve konfor, arazi kullanımı, malzeme, ulaşım, kirlilik ve inovasyon olmak üzere on başlık altında toplanmıştır (BREEAM, 2019). Bu kategorilerin ana başlıkları ve puanlaması Tablo 3.3'de gösterilmiştir (BREEAM, 2016).

BREEAM sertifikasının değerlendirildiği kategorilerindeki kriterlerinin başlıca konuları açıklanmıştır. Yönetim kategorisi, sürdürülebilirlik hedeflerini yapının işletilmesinde belirlenmesini ve izlenmesini sağlamak için tasarım, inşaat, devreye alma, devir teslim ve bakım sonrası aşamalarına bağlı olarak sürdürülebilir yönetim uygulamalarının benimsenmesini teşvik eder. Enerji kategorisi, yapıda enerjinin sürdürülebilir kullanımını ve yapı işletmesinde sürdürülebilir yönetimi destekleyen enerji verimli yapı çözümleri, sistemleri ve ekipmanlarının özelliklerini ve tasarımını teşvik etmektedir. Su kategorisi, binanın ve alanın işletmesinde sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmektedir. Atık kategorisi, yapının gelecekteki bakım ve onarımlar ile inşaat, işletme atığı ve atıkların sürdürülebilirlik bakımından yönetimini teşvik etmektedir. Sağlık ve konfor kategorisi, yapı kullanıcılarının ve çevresindeki diğer kişilerin konforunun, sağlığının artmasını ve güvenliğini teşvik etmektedir. Arazi kullanımı kategorisi, sürdürülebilir arazi kullanımını, habitatın korunmasını ve yapının sahası ve çevresindeki arazi için uzun vadeli biyolojik çeşitliliğin geliştirilmesini teşvik etmektedir. Malzeme kategorisi, inşaat malzemelerinin tasarım, inşaat, bakım ve onarım aşamalarındaki malzemeye olan etkisinin azaltılması için yapılan işlemleri desteklemektedir. Ulaşım kategorisi, yapı kullanıcıları için sürdürülebilir ulaşım araçlarına daha iyi bir şekilde erişim sağlanmasını desteklemektedir. Kirlilik kategorisinde, yapının bulunduğu yer ve kullanımıyla ilgili kirlilik ve su akıntısının önlenmesi ve kontrolünü ele almaktadır. Ve son olarak inovasyon kategorisi, maliyet tasarrufu sağlayan faydaları, yenilikçi önlemlerin hızlandırılmış alımını teşvik etmeye, yönlendirmeye ve halka duyurmaya yardımcı olarak desteklemektedir (BREEAM, 2019).

BREEAM metodunda, değerlendirme ve puanlama belirlenen kategorilerdeki performans kriterlerine göre yapılmaktadır. Uygulanan her kriter için karşılığındaki puanı elde edilmektedir. Yapıların sağladıkları kriterler için alınan puanların toplanması ile yapının çevresel puanı oluşmaktadır. Sertifikaya sahip olabilmek için bu kriterlerden en az % 30 puanı toplanması gerekmektedir. Yapılar aldıkları puana

göre geçer, iyi, çok iyi, mükemmel ve seçkin olarak beş dereceden sertifikalandırılmaktadır (BREEAM, 2016).

BREEAM değerlendirmeleri BRE'nin lisanslı değerlendirme uzmanları tarafından yapılmakta ve başvurudan sonra projenin hangi değerlendirme çeşidine uygun olduğuna karar verilmekte, daha sonra her yapı çeşidine için aşağıda belirtilen başlıklardan projeye uygun olanı seçilerek sertifikanın süreci başlatılmaktadır (Geçim, 2018):

- Tasarım ve Satın Alma (Design and Procurement): tasarım aşamasının değerlendirilmesi,
- İnşaat Değerlendirmesi (Post Construction): tasarım aşamasında belirlenen BREEAM konu başlıklarının uygulanması ile değerlendirilmesi,
- Yönetim ve Operasyon (Management and Operation): mevcut yapıların işletme sürecine ait verilerin değerlendirilmesidir.

Tablo 3.3. BREEAM (International New Construction – Uluslararası Yeni İnşaat 2016) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması (BREEAM, 2016)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	**PUAN**
YÖNETİM	%11
SAĞLIK VE MEMNUNİYET	%19
ENERJİ	%20
ULAŞIM	%6
SU	%7
MALZEMELER	%13
ATIKLAR	%6
ARAZİ KULLANIMI VE EKOLOJİ	%8
KİRLİLİK	%10
İNOVASYON	%10

Tablo 3.4. BREEAM sertifikası dereceleri (BREEAM, 2016)

DERECELER	**GEÇER**	**İYİ**	**ÇOK İYİ**	**MÜKEMMEL**	**SIRA DIŞI**
TOPLAM PUAN	30 - 45	45 - 55	55 - 70	70 - 85	85 - 100
SERTİFİKA	★	★★	★★★	★★★★	★★★★★

3.6.1.2. LEED

Yeşil bina sertifika sistemlerinden, ölçütlere dayalı sertifika sistemlerinden biri olan LEED (Leadership in Energy & Environmental Design – Enerji ve Çevre Tasarımda Liderlik), 1998 yılında Amerika'da, ABD Yeşil Bina Konseyi (ABD Green Building Council) tarafından geliştirilerek, kullanılmaya başlanmıştır. (Kömürlü, 2018). Bu sertifika programı, dünyada en yaygın kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemidir. Birçok yapı grubu için mevcut türleri olan LEED, çevreye duyarlı, insan sağlığı açısından kaliteli bir altyapı ile tasarlanan, düşük maliyetli ve yüksek verimli yeşil binalar oluşturmak için bir çerçeve sunmaktadır. LEED küresel ölçekte bilinmesi ile sürdürülebilirlik konusunda öncü bir sertifika programıdır (LEED, 2019a). LEED sertifika sistemi gönüllü ve fikir birliğine dayalı olarak, başarılı bir şekilde yeşil bina tasarımını ve yapımını desteklemekte ve sertifikalandırmaktadır. İnşaat sahasının sürdürülebilir olması için mimarları, mühendisleri, yapı sahiplerini, tasarımcıları ve gayrimenkul uzmanlarını yönlendirmektedir. Yeşil bina uygulamaları ile olası olumsuz çevresel etkileri büyük ölçüde azaltabilir veya ortadan kaldırabilir ve mevcut sürdürülebilir olmayan tasarımı geliştirebilir. Ayrıca yeşil tasarım kriterleri ile işletme maliyetlerini düşürebilir, yapının pazarlanma oranını ve personel verimliliğini arttırır, iç hava kalitesi problemlerinden kaynaklanan sorunları azaltabilmektedir. LEED sertifika sistemi yapıların farklı kullanımları için geliştirilmiştir. Derecelendirmesi her zaman aynı yönteme dayanmakta, fakat kriterler kullanıma alanına göre değişmektedir (Geçim, 2018). LEED sertifika sisteminin hedefleri, küresel iklim değişikliğine katkısını azaltmak, insan sağlığını geliştirmek, su kaynaklarının korumak, biyolojik çeşitliliği korumak ve geliştirmek, sürdürülebilir ve yenilenebilir malzemeler için teşvik etmek, yeşil bir ekonomi kurmak ve böylece toplumun yaşam kalitesini arttırmaktır (LEED, 2019a).

LEED sistemi kendini geliştirerek sırasıyla çıkardığı sertifikaların versiyonları şu şekildedir; 1998 yılında ilk pilot uygulama ile LEED NCv1.0, 2000 yılında yapılan pilot uygulamaya yapılan geri bildirimler ile LEED NCv2.0 yayınlanmıştır. Zamanla yapılan geri bildirimler ve sonuç değerlendirmeleri ile 2005 yılında değişikliklerin yapıldığı versiyon LEED NCv.2.2 ve 2009 değişiklik yapılarak LEED v3 versiyonu yayınlanmıştır (Bengü, 2012). Günümüzde kullanılmakta olan en son versiyonu 2016 yılında yayımlanan LEED v4 olmuştur. Son olarak LEED v4 yayınından sonra

yenilikler hakkında geri dönüşler üzerine 2019 yılında LEED v4.1 versiyonu geliştirilmiştir. Bu son gelişim ile güncellenen referans standartları ile daha kapsayıcı, daha şeffaf ve sertifikasyon sürecinin basit, veri odaklı ve yapıların yaşam döngüsü boyunca performansını arttırarak, sürekliliğini desteklemektedir. (LEED, 2019a).

LEED v4.1 sertifikasının değerlendirdiği yapı kategorileri beş kategoriden oluşmaktadır. Bunlar; 'LEED v4.1 BD+C' yeni yapılar ve büyük renovasyonu olan yapılar, 'LEED v4.1 ID+C' iç mekân projeleri, 'LEED v4.1 O+M' mevcut yapılar, 'LEED v4.1 Residential' konutlar ve 'LEED v4.1 Cities and Communities' şehirler ve topluluklardır (LEED, 2019b).

LEED v4.1 sisteminin değerlendirme kategorileri, bütünleşik süreç yönetimi, yerleşim ve ulaşım, sürdürülebilir araziler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç mekân kalitesi, inovasyon ve bölgesel öncelik olmak üzere dokuz kategoriden oluşmaktadır Bu kategorilerin ana başlıkları ve puanlaması Tablo 3.5'de gösterilmiştir (LEED, 2019b).

LEED sisteminde, projeler uygun olan yapı kategorisindeki kriterlere göre değerlendirme ve puanlaması yapılmaktadır. Uygulanan her kriter için karşılığındaki puanı elde edilerek sonuçta toplam puan elde edilmekte ve bu puanlarla sertifikanın derecesini belirlenmektedir. Yapılar elde ettikleri puana göre sertifikalı, gümüş, altın ve platin olarak dört dereceden sertifikalandırılmaktadır (LEED, 2019b).

Tablo 3.5. LEED v4.1 BD+C (New Construction and Major Renovations - Yeni Yapılar ve Büyük Renovasyonu Olan Yapılar) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması (LEED, 2019b)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	**PUAN**
BÜTÜNLEŞİK SÜREÇ YÖNETİMİ	1
LOKASYON VE ULAŞIM	16
SÜRDÜRÜLEBİLİR ARAZİLER	17
SU VERİMLİLİĞİ	13
ENERJİ VE ATMOSFER	38
MALZEMELER VE KAYNAKLAR	18
İÇ MEKÂN ÇEVRE KALİTESİ	21
İNOVASYON	7
BÖLGESEL ÖNCELİK	8

Tablo 3.6. LEED sertifikası dereceleri (LEED, 2019b)

DERECELER	ONAYLI	GÜMÜŞ	ALTIN	PLATİN
TOPLAM PUAN	40 - 49	50 - 59	60 - 79	80 +
SERTİFİKA				

3.6.1.3. DGNB

Yeşil bina sertifika sistemlerinden, ölçütlere dayalı sertifika sistemlerinden biri olan DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. – Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi), 2007 yılında Almanya'da, Alman Yeşil Bina Konseyi ve Ulaşım, İnşaat ve Kentsel İlişkiler Birleşmiş Bakanlığı tarafından kurulmuştur (ÇEDBİK, 2019b). Yapıların planlanması ve değerlendirilmesi amacıyla, gelecekte sürdürülebilir ve ekonomik olarak daha verimli bir yapıyı teşvik etmektir. DGNB yapıların sürdürülebilir özelliklerini tüm yaşam döngüsü boyunca kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir. Sistem uluslararası olarak uygulanabilmektedir. Sertifika yapısının esnek oluşu yapının çeşitli kullanımlarına uyarlanabilmekte ve ülkeye özgü yerel gereksinimleri karşılayabilmektedir. Ekoloji, ekonomi, sosyo-kültürel özellikler, teknoloji, süreç iş akışları ve saha kalite bölümleri başlıca olmak üzere birçok sürdürülebilirlik kriterinin yerine getirilmesi ile sertifikalandırılmaktadır. Sistem bugün yaygın olan veya olağan olan kavramları gönüllü olarak daha iyi şekilde kullanılmasına dayanmaktadır (DGNB, 2019).

Sertifikanın sağladığı avantajları aşağıda açıklanmaktadır (ÇEDBİK, 2019b):

- Sertifika, bir yapının çevre ve topluma olan pozitif etkilerini somut bir şekilde ifade edilmesi ile sürdürülebilirliğe olan katkısı gösterilmekte,
- Sertifika ile bir projenin planlama aşamasından itibaren maliyet ve planlamadaki performans hedeflerine ulaşılabilirlikte kesinlik sağlaması,
- Sertifika, inşaatın yapımı boyunca bütünsel bir planlamayı desteklemektedir. Bu şekilde daha şeffaf ve net süreçleri takip edilebilmekte ve sürdürülebilir çözümler için en uygun seçenekler belirlenmektedir. Böylelikle operasyon ve renovasyon süresince ortaya çıkabilecek riskler azaltılmakta,

- Uygulamaya yönelik planlama aracı olup, mal sahipleri ve tasarımcılar için sürdürülebilir yapıların tasarlanmasında ve uygulanmasında yardımcı olmakta,
- DGNB sertifika sistemi yaşam döngüsü odağında kurulmuştur ve YDD yönteminin yoğun bir şekilde kullanıldığı yeşil bina değerlendirme sistemi olması ile yapının kapsamlı bir şekilde sürdürülebilirliğini değerlendirmesi,
- DGNB belgesine sahip olan yatırımcılar, mal sahipleri ve kullanıcılar topluma çevreci olduğunu gösterebilmekte ve bu durum yatırımlarına destek sağlamakta,
- Sistem yapıyı çevresel açıdan değerlendirildiği gibi ayrıca ekonomik, performans, sosyo-kültürel ve işlevsel açılardan da değerlendirmekte,
- Sertifika sisteminin esnek olması ile teknik ve sosyal gelişmelere ve farklı ülkeye özgü yerel gereksinimlerine göre uyarlanabilmektedir.

DGNB sertifika sisteminin değerlendirdiği yapı kategorileri, mevcut yapılar, yeni yapılar ve bölgeler adlı üç ana başlıkları altında farklı sistem çeşitleri için bulunmaktadır. Mevcut yapılar; kullanılan ve yenilenmiş yapıları kapsamaktadır. Yeni yapılar; eğitim yapıları, ofisler, sağlık binaları, perakende yapılar, oteller, endüstriyel yapılar, apartmanlar, spor salonları, çok katlı otoparkları kapsamaktadır. Ofis ve iş bölgeleri, endüstriyel yerleşim bölgeleri, sanayi siteleri ve kentsel bölgelerde üçüncü başlığı kapsamaktadır (DGNB, 2019).

DGNB sisteminin değerlendirme kategorileri, çevre kalitesi, ekonomik kalite, sosyo-kültürel ve fonksiyonel kalite, teknik kalite, süreç kalitesi, arazi kalitesi olmak üzere altı kategoriden oluşmaktadır. Çevre kalitesi kategorisindeki kriterler, yapıların küresel ve yerel çevresi üzerindeki etkileri, kaynaklar ve atık üretimi üzerindeki etkileri değerlendirmektedir. Ekonomik kalite kategorisindeki kriterler, yaşam döngüsü maliyetleri ve ekonomik gelişmeyi değerlendirmeye fayda sağlamaktadır. Sosyo-kültürel ve fonksiyonel kalite kategorisindeki kriterler, yapıların sağlık, konfor ve kullanıcı memnuniyeti ile fonksiyonelliğin temel yönleri açısından değerlendirilmesini sağlamaktadır. Teknik kalite kategorisindeki kriterler, teknik açıdan sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi için bir ölçek sağlamaktadır. Süreç kalitesi kategorisindeki kriterler, planlama kalitesini ve inşaat kalitesi güvencesini arttırmayı amaçlamaktadır. Arazi kalitesi kategorisindeki kriterler, projenin çevresi üzerindeki etkisini veya çevrenin yapı üzerindeki etkisini

değerlendirmektedir. Bu kategorilerin ana başlıkları ve puanlaması Tablo 3.7'de gösterilmiştir (DGNB, 2019).

DGNB sisteminde, değerlendirme ve puanlama belirlenen kategorilerdeki performans kriterlerine göre yapılmaktadır. Uygulanan her kriter için karşılığındaki puanı elde edilerek sonuçta toplam performans puanı elde edilmektedir. Yapılar aldıkları puana göre bronz (sadece mevcut yapılar için geçerli), gümüş, altın ve platin olarak dört dereceden sertifikalandırılmaktadır. Yapılara tasarım aşamasında ön sertifika ve inşaat tamamlandıktan sonra sertifika belgesi verilmektedir. Ön sertifikalandırma sayesinde bir gelişmenin sürdürülebilirlik açısından en baştan optimize edilmesine ve bu sürecin resmi bir kaydını oluşturmasına olanak sağlamaktadır (DGNB, 2019).

Tablo 3.7. DGNB (Versiyon 2018) sertifikası değerlendirme kriterleri ve puanlaması (DGNB, 2019)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	**PUAN**
SÜREÇ NİTELİĞİ	23
TEKNİK NİTELİK	20
ARAZİ NİTELİĞİ	9
ÇEVRESEL NİTELİK	19
SOSYO-KÜLTÜREL VE FONKSİYONEL NİTELİK	25
EKONOMİK NİTELİK	9

Tablo 3.8. DGNB sertifikası dereceleri (DGNB, 2019)

DERECELER	**BRONZ**	**GÜMÜŞ**	**ALTIN**	**PLATİN**
TOPLAM PUAN	0 - 35	35 - 50	50 - 65	65 - 80
SERTİFİKA				

3.6.2. Yapı ürünlerinin karşılaştırmasına ve değerlendirilmesine yönelik araçlar

YDD yöntemi ile yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin belirlenip, olumsuz çevresel etkilerin azaltılması için önemli bir yöntemdir. Bu amaca yardımcı olabilmesi için geliştirilen bu araçlar, yapı ürünü üreticileri, tasarımcıları ve kullanıcıları için karşılaştırılmalı değerlendirme imkânı sağlamakta ve yapı ürünlerinin seçimi konusunda kararların alınmasında destek olmaktadır (Ding, 2008). Ayrıca yapı ürünlerin çevresel açıdan faydaları ile birlikte maliyetleri de düşünülmektedir. Bu

konuda fayda sağlanabilmesi için, çevresel ve ekonomik performanslarının değerlendirildiği yapı ürünlerinin geliştirilmesi ve seçilmesi gerekmektedir (Taygun, 2005).

Bu bölümde YDD yöntemi kullanılarak yapı malzeme ve bileşenlerinin çevresel etkilerini değerlendiren araçlar incelenmiştir. Bu araçlar, yapı ürünlerinin çevresel etkilerini belirlerken çeşitli ülkeler ve kuruluşlar tarafından kapsamlı bir şekilde hazırlanmış olan veri tabanları ile girdilerin ve çıktıların akışına uygun modeller hazırlayan yazılım tabanlı araçlardır. Bu çalışmalar diğer yöntemlere veri sağlamakta ve ürünlerin karşılaştırması sağlanarak kullanışlılık bakımından faydalı olmaktadır. Tez kapsamında dünya genelinde en çok bilinen ve kullanılmakta olan SimaPro, GaBi ve BEES yazılım programları ile değerlendirme yapan araçlar seçilmiştir.

3.6.2.1. SimaPro

SimaPro (System for Integrated Environmental Assessment of Products – Ürünlerin Bütünleşmiş Çevresel Değerlendirme Sistemi), ürünlerin bütüncül bir çevresel değerlendirme ile ürünlerin çevresel performanslarını incelemek üzere, 1990 yılında Pre Consulting firması tarafından geliştirilmiş, Hollanda kökenli bir yazılımdır. SimaPro 80'den fazla ülkede kullanılmaktadır. Küçük şirketlerde kullanıldığı gibi, Unilever, Heineken, BASF, DSM gibi uluslararası büyük şirketler tarafından bu yazılımım aracı kullanılmaktadır. Ayrıca endüstriler, üniversiteler, danışmanlık hizmetleri, araştırma enstitüleri, bireysel uygulayıcılar tarafından da kullanılmaktadır. SimaPro ürün ve servislerin sürdürülebilirlik performansını toplayıp, analiz edip ve takibini sağlayan bir yazılım aracıdır. Bu yazılım aracı, karbon ve su ayak izi hesaplanması, ürün tasarımı, çevresel ürün beyanı oluşturulması ve temel performans göstergelerinin belirlenmesi gibi birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. SimaPro ile karmaşık şekildeki yaşam döngülerinin sistematik ve şeffaf bir şekilde modellenmesi yapılarak analiz edilebilmekte, ürün ve servislerin tüm yaşam döngüsü aşamalarındaki olası çevresel etkileri değerlendirilip, bu aşamalardaki tedarik incirindeki sorunlu olan kısımları belirlenebilmektedir. Belirsizlik hesaplamaları, üretim ve proje değişkenleri ile yaşam döngüsü aşamalarının modellenmesi, birden çok ürün çıktılı işlemlerinin tahsisi hakkında bilgi edinilmesi, zayıf nokta analizi ve kompleks haldeki atık arıtma sistemlerinin

modellenmesi sağlanmaktadır. SimaPro aracı çoklu kullanıcı özelliğindedir. Birkaç kişi aynı anda merkezi bir veritabanı üzerinden aynı proje için çalışabilmektedir. SimaPro tanınmış ecoinvent v3 veri tabanı, yeni sektöre özgü Agri-footprint veri tabanı ve ELCD veri tabanı gibi birçok yaşam döngüsü envanter verilerine sahiptir (SimaPro, 2019).

SimaPro yazılımının kullanım amacına göre üç farklı sürümü mevcuttur. Bunlar (Taygun, 2005):

SimaPro Kompakt Sürümü: hızlı sonuçlar alabilmek için,

SimaPro Analiz Sürümü: detaylandırılmış YDD çalışmaları için,

SimaPro Geliştirici Sürümü: YDD araçlarının yapılması amacıyla kullanılmaktadır.

SimaPro yazılımı aşağıda belirtilen özelliklere sahiptir (Taygun, 2005):

- Programın kullanıcı tarafından kendi kendine öğrenilebilmesi ve ISO 14040 standardını takip edebilme,
- Modelin her adımında direkt etki değerlendirme hesaplamalarını yapabilme,
- 'Monte Carlo' analizinin özelliklerini kullanarak, bir sitemin veya hizmetin istatiksel olarak hassasiyetle ürettiği olası çevresel etki belirlenmekte,
- Tüm sonuçların uygun bir pencere içinde sunabilme,
- 'Ağaç Yöntemi' kullanılarak analizde önemli noktaların tespiti için kullanma,
- Tüm sonuçlar için kapsamlı bir şekilde alternatiflerin oluşturulabilmesi,
- Atık yönetimi ve geri dönüşüm gibi konuların analizlerini yapabilme özelliklerine sahiptir.

3.6.2.2. GaBi

GaBi, 1992 yılında Stuttgart Üniversitesi ile PE Europe GmbH tarafından geliştirilmiş olan, endüstriyel ürünlerin ve yapı malzemelerinin yaşam döngülerinin analizini yapma ve çevresel ürün beyanlarına veri girişini oluşturmak ve YDD yönteminin kolay bir şekilde uygulanabilirliğini sağlamak için, ISO 14040 standardını esas alarak hazırlanmış, Almanya kökenli bir yazılımdır. (Şenel, 2010)

GaBi akışlar, işlemler, planlar, projeler, denklikler ve bunların işlevselliklerini modüler birimler haline getiren bir yazılım aracıdır. Bu sayede kolay anlaşılabilir

özellikte olmaktadır. Etki değerlendirme analizi ile veri ve ağırlıklandırmanın modelleri ayrı yapılmaktadır. YDD hesaplaması sırasında tek modüller ile kolay bir şekilde kullanılmakta ve sonrası birbirileri ile bağlantısı sağlanabilmektedir. Yaşam döngüsünün aşamaları modüller içerisinden hem seçilebilir hem de bağımsız olarak değiştirilebilmektedir. Yaşam döngüsünü aşamalarından genellikle üretim, kullanım ve yıkım (yeniden kullanım) açısından incelenmektedir. Etki değerlendirmelerinde, enerji tüketimi, hammadde tüketimi, sera gazı etkisi, asit etkisi, çevresel zehirler ve atıklar gibi birçok etkiler incelenmektedir. GaBi yazılımı, Monte Carlo analizini yapabilmekte, grafik, diyagram ve şemalarla gösterimini sunabilmekte ve görselleri Word, powerpoint gibi programlara aktarabilmektedir. Ürünlerin süreçlerine veya yaşam döngüsü aşamalarına göre farklı maliyet analizlerin yapabilmektedir. GaBi yazılımı, sürdürülebilir tasarım senaryolarının hızlı ve doğru bir şekilde karşılaştırılmasını sağlamaktadır (Thinkstep, 2019).

GaBi'nin başlıca incelediği etki kategorileri şunlardır; küresel ısınma potansiyeli, abiyotik tükenmesi, asidifikasyon, ötrofikasyon, ozon incelmesi, fotokimyasal ozon oluşumu, tatlı su sucul ekotoksisitesi, insan toksisitesi, deniz sucul ekotoksisitesi, radyoaktif radyosyon, karasal ekotoksisitedir (Thinkstep, 2019).

GaBi yazılımının sağladığı yararlar şu şekildedir (Bozkurt, 2007, Thinkstep, 2019):

- Yazılımın şeffaf ve esnek olması,
- Kapsamlı veri tabanın tanımlanması,
- Parametre değişikliklerinin sağlanması,
- Hassas bir şekilde analizinin yapılması,
- Hızlı analiz ve raporlamanın sağlanmasıdır.

GaBi yazılımının destek sağladığı başlıca alanlar şu şekilde sıralanmaktadır; sera gazlarının etkisinin hesaplanması, YDD, yaşam döngüsü mühendisliği, çevresel ürün beyanı, çevre tasarımı, karbon ve su ayakizi, enerji korunumu çalışmaları, şirketlerde eko dengeleme, sürdürülebilirlik raporları, çevresel raporlar, stratejik risk yönetimi, toplam maliyet hesaplaması, hammadde akış analizidir (Şenel, 2010).

GaBi yazılım programının işleyiş sırası özetle şu şekildedir; öncelikle ürünün süreç planları (üretim, geri dönüşüm, kullanım), daha sonra tanımlanan işlem planına

uyumlu işlem süreçleri tanımlanmaktadır. Örneğin değerlendirme kapsamında üretim aşamasının planlaması oluşturulduktan sonra ürünün üretim sürecinde gerçekleşen taşıma, atık oluşumu, enerji kullanımı gibi konular değerlendirme kapsamında olan kategoriler seçilmekte ve bu süreçteki kullanılan hammadde kullanımı, enerji akışı, atık maddeler gibi girdi ve çıktılar belirlenmektedir. Tanımlanan girdi ve çıktı akışları ile yapılan envanter çalışmasından sonra, değerlendirme kategorileri seçimi yapılmaktadır. GaBi yazılım aracı ile ekonomik, çevresel ve teknik değerlendirmeler ayrı ayrı yapılabilmektedir. Hangi alanda değerlendirme yapılacağı seçildikten sonra kalite göstergeleri belirlenmektedir. Değerlendirmenin tamamlanıp, sonuçların analiz edilmesinden önce ağırlıklandırma yapılmaktadır. Değerlendirme ve normalizasyon seçeneklerini içeren bu adımda uygun değerlendirme katsayıları seçilmelidir. Çalışmalar sonunda sonuç için, GaBi Analist ile dört farklı analiz elde edilmektedir. Bunlar; senaryo analizi, hassaslık analizi, parametre değişimleri ve Monte Carlo analizidir. Analiz sonuçları çizelge veya grafiklerle ifade edilebilmektedir (Şenel, 2010).

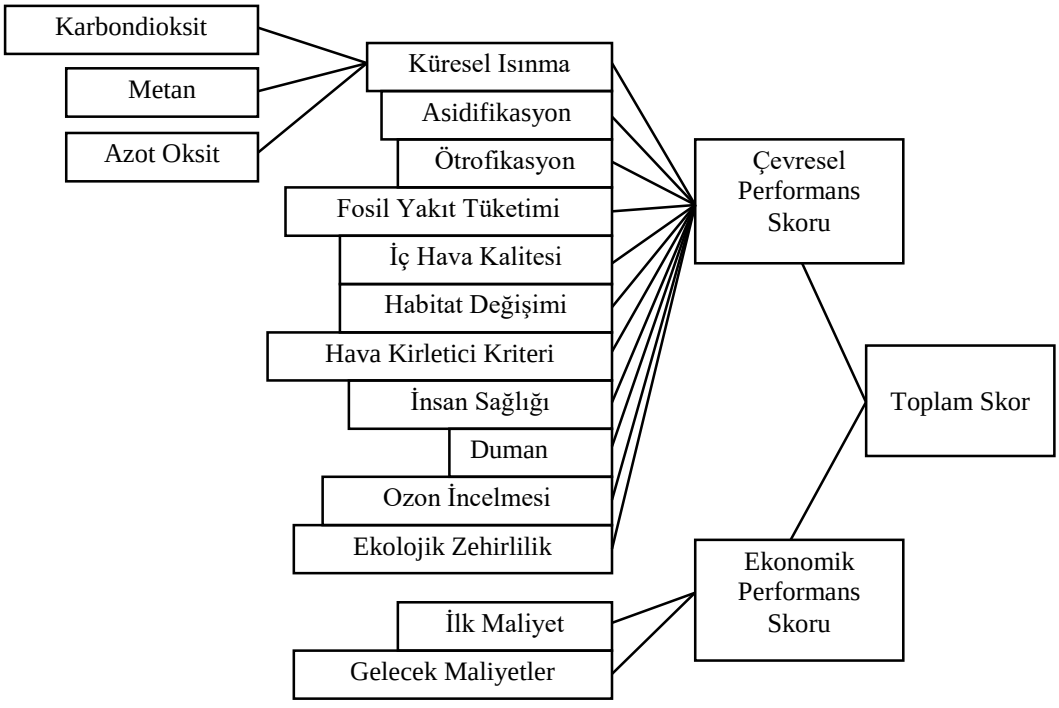
3.6.2.3. BEES

BEES (Building or Environmental and Economic Sustainability – Yapılar için Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik), yapı ürünlerinin ekonomik ve çevresel performanslarının değerlendirildiği bir yazılım programıdır. 1994 yılında, EPA (Environmental Protection Agency – Çevresel Koruma Kuruluşu) desteği ile NIST (National Institute of Standards and Technology – Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü), Sağlıklı ve Sürdürülebilir Yapılar Programı (Healty and Sustainable Buildings Program), tarafından geliştirilmiştir (Akın, 2018, NIST, 2019).

BEES yazılımı, çevresel ve ekonomik yapı ürünlerini seçmek için rasyonel, sistematik bir teknik uygulamaktadır. Bu araç standartlara dayalı olup pratik, esnek ve şeffaf, çok renkli grafiklerle anlaşılması kolay ve karşılaştırılabilir sonuçlar sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarımcılar, müteahhitler ve yapı malzemesi üreticileri için yapı malzemelerinin çevresel ve ekonomik performansları hakkında veriler sağlamakta ve karşılaştırma için karar destek aracı olmaktadır. Araç, 230'dan fazla yapı ürünü için çevresel ve ekonomik performans verilerini, internet üzerinden erişime açık bir şekilde sağlamaktadır. BEES yazılımının amacı çevresel ve

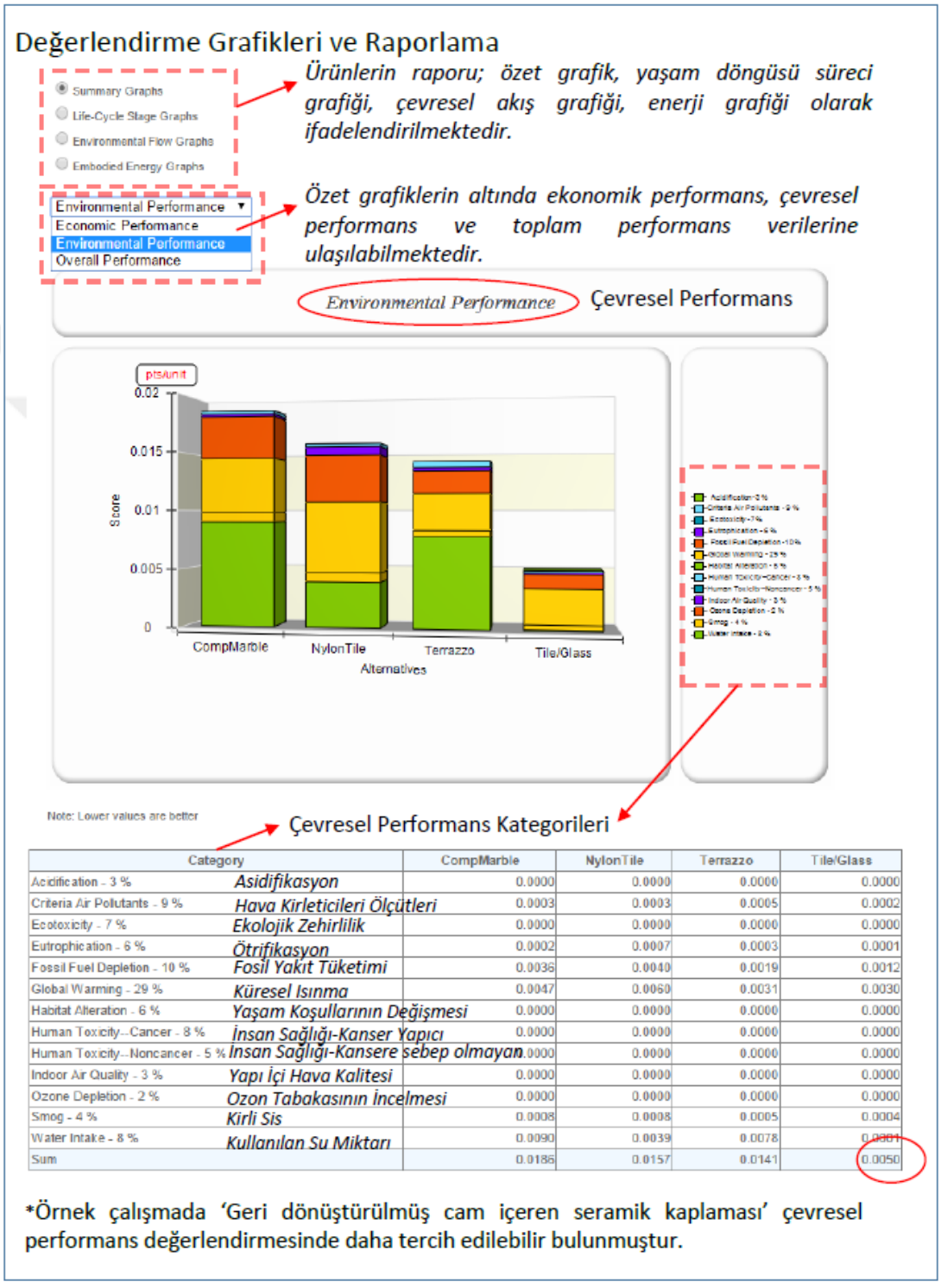
ekonomik performansları en uygun dengeye sahip yapı ürünlerini seçmek amacıyla bir sistematik yöntem geliştirmek ve yürütülmesini sağlamaktır. BEES yazılımı yapı malzemelerinin yaşam döngüsü aşamalarının tümünü irdelemektedir. Malzemelerin çevresel performansını, ISO 14040 standardı doğrultusunda YDD yöntemi yaklaşımı ile ekonomik performansını da ASTM (American Society of Testing and Materials - Amerikan Test Etme ve Ürünler Topluluğu) standartlarından Yaşam Döngüsü Maliyeti yöntemi ile ilk yatırım, değiştirme, kullanım, bakım, onarım ve bertaraf maliyetlerini ölçmektedir. Bu iki ölçümlerden sonra çok nitelikli karar analizi için toplam performans hesaplanmaktadır. Tüm BEES analizleri için yapı ürünleri, ASTM standart sınıflaması olan Uniformat II'ye göre tanımlanmakta ve sınıflandırılmaktadır (NIST, 2019).

Çevresel performans puanlamasında on iki tane çevresel etki kategorisi bulunurken ekonomik performans puanlamasında iki tane kategorisi bulunmaktadır. Çevresel performans kategorisindekiler; küresel ısınma, asidifikasyon, ötrofikasyon, fosil yakıt tüketimi, iç hava kalitesi, habitat değişimi, su kullanımı, hava kirletici kriteri, insan sağlığı, duman, ozon incelmesi, ekolojik zehirlilik şeklinde sıralanmaktadır. Ekonomik performans kategorisindekiler ise; ilk maliyet, gelecek maliyetler şeklinde sıralanmaktadır (NIST, 2019).



Şekil 3.11. BEES (Building or Environmental and Economic Sustainability – Yapılar için Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik)'in etki kategorileri (NIST, 2019)

BEES'in örnek bir çalışmada çevresel performans kategorilerine göre değerlendirmesini gösteren grafikler ve veriler Şekil 3.12'de gösterilmiştir (Akın, 2018).



Category		CompMarble	NylonTile	Terrazzo	Tile/Glass
Acidification - 3 %	Asidifikasyon	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Criteria Air Pollutants - 9 %	Hava Kirleticileri Ölçütleri	0.0003	0.0003	0.0005	0.0002
Ecotoxicity - 7 %	Ekolojik Zehirlilik	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Eutrophication - 6 %	Ötrifikasyon	0.0002	0.0007	0.0003	0.0001
Fossil Fuel Depletion - 10 %	Fosil Yakıt Tüketimi	0.0036	0.0040	0.0019	0.0012
Global Warming - 29 %	Küresel Isınma	0.0047	0.0060	0.0031	0.0030
Habitat Alteration - 6 %	Yaşam Koşullarının Değişmesi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Human Toxicity--Cancer - 8 %	İnsan Sağlığı-Kanser Yapıcı	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Human Toxicity--Noncancer - 5 %	İnsan Sağlığı-Kansere sebep olmayan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Indoor Air Quality - 3 %	Yapı İçi Hava Kalitesi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ozone Depletion - 2 %	Ozon Tabakasının İncelmesi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Smog - 4 %	Kirli Sis	0.0008	0.0008	0.0005	0.0004
Water Intake - 8 %	Kullanılan Su Miktarı	0.0090	0.0039	0.0078	0.0061
Sum		0.0186	0.0157	0.0141	0.0050

*Örnek çalışmada 'Geri dönüştürülmüş cam içeren seramik kaplaması' çevresel performans değerlendirmesinde daha tercih edilebilir bulunmuştur.

Şekil 3.12. BEES çevresel performans değerlendirmesi (Akın, 2018)

BEES yazılımında ağırlıklandırma yöntemine kullanıcı tarafından karar verilmektedir. Alternatif olarak EPA Bilimsel Danışma Kurulu'nun çalışmalarını ve Harvard Üniversitesindeki bazı çalışmaları da temel alan ağırlıklandırma yöntemlerini de kullanmaktadır. EPA Bilimsel Danışma Kurulu tarafından 1990 ve 2000 yıllarında çeşitli çevresel etkilerin önem listesi araştırılmıştır. Bu listenin gelişiminde kullanılan ölçütler; etkinin mekânsal ölçeği, tehlikenin şiddeti, maruz kalma derecesi, hatalı olunduğunda uygulanan cezalar olarak sıralanabilir. BEES yazılımında on çevresel etki kategorisi için önem listesi en yüksek riskli, yüksek riskli ve orta riskli problemler şeklinde değerlendirilmektedir. En yüksek riskli problemler; küresel ısınma ve doğal ortam değişimidir. Yüksek riskli problemler; iç hava kalitesi, ekolojik zehirlilik ve insan sağlığı olarak belirlenmiştir. Orta riskli problemler ise ozon tabakasının incelmesi, kirli sis oluşumu, asitleşme, ötrofikasyon ve hava kirleticileridir. EPA Bilimsel Danışma Kurulu su tüketimi ve fosil yakıt çevresel etki kategorilerini incelememektedir. Bu sebeple, diğer kaynaklar temel alındığında fosil yakıt tüketimi nispeten orta riskli çevresel problemler olarak, su tüketimi de düşük riskli çevresel problemler olarak belirtilmektedir (Öztaş, 2014).

3.6.3. Çevresel etiketlemeye ilişkin standartlar

Çevresel etiketlere yönelik ilkelerin, uygulamaların ve özelliklerin standartlaştırılması ISO tarafından gerçekleştirilmiştir. ISO 14000; herhangi bir ürünün, hammadde olarak elde edilmesinden başlayıp, kullanıma hazır haline gelmesine kadar geçen sürecin her aşamasında çevresel etkenlerin belirlenmesi ve bu etkenlerin gerekli denetimler ve belirlenen önlemler ile kontrol altına alınıp çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayan bir talebin oluşmasını tanımlayan standartlar serisidir. Bir ürün standardı olmayıp, sistem standardı olup, ne üretildiğinden çok nasıl üretildiği ile ilgilenen bir standarttır. Bu standartlar, çevre performansının izlenmesi ve sürekli iyileştirilmesi hedefiyle, ilgili mevzuat ve kanunlar tarafından tanımlanmış koşullara uyulmasına dayanmaktadır. TS EN ISO 14000 serisi standartları:

- ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi – Özellikler ve Kullanım Kılavuzu,
- ISO 14004 Çevre Yönetimi – Çevre Yönetim Sistemleri – Prensipler, Sistemler ve Destekleyici Teknikler İçin Genel Kılavuz,

- ISO 14020 Çevre Etiketleri ve Beyanları – Genel Prensipler,
- ISO 14031 Çevre Yönetimi – Çevre Performans Değerlendirmesi – Kılavuz,
- ISO 14040 Çevre Yönetimi – Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Genel Prensipler ve Uygulamalar, şeklinde sıralanmaktadır (Türkiye İMSAD, 2018).

Bu başlık altında çevre etiketleri ve beyanlarının dayandığı ISO 14020 standardı incelenmiştir. Çevre etiketleri ve beyanlarının amacı; bir ürün veya hizmetin çevre boyutu ile ilgili yanıltıcı olmayan, doğru ve kanıtlanabilir bilgilerin verilmesi ile çevreye daha az olumsuz etkiye sahip ürün ve hizmetlere talebin arttırılması ve bu şekilde üretilen ürünlerin teşvik edilmesi ile çevresel performansın gelişmesinin sürekliliğinin sağlanmasıdır. Çevre etiketi ve beyanları ile ilgili dünyada standartlara geçmiş uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalar özellikle yapı sektöründe, malzeme ve ürünlerin çevresel özelliklerin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan standartlaşmış metotları kapsamaktadır (TS EN ISO 14020, 2002). Çevre etiketleri ve beyanları üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Bunlar, ISO 14020 serisinde olup, ISO 14024, ISO 14021 ve ISO 14025 standartları çerçevesinde Tip I, Tip II ve Tip III çevre etiketleridir.

3.6.3.1. Tip I çevre etiketleri

'ISO 14024 Çevre Etiketleri ve Beyanları – Tip I: Çevre Etiketlemesi – Prensipler ve Yöntemler' kapsamında olup, YDD ile bir ürünün veya malzemenin sıcak noktalarının belirlendiği ve kriter olarak konulduğu bir etiketlemedir. Bu kriterlere uyumluluk sağlayan ürünler etikete sahip olmaktadır (Türkiye İMSAD, 2018). ISO 14024, 2018 yılında yeni versiyonunu yayımlamıştır. Gönüllülük esasına dayanan ve ulusal, bölgesel veya uluslararası düzeyde kamu veya özel kuruluşlar tarafından işletilebilen Tip I çevre etiketi programlarını tanımlamaktadır. Ürün kategorilerinin seçimi, ürünün çevre kriterleri ve ürün performans özellikleri ile birlikte Tip I çevre etiketleme programlarının geliştirilmesi, değerlendirilmesi ve uygunluğunun gösterilmesi için prensip ve etiketi almak için sertifikalandırma yöntemleri belirlemektedir. Bu etiket programının amacı, ürün ve hizmetlerin çevresel etkileri ile ilgili doğru bilgilerin aktarılması yoluyla çevre üzerinde etkisi az olan ürün ve hizmetlerin tercih edilirliğini arttırmaktır (Tranchard, 2018). Tip I çevre etiketi, etiket programı kurulu tarafından değerlendirilmekte, ürünlerin çevresel performansı ile

ilgili niteliksel bilgiler sağlamaktadır (Mammadov ve Cılız, 2017). Tip I çevre etiketlerine başlıca örnek etiketlerden, EU Ecolabel, Nordic Swan ve Blue Angel gelmektedir (Türkiye İMSAD, 2018).

EU Ecolabel (AB Eko-Etiketi), Avrupa Birliği Bakanlar Konseyinin 23 Mart 1992 tarihli 880 sayılı Tüzüğü ile çevre etiketi kapsamında kurulmuştur. AB Eko-Etiket, ISO 14024 Tip I çerçevesinde olup, çevreye etkisinin azaltılmış ürün ve hizmetleri teşvik etmek amacıyla ve tüketicinin daha çevre dostu ürünleri tercih etmesine yardımcı olmak amacıyla, gönüllülük esasına dayanan ve üçüncü taraflarca onaylanan etiketlerdir. AB Eko-Etiketi, temizlik, tekstil, kâğıt, ev ve bahçe ürünleri, çeşitli aletler ve turist konaklaması gibi servisler gibi birçok ürün grubu ve servisleri kapsamaktadır. Etiketi alabilmek için önceden belirlenmiş kriterlere uygunluk aranmakta ayrıca en iyi uygulama ve performans koşullarına uygun olması gerekmektedir. Kriterlerin belirlenmesinde her bir ürün grubu için ürünün yaşam döngüsü boyunca çevreye etkilerinin incelenerek belirlenmektedir. Bu kriterler genellikle üç yıl süreyle geçerlidir. Böylece teknik gelişmeler ve piyasa değişiklikleri dikkate alınarak iyileştirmelerde sistemli bir süreklilik sağlanmaktadır. Değerlendirme kriterlerinde incelenen başlıca çevresel etkiler, çevre kirliliği, enerji tüketimi ve yönetimi, atık üretimi ve yönetimi, kaynak kullanımı, doğal kaynak yönetimi, biyo-çeşitlilik, ekosistem ve insan sağlığıdır. AB Eko-Etiketine sahip olmak firmaya ve ürüne değer katmakta ve yeni müşteri ile pazar fırsatları sağlamaktadır (Kara, 2011).

Türkiye de bu etiket sistemi üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2018 yılında ‘Çevre Etiketi Yönetmeliği’ yayımlanmıştır. Yönetmeliğin amacı; sürdürülebilir çevre hedefleri doğrultusunda, yaşam döngüsü boyunca çevresel etkileri azaltılmış ürün veya hizmetleri teşvik etmek, tüketicilere doğru ve bilimsel temeli olan bilgi akışının sağlanması için gönüllülük esasına bağlı olarak çevre etiketi sisteminin oluşturulmasıdır. Bu konudaki idari ve teknik hususlar ile sistemin uygulanmasına ilişkin usul ve esasların düzenlenmesi ile doğal kaynakların tüketiminde çevre, insan iklim ve doğal yaşamın üzerindeki olumsuz etkileri azaltılması amaçlanmaktadır (Yeşil Ekonomi, 2018). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ilk olarak, tekstil, seramik ve temizlik kâğıdı alanları olmak üzere üç sektör için hazırlanan kriterleri yayınlayarak, başvuru alım süreci başlamıştır. ÇŞB

tarafından yayınlanan bir açıklamaya göre hazırlanan kriterler, 'Ulusal Çevre Etiketi Projesi' kapsamında 66/2010 sayılı AB Eko-Etiket Direktifine uyumlu olduğu belirlenmiştir (Yeşil Ekonomi, 2019).

3.6.3.2. Tip II çevre etiketleri

'ISO 14021 Çevre Etiketleri ve Beyanları – Tip II: Çevre ile İlgili İddiaların Öz Beyanı' kapsamında olup, firmaların kendi bilgileri doğrultusunda beyan ettikleri ve bağımsız doğrulaması olmayan etiketleme tipleridir. Tekil ürünlerin pazarlaması için uygundur (Türkiye İMSAD, 2018). Bu etiket, muhtemel, imalatçılar, ithalatçılar, dağıtıcılar, perakendeciler veya herhangi bir kişiler tarafından, kendi belirledikleri parametreye göre verecekleri çevresel performans bilgilerinin kapsamı oluşturulmaktadır. Etiketin çevre ile ilgili amacı; bir ürün, bir bileşen veya ambalajın çevre boyutunu gösteren ifade, sembol veya grafik ile gösterilmektedir. Ürün veya ambalaj etiketleri üzerinde veya ürüne ilişkin yayınlarda, teknik bültenlerde, reklamlarda, ilanlarda, televizyon üzerinden pazarlamada olduğu kadar internet gibi dijital veya elektronik ortamlarda bulunabilmektedir (Kaya, 2011).

Açıklanan iki etiket tipi çevre yönetimi araçlarındandır. Fakat yapı malzemelerinin, yapıdaki kullanım amacına göre, çevresel etkileri farklı olabilmekte ve işlevini ancak yapı işi içerisine monte edildikten sonra yerine getirebildiği için, Tip I ve II çevre etiketleri üretim süreci sonucundaki işleve ve çevresel performansa dayalı olduğu için yapı malzemeleri için uygun olmamaktadır (Özdemir, 2012).

3.6.3.3. Tip III çevre etiketleri

'ISO 14025 Çevre Etiketleri ve Beyanları – Tip III: Çevre Beyanları' kapsamında olup, aynı fonksiyona sahip ürünler arasındaki karşılaştırmaları sağlamak amacıyla, bir ürünün yaşam döngüsü aşamalarının değerlendirilmesi ile çevreyle ilgili nicel bilgiler gösterilmektedir. Bu beyanlar, bağımsız üçüncü taraflarca geliştirilen Ürün Kategori Kuralları doğrultusunda doğrulanıp, onaylanarak YDD ve YDEA verilerini, ISO 14040 serisinde yer alan standartlara uygun olarak oluşturulmakta ve bilgi modüllerine dayanmaktadır. Tip III çevre etiketlerinin, eko-sayfa, eko-görünüm, ürünün çevre beyanı, çevresel ürün beyanı ve çevresel görünüm gibi farklı isimlendirmeleri bulunmaktadır. (ISO 14025, 2006). Diğer çevre etiketlerinden farklı

olarak, belirli ürünün özellikleri değerlendirilmez ve sertifika verilmez. Bu çevresel beyanlar, bir ürünün 'ekolojik ayak izini' Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile belirlemektedir. Kullanılan bileşenlerin, kullanım sırasında ilgili emisyonları veya kullanım sonrası aşamaları ile ilgili bilgileri içermektedir. Veriler şeffaf ve net bir şekilde sunulmaktadır. Bu nedenle çevresel ürün beyanları, yapı kaynaklarında doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını değerlendirmek için kabul edilebilir kurallar için 'Yapı Malzemeleri Yönetmeliği' içerisinde özel olarak listelenmektedir. Ayrıca beyanlarda yer alan bilgiler yeşil bina sertifikasyon sistemlerinde ve Tip I ve II çevre etiketlerinde değerlendirmeleri için bu beyanların verileri kullanılmaktadır (IBU, 2019a). Tip III çevre etiketleri, çevresel performansla ilgili kesin veriler içermektedir. Bu sebeple diğer çevre etiketlerine göre daha objektif bir yaklaşım sunarak güvenilir bilgiler sağlamaktadır. Çevre etiketleri, yapı ürünlerinin verilerini beyan ederek, üreticileri için ticaret odaklı iletişim bakımından ön plana çıkarmaktadır. Tip III çevre etiketi kapsamında olan çevre ürün beyanları yapı sektörü ve birçok sektörde uygulanmakta ve daha kapsamlı, şeffaf ve nicel bilgiler içermektedir. Bu doğrultuda çalışmanın bir sonraki bölümünde Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD) ile ilgili bilgiler detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Tablo 3.9. Çevre etiketi tipleri ve temel özellikleri (Mammadov ve Cılız, 2017).

	Tip I	**Tip II**	**Tip III**
Sağladığı bilgi	Niteliksel	Niteliksel	Niceliksel
Kapsamı	Özel ürünler	Tüm ürün ve servisler	Tüm ürün ve servisler
Denetim ve kalite kontrolü	Eko-etiketleme kurulunun onayı	Yok	Üçüncü taraf sertifikasyonu
Hedef kitle	Tüketiciler	Tüketiciler/Profesyonel müşteriler	Profesyonel müşteriler
Standart	ISO 14024	ISO 14021	ISO 14025
Örnek	Eko-Etiketler (örn: AB Eko-Etiketi)	Özbeyanlar	Çevre Beyanları (örn: EPD)

4. YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ KAPSAMINDA ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANLARININ İNCELENMESİ

Dünya genelinde tüketicilerin kullandıkları ürünlerin çevreye olan etkileri konusunda bilinçlenmeye başlaması ile yapı malzemelerinin çevresel etkileri için çalışmalar hızla artış göstermektedir. Ülkemizde bu konu üzerinde çalışmalar başlatmıştır. Bu kapsamda çalışmanın bu bölümünde son zamanlarda kullanımı yaygın bir hale gelen yapı malzemeleri için, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemini kullanarak şeffaf bir şekilde hazırlanan ve uluslararası bağımsız programlar tarafından onaylanan Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD) detaylı bir şekilde incelenmiştir.

4.1. Çevresel Ürün Beyanlarına İlişkin Standartlar

Çevresel Ürün Beyanları (Environmental Product Declaration – EPD), bir ürünün veya hizmetin çevresel performansını ISO 14025 standardı Tip III'e göre tanımlanmaktadır. Ürünlerin yaşam döngüsü süresince çevresel performansını ISO 14040 ve ISO 14044 standartları çerçevesinde YDD yönteminin uygulandığı, nicel olarak değerlendirilen ve beyan edilen bir belgelerdir.

Sürdürülebilir yapım kapsamında Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Committee for Standardization – CEN) tarafından da yayımlanmış birçok standart bulunmaktadır. CEN, 34 Avrupa ülkesinin Ulusal Standardizasyon Kuruluşlarını bir araya getiren kuruluştur. ISO ve CEN uluslararası düzeyde uyumun sağlanabilmesi için 1991 yılında Viyana Antlaşması ile teknik işbirliği yaparak standart planlamalarını beraber gerçekleştirmektedir (CEN, 2019). CEN tarafından çıkarılan Yapı İşlerinin Sürdürülebilirliği (Sustainability of Construction Works - CEN 350) oluşturulmuştur. CEN 350 standartları sadece yapı ürünlerine ve servislerine yönelik standartlardan oluşmaktadır. Bu standartlar ile yapıların sürdürülebilir olması için çevresel, ekonomik, sosyal ve teknik açıdan çerçevesi belirlenmektedir. Bu Avrupa standartlarının amacı, değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılabilir olmasını

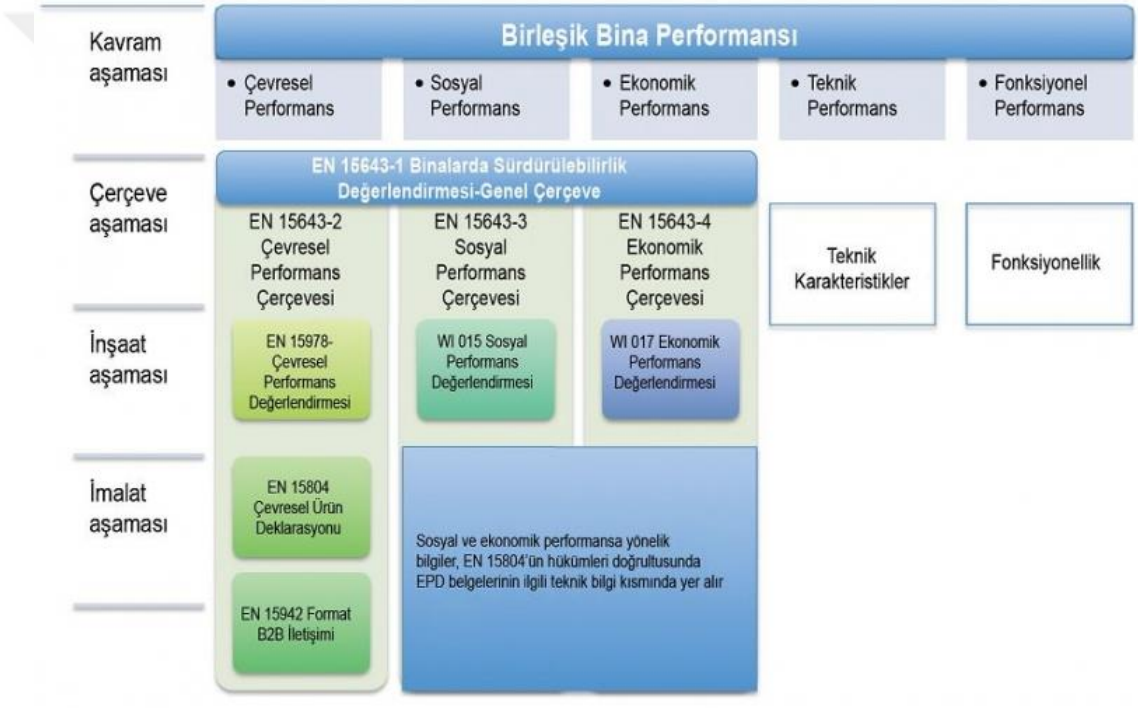
sağlamaktır. Buna yönelik yapı ve yapı malzemeleri için EN 15804 ve EN 15978 alt standartları geliştirilmiştir (SÜRATAM, 2018). ISO ve CEN'nin beraberliğinde hazırlanan standartlar ülkemizde 'TS EN ISO' adıyla ve sadece CEN'nin standartlarını TS EN şeklinde yayımlanmaktadır.

EPD belgeleri, CEN 350'de tanımlanan ve yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde çerçeveyi belirleyen EN 15804 normuna uygun bir şekilde hazırlanmalıdır (SÜRATAM, 2018). 'EN 15804 Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declarations – Core Rules for the Product Category of Construction Products' standardı 2012 yılında yayımlanmıştır. Standart yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi çerçevesini belirlemektedir. Amacı, yapı ürünlerinde Avrupa genelinde EPD belgelerinin uyumlaştırılmasını, doğrulanmasını ve sunulmasını sağlamaktadır. Standart herhangi bir inşaat ürünü ve hizmeti için Tip III çevre beyanları için ürün kategorisi kurallarını sağlamaktadır (CEN/TC 350, 2019). Türkiye'nin de taraf olduğu ve 2013 yılında yürürlüğe giren Avrupa Yapı Ürünleri Yönetmeliği (Construction Product Regulation) yapı ürünlerine CE işareti koyabilmek için bu standart ile uyumlu EPD belgelerinin kullanımını talep etmektedir. Ayrıca standart EPD belgelerinin yapının çevresel değerlendirilmesinde nasıl kullanılacağını göstermektedir (SÜRATAM, 2018). Standardın 2013 yılında EN 15804+A1 ve 2019 yılında EN 15804+A2 isimlendirmesi ile revizyonları olmuştur. 2019 yılında çıkarılan yeni haliyle standarda göre, EPD belgelerinin Avrupa Komisyonunun Ürün Çevresel Ayakizi ile daha uyumlu olması sağlanmaktadır (Gaasbeek, 2019).

'EN 15978 Sustainability of Construction Works – Assessment of Enviromental Performance of Buildings – Calculation Method' standardı 2012 yılında yayımlanmıştır. Bir yapının çevresel performansını değerlendirmek için YDD ve diğer nicel çevresel bilgiler kapsamında, hesaplama yöntemini belirler ve değerlendirmenin sonucun raporlanması ve iletilmesi için araçlar sunmaktadır. Standart, yeni ve mevcut yapılar ve yenileme projeleri için geçerlidir. Değerlendirme yapının yaşam döngüsünün tüm aşamalarını ve yapı ile ilgili inşaat ürünlerini, süreçlerini, hizmetlerini kapsamaktadır. EPD ve bu beyanların 'bilgi modülleri'nden (EN 15804) elde edilen veriler ve değerlendirmenin yapılması için gerekli ve ilgili diğer bilgiler kullanılmaktadır. Değerlendirme sonuçlarının yorumlanması ve değer

yargıları standart kapsamında bulunmamaktadır (CEN/TC 350, 2019). Standart ülkemizde 2012 yılında, 'TS EN 15978 Yapı İşlerinin Sürdürülebilirliği – Binaların Çevresel Performansının Tetkiki – Hesaplama Yöntemi' adıyla yürürlüğe girmiştir. CEN/TC 350 çalışma grubu tarafından hazırlanmış EN 15804 ve EN 15978 standartlarının çalışma programı Şekil 4.1'de gösterilmiştir (Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı, 2016).

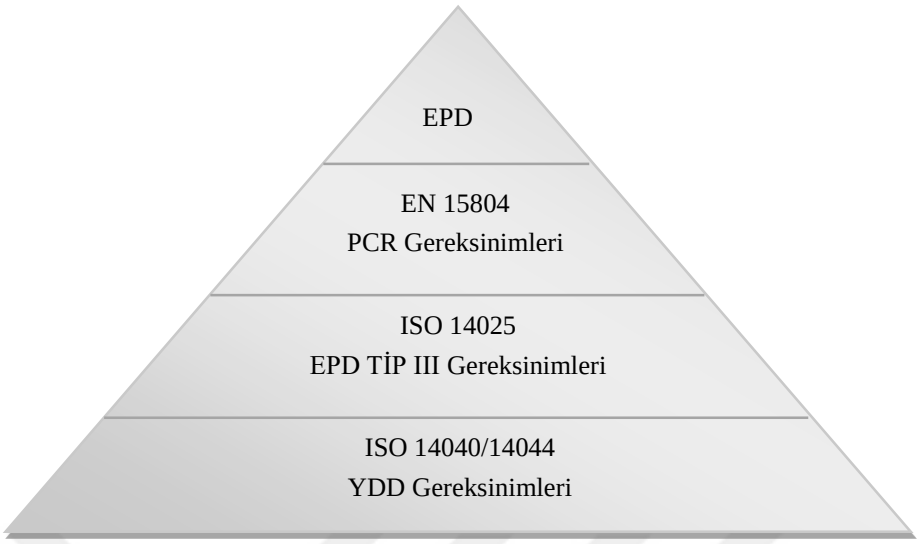
ISO 21930 standardının yeni versiyonunda, temelde yapılarda sürdürülebilirliğin nasıl sağlanacağını ve yapı ürünlerine alınacak EPD belgeleri hakkında detaylı bir şekilde bilgi sağlamaktadır.



Şekil 4.1. Avrupa bina sürdürülebilirliği ile ilgili standartlar (Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı, 2016)

4.2. Çevresel Ürün Beyanı (EPD)

Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD), ürünlerin veya hizmetin çevresel performanslarını uluslararası ISO 14025 standardı ile ortaya koyan ve hesaplamasını ISO 14040-44 Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) standartlarına uygun olarak sağlayan, uluslararası geçerliliği olan belgelerdir. Bu beyana ilişkin standartlar yukarıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 4.2. EPD belgesinin oluşturulmasına ilişin basamaklar (SÜRATAM, 2018)

EPD belgeleri, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca olası çevresel etkilerini, hammadde alımı, enerji ve su kullanımı, verimliliği, malzemelerin ve kimyasal maddelerin içeriği, havaya, toprağa ve suya verilen salınımlar ve atık oluşumlarını şeffaf ve nicel olarak bilimsel bir yaklaşımla değerlendirmektedir (SÜRATAM, 2018). Ayrıca ürünlerin paketleme malzemelerinin içeriği ve nakliye türü de değerlendirilmektedir.

Üreticiler tarafından çevresel etkiler toplanarak, bağımsız bir şekilde hazırlanmakta ve üçüncü taraflarca onaylanmaktadır. EPD belgeleri ürünün teknik tanımı, üretici firmanın bilgileri ve YDD sonuçlarından oluşmaktadır. Bu çalışmalar Ürün Kategori Kurallarına göre uygun bir şekilde yapıldığından, benzer ürünleri karşılaştırmak için objektif bir yöntem sunmaktadır. EPD belgeleri işletmelere yönelik olup, YDD yöntemini kullanarak ürünlerin tüm yaşam döngüsü aşamalarındaki aktivitelerin ekolojik ayak izini ve çeşitli emisyon değerlerini dikkate alınmaktadır. Çevresel etkiler bilimsel bir şekilde sunulmaktadır. EPD belgeleri geniş çapta bilgi sağlayarak, alıcılara ve bu ürünlerinin kullanıcılarına yeşil satın alma konusunda yardımcı olmakta ve üreticilerini daha fazla çevre dostu ürünleri geliştirmeye, üretmeye teşvik etmektedir (The EPD Registry, 2019). EPD belgeli ürünler iklim değişikliğine etkinin hesaplanmasında ifade edilen karbon ayakizi gibi birçok çevresel etkiler hesaplanıp, şeffaf bir şekilde sunulmaktadır (Kahraman, 2015).

EPD belgelerinin bir ürün veya pazar sınırlaması olmayıp, her çeşit sistem ve üretimlerde geçerli olup değerlendirilmektedir. Belgenin başlıca kullanıldığı sektörler şu şekildedir (Environdec, 2019):

- Yapı malzemeleri
- Kimyasal ürünler
- Metal, plastik ve cam ürünler
- Mobilya
- Tekstil
- Yiyecek ve içecekler
- Kâğıt ürünleri
- Taşıtlar ve taşıma ekipmanları
- Elektrik, buhar ve yakıtlar
- Makineler ve ekipmanlar
- Altyapı ve binalar
- Hizmetler

EPD belgelerinin geçerliliği yapı malzemeleri için 5 yıl, diğer ürünler için 3 yıl olmaktadır. Kullanım süresi dolmuş bir EPD belgesi, ürün hakkında çevresel bilgi verebilmek için yayınlanmaya devam edebilir, fakat pazarlama için belgenin yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca ürünün çevresel göstergelerinden birinin yayınlanmış verilere göre %10'dan fazla kötüye gitmesi durumunda, EPD belgesinin güncellenmesi gerekmektedir. (Environdec, 2019).

Uluslararası EPD Sistemi, farklı pazar ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için farklı EPD türleri sunmaktadır. Ürüne özgü tek şirket EPD belgesi, en yaygın kullanılan EPD türü olup, geçerli olan PCR'ye dayalı, tek bir şirketin bir veya daha fazla ürününün yaşam döngüsü çevresel etkilerini ortaya koyan belgedir. Bu EPD türüne ek olarak aşağıda belirtilen özel EPD türleri bulunmaktadır (Environdec, 2019):

- Tek sayılı EPD; tek bir çevresel etki kategorisine odaklanarak, belirli kullanıcı ihtiyaçlarına ve piyasa uygulamalarına verilen bilgilerin uyarlanmasını sağlamaktadır. Bu tür için örnek olan iklim beyanları, ürünün yalnızca karbon ayak izini ilan etmektedir.

- Sektör EPD'si; yalnızca tek bir üretici için olmayıp, birden fazla şirketin ortalama ürünü beyan edilmektedir. Bu EPD türü ayrıca, 'Fabrikalar Ortalaması EPD', 'Endüstri Çapında EPD' ve 'Genel EPD' şeklinde de ifade edilmektedir.
- Ön sertifikalı EPD; yeni bir ürün kategorisi için PCR geliştirilmesi sırasında bir ürününü çevresel bilgilerini yayımlamak için ilk adım olarak beyan edilen belgelerdir. Ön sertifikalı EPD örnek bir belge özelliğinde hizmet edebilmekte ve böylece PCR geliştirme sürecini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bir kuruma ürünlerinin çevresel performansı hakkında bilgileri erken dönemde sunabilmesine yardımcı olmaktadır.
- Makine tarafından okunabilen EPD; bir EPD bilgilerinin makineyle okunabilir formata dönüştürülmesi ile oluşturulan bir EPD türüdür. EPD bilgilerinin kamu alımları, inşaat değerlendirme araçları ve diğer çevresel hesaplama araçları gibi alanlarda uygulanmasına katkı sağlamaktadır.

4.2.1. EPD belgesinin önemi

Yapı sektörü için Çevresel Ürün Beyanlarının (EPD) sağladığı birçok yarar bulunmaktadır. Başlıca sağladığı yararlar şu şekildedir (EPD Turkey, 2018a, SÜRATAM, 2018, IBU, 2019b):

- Avrupa Yapı Ürünleri Yönetmeliği tarafından 2013 yılından itibaren yapı sektörü için çevresel etkilerin beyan edilmesi, EPD belgeleri ile yapılabileceği önerilmeye başlamıştır. Ürünlerin üretimi sırasında kaynakların sürdürülebilir olduğunu gösteren CE işaretinin gerekliliklerini, EPD belgesi sağlamaktadır.
- EPD belgeli yapı ürünleri kullanmak, ülkemizin de gündeminde yer alan LEED, BREEAM ve DGNB gibi yeşil bina sertifika sistemlerine ilave kredi puanları sağlamaktadır.
- EPD belgeleri, bina düzeyinde nicel verileri belgeleyebilmektedir. Bu veriler kullanım alanına göre enerji, su tüketimi ve karbon ayak izi gibi çevresel göstergeler yer almaktadır.
- Firmalar ürünlerinin çevreye olan etkilerini beyan edilmesini sağlayarak, çevreye olan duyarlılıklarını kurumsal sorumluluk şeklinde gösterebilmekte ve sahip olduğu bu bilginin iletişimini EPD belgeleri ile sağlayabilmektedir.

- Belgelendirme sürecinde yapılan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) çalışmaları sayesinde kurumlar, tedarik süreci ve yapı ürünlerinin üretimindeki aşamalarının çevresel kaynaklı parametrelerini inceleyip geliştirme fırsatını elde etmektedirler.
- Enerji ve kaynak verimliliği konusunda eko-tasarım yaklaşımlarının temelini oluşturmaktadır.
- ISO standartları temel alınarak, belgelerin uluslararası kullanım, onay ve devamlılığı ile uluslararası pazarda tanınmasını sağlamaktadır.
- EPD belgelerinin, YDD yöntemi ile hazırlanıp, bağımsız doğrulayıcılar tarafından onaylanması belgelerin güvenilirliğini sağlamaktadır.
- Aynı yapı ürünü grubunda yer alan ve aynı PCR çerçevesinde hazırlanan ürünler arasında çevresel performanslarını karşılaştırma imkânı sunmaktadır.
- EPD belgeleri, yapıların ve yapı bileşenlerinin etki değerlendirmesinde kullanılan yöntem ve araçlar için şeffaf ve güvenilir nicel veriler sağlayarak, tarafsız gerçekleri ortaya koyan belgelerdir.
- EPD belgeleri, çevreye duyarlı planlama ve yapım aşamasındaki satın alma kararlarına bilgi sağlayarak bütünleşik planlama sağlamaktadır.
- Mimarlara, planlamacılara, mühendislere, yüklenicilere ve müşterilere ürünlerin çevresel etkilerine genel bir bakış açısı sağlayarak, ürün tercihlerinin belirlenmesinde paydaşlara fayda sunmaktadır.
- EPD belgeleri firmalar için pazarlama aracı olarak kullanılabilir ve sektörde rekabette avantaj sağlamaktadır.

EPD belgeleri, sektörde üreticiler arasında eşit şartların oluşmasını sağlamaktadır. Üreticilere ürünlerinin özelliklerini şeffaf bir şekilde gösterme fırsatı oluşturulmaktadır. Kullanıcılar için de ürünlerin çevresel performansı açısından şeffaf, güvenilir bilgi edinme ve ürünler arasında karşılaştırma yapabilme ve seçim imkânı sağlamaktadır.

4.2.2. EPD belgesinin içeriği ve EPD programları

Çevresel Ürün Beyanının (Environmental Product Declaration – EPD) içeriğindeki başlıca temel bilgiler; EPD programı ile ilgili bilgiler, ürün spesifik bilgisi, çevresel performans bilgisi, ilave çevresel bilgiler ve zorunlu beyanlar başlıklarından

oluşmaktadır. EPD programı bilgilerinde, program operatörünün ismi ve logosu, beyanı yapan firmanın bilgileri ve logosu, ürün kayıt bilgisi, PCR'nın tanımlanması ve EPD'nin yayın ve geçerlilik tarihi ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Ürün spesifik bilgisi ise, belli bir ürün veya ürün grubu için o ürüne özgü içerik beyanı veya işlevi ile bilgiler yer almaktadır. Çevresel performans bilgileri için, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) çalışması yapılması ile kabul edilen çalışma sınırları çerçevesinde kaynak kullanımı, enerji kullanımı ve çeşitli emisyon kaynakları hakkında veriler sağlanmaktadır. YDD çalışmasına ilave çevresel bilgi kapsamında, kullanıcı veya ürünün yaşam sonu ile ilgili bilgiler içerebilmektedir. Son olarak zorunlu beyanlarda, doğrulama süreci ve doğrulayıcı hakkında bilgilendirme yapılmaktadır (Environdec, 2019).

EPD belgelerinde tanımlanması gereken detaylı kavramlar ise aşağıda sıralanmaktadır (Environdec, 2019):

- Ürün bilgisi
- Ürünün adı
- Ürünün tanımlanması: ürünün standartlara ve diğer yöntemlere göre açıkça tanımlanması
- Ürünün açıklaması: ürünün uygulama alanları ve kullanım amacı, teknik özelliklerinin açıklanması
- CPC kodu: Birleşmiş Milletler tarafından kullanılan Merkezi Ürün Sınıflaması (Central Product Classification - CPC) sistemidir, ürün ve hizmetleri sınıflamak için kod belirlenmesi
- Coğrafi alan: ürünün kullanım ömrünün sonunda ürün performansının hangi coğrafi konumda hesaplandığının açıklanması
- YDD bilgisi
- Beyan edilen birim
- Ürünün referans kullanım ömrü
- Hesaplanan çalışma dönemi: YDD hesaplamasında kullanılan verilerin kapsadığı yılın beyanı
- YDD verileri için kullanılan yazılım aracı ve veri tabanı
- Sistem şeması: YDD'de yer alan ve yaşam döngüsü aşamasına bölünmüş süreçlerin gösterilmesi

- Sistem sınırlarının açıklaması: beşikten kapıya, beşikten kapıya seçenekli ve beşikten mezara seçeneklerinden hangisinin uygulandığının açıklanması
- Yaşam döngüsü aşamalarından hesaplanmayan bir aşama varsa bilgilendirilmesinin yapılması
- İlave teknik bilgiler: isteğe bağlı olup, varsayımların, veri kalitesinin ve tahsisat gibi bilgilerin açıklanması
- YDD uygulayıcısının adı ve iletişim bilgileri: isteğe bağlı olup, YDD çalışmasını yürüten kuruluşun bilgilerinin açıklanması

• İçerik beyanı

- Ürün içeriğindeki malzemeler ve kimyasal maddelerin açıklanması, birimi ve yüzdesi ve çevresel özelliklerini belirtilmesi
- Paketleme: dağıtım ambalajı ve tüketici ambalajı hakkında bilgi ve içeriğin beyan edilmesi
- Geri dönüşümlü malzeme: geri dönüştürülmüş malzemelerin (tüketici öncesi veya sonrası) ürünün özelliğinde bulunmasının beyan edilmesi

• YDD sonuçlarının çevresel performans parametreleri

- Potansiyel çevresel etkilerin belirtilmesi
- Kullanılan kaynak tüketiminin belirtilmesi
- Atık üretimi ve çıktı akışlarının belirtilmesi

• Referanslar

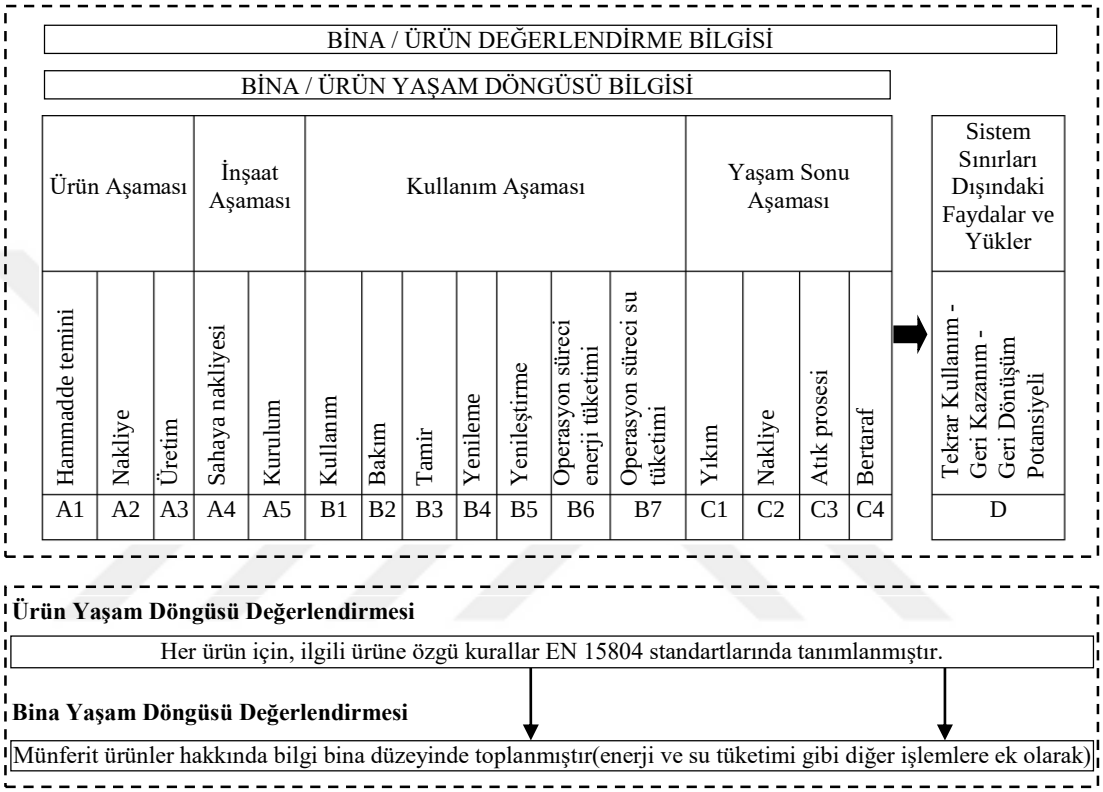
- EPD program operatörünün genel program yönergesi
- PCR bilgileri
- Diğer referanslar

• Doğrulama ve tescil

- EPD program operatörü, bağımsız doğrulayıcı, beyan sahibi ve YDD çalışmasının sahibinin iletişim bilgilerinden oluşmaktadır.

EN 15804 ve EN 15978 standartları, ürünleri ve binaları YDD kapsamında hesaplama kurallarını içermektedir. EN 15804 standardına göre tüm yaşam döngüsü boyunca farklı bilgi modülleri tanımlanmaktadır. A1'den C4 modülüne kadar olan sınır bina/ürün yaşam döngüsü bilgisini kapsamaktadır. A1'den D modülüne kadar olan sınır bina/ürün değerlendirme bilgisini kapsamaktadır. Bu ilişkiler Şekil 4.3'te belirtilmiştir (Lasvaux v.d., 2014). Bu modüller farklı EPD kapsamlarına göre

zorunlu ve isteğe bağlı olarak beyan edilmektedir. Standarda göre A1, A2 ve A3 modüllerinin beyanı zorunlu olup, diğer modüllerin beyanı tercihe bağlı olmaktadır. A1 – A3'e kadar olan modüllerin beyanı beşikten kapıya, A1 - C4'e kadar olan modüllerin beyanı beşikten mezara, A1 - D'ye kadar olan modüllerin beyanı ise beşikten beşiğe sistem sınırını oluşturmaktadır.



Şekil 4.3. EN 15804 ve EN 15978'e göre yaşam döngüsü modülleri süresince, ürün YDD ve bina YDD arasındaki ilişki (Lasvaux v.d., 2014)

YDD sonuçları çevresel etkiler, kaynak tüketimi ve atık kategorileri olmak üzere üç kategoriye ayrılarak gösterilmektedir. Çevresel etkiler kategorisinde; küresel ısınma potansiyeli, ozon incelme potansiyeli, asidifikasyon potansiyeli, ötrofikasyon potansiyeli, fotokimyasal oksidasyon oluşma potansiyeli, fosil olmayan kaynak tüketim oluşumu potansiyeli, fosil kaynaklardan tüketim oluşumu potansiyeli parametreleri, sistem sınırında dâhilindeki aşamalara etkileri açıklanmaktadır. Bu çevresel etki kategorileri Bölüm 3'de yaşam döngüsü etki değerlendirmesi başlığı altında detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Kaynak tüketimine ilişkin parametreler; yenilenebilir birincil enerji kaynağı olarak hammadde olarak kullanılan ve

kullanılmayan tüketimler, yenilenemeyen birincil enerji kaynağı olarak hammadde olarak kullanılan ve kullanılmayan tüketimler, ikincil malzeme tüketimi, ikincil yakıt kaynağı olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen tüketimler ve net tatlı su tüketimi, sistem sınırında dâhilindeki aşamalara etkileri ifade edilmektedir. Atık kategorilerinde; tehlikeli ve tehlikesiz atık bertarafları, radyoaktif atık bertarafı, tekrar kullanılan bileşenler, geri dönüşüm malzemeleri, enerji içeriği için kullanılan malzemeler, ihraç edilen elektrik ve termal enerji parametreleri, sistem sınırında dâhilindeki aşamalara etkileri belirtilmektedir. Yapı malzemelerine ait bir EPD belgesinin hesaplanan çevresel parametreleri, fonksiyonel birimi Tablo 4.1,2 ve 3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.1. EPD belgesinin çevresel etki parametreleri

ÇEVRESEL ETKİLER					
Parametre	**Birim**	**A1**	**A2**	**A3**	**Hesaplanan Modüller Eklenmektedir**
Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)	[kg CO_2 eşd.]				
Ozon İncelme Potansiyeli (ODP)	[kg CFC11 eşd.]				
Asidifikasyon Potansiyeli (AP)	[kg SO_2 eşd.]				
Ötrofikasyon Potansiyeli (EP)	[kg PO_4^{3-} eşd.]				
Fotokimyasal Oksidasyon Oluşma Potansiyeli (POCP)	[kg ethene eşd.]				
Kaynak Tüketim Oluşumu Potansiyeli (Fosil Olmayan-ADPE)	[kg Sb eşd.]				
Kaynak Tüketimi Oluşumu Potansiyeli (Fosil Kaynaklardan–ADPF)	[MJ eq.]				

Tablo 4.2. EPD belgesinin kaynak tüketimi parametreleri

KAYNAK TÜKETİMİ					
Parametre	**Birim**	**A1**	**A2**	**A3**	**Hesaplanan Modüller Eklenmektedir**
Hammadde Kaynağı Olarak Kullanılmayan Yenilenebilir Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi (PERE)	[MJ]				
Hammadde Kaynağı Olarak Kullanılan Yenilenebilir Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi (PERM)	[MJ]				
Toplam Yenilenebilir Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi (PERT)	[MJ]				
Hammadde Kaynağı Olarak Kullanılamayan Yenilenemeyen Birincil Enerji Tüketimi (PENRE)	[MJ]				
Hammadde Kaynağı Olarak Kullanılan Yenilenemeyen Birincil Enerji Tüketimi (PENRM)	[MJ]				
Toplam Yenilenemeyen Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi (PENRT)	[MJ]				
İkincil Malzeme Tüketimi (SM)	[MJ]				
İkincil Yenilenebilir Yakıt Tüketimi (RSF)	[MJ]				
İkincil Yenilenemeyen Yakıt Tüketimi (NRSF)	[MJ]				
Net Tatlı Su Tüketimi (FW)	[m^3]				

Tablo 4.3. EPD belgesinin atık kategorisi parametreleri

ATIK KATEGORİLERİ					
Parametre	**Birim**	**A1**	**A2**	**A3**	**Hesaplanan Modüller Eklenmektedir**
Tehlikeli Atık Miktarı (HWD)	[kg]				
Tehlikesiz Atık Miktarı (NHWD)	[kg]				
Radyoaktif Atık Miktarı (RWD)	[kg]				
Tekrar Kullanılan Komponentler (CRU)	[kg]				
Geri Dönüşüm Malzemeleri (MFR)	[kg]				
Enerji İçeriği İçin Kullanılan Malzemeler (MER)	[kg]				
Açığa Çıkarılan Enerji (EE)	[MJ]				

EPD belgeleri dünyada çeşitli program operatörleri tarafından geliştirilmekte ve belgelendirilmektedir. Ülke bazında farklılık gösteren başlıca EPD program operatörleri; İsveç'te küresel ölçekte geliştirilen ilk EPD programı olan The International EPD System, Almanya'da Intitut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), İngiltere'de BRE Global Ltd (BRE), Fransa'da INIES, Avusturya'da Bau EPD GmbH (BAU), İspanya'da Aenor ve Norveç'te EPD Norway kuruluşlarıdır. Ülkemizde yerel bir belgelendirme yapılması için tek yetkili kayıt kurumu olan EPD Turkey kurulmuştur (Kara, 2015).

EPD Turkey, İsveç menşeili The International EPD System'in bölgesel yürütücüsü olan ve SÜRATAM tarafından yürütülen uluslararası onaylı ISO 14025 ve EN 15804 uyumlu EPD belgelerinin Türkiye'deki tek yetkili kayıt kurumudur. Ayrıca, EPD Turkey ve SÜRATAM bir ECO Platform üyesidir. ECO Platform, Avrupa Yapı Malzemeleri Üreticileri Birliği (Consruction Products Europe) tarafından, yapı malzemelerinde çevresel performansın EPD belgeleri ile yapılabilmesi için EN 15804 normu ile uyumlu hale getirmek amacı ile kurulmuş bir platformdur. EPD kayıt sistemlerinin, YDD uzman firmalarının ve diğer paydaşların üye olabileceği bir çatı kurumudur (EPD Turkey, 2018a).

EPD belgelerine olan talep dünya genelinde sürekli artmakta ve yaygınlaşmaktadır. Son zamanlarda EPD belgelerinin toplam sayısı 5000'e yaklaşmaktadır. Ülkemizde ise EPD Turkey/International EPD System, IBU, BRE ve BAU programları tercih edilip toplam 153 tane EPD belgesi alınmıştır. Bu belgelerin 106 tanesi yerel program EPD Turkey üzerinden yayınlanmıştır (Atacan, 2019). Avrupa'nın en önemli 14 EPD programın günümüzde yapı malzemeleri kapsamında sahip olduğu toplam EPD sayısı Tablo 4.4'te gösterilmiştir (Sposito ve Scalisi, 2019). Ayrıca Türkiye'deki EPD programının günümüzde yapı malzemeleri kapsamında sahip olduğu toplam EPD sayısı bu tabloya ilave edilerek diğer ülkelerle karşılaştırılması yapılmıştır. Tablo 4.4'teki veriler doğrultusunda EPD Turkey program operatörlüğü kapsamındaki toplam yapı malzemelerine ait EPD belge sayısı ile beşinci sırada yer almaktadır.

Tablo 4.4. EPD programlarının yapı malzemelerine ait EPD sayıları (Sposito ve Scalisi, 2019)

SIRA	EPD PROGRAMLARI	EPD SAYISI	ÜLKE
1	FDES INIES	2746	Fransa
2	IBU - EPD	1751	Almanya
3	International EPD System	634	İsveç
4	EPD-NORGE Norwegian EPD Foundation	500	Norveç
5	EPD Turkey	106	Türkiye
6	EPD Ireland	97	İrlanda
7	MRPI	74	Hollanda
8	BRE	70	İngiltere
9	EPD Italy	50	İtalya
10	RTS EPD	37	Finlandiya
11	EPD Danmark	33	Danimarka
12	DAP construccion	21	İspanya
13	DAP Habitat System	11	Portekiz
14	ZAG	9	Slovenya
15	Bau EPD	6	Avusturya

4.2.3. EPD belgelendirme süreci

Çevresel Ürün Beyanının (Environmental Product Declaration – EPD) belgelendirme süreci; veri toplama, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) modellemesi ve değerlendirme raporu, EPD belgesinin hazırlanması, üçüncü bağımsız doğrulama, kayıt ve yayın olmak üzere beş aşamada oluşmaktadır. İlk olarak çalışma kapsamında işleme alınacak ürünler firma tarafından belirlenmektedir. Belgelendirme sürecindeki aşamalar aşağıda belirtilen sırayla açıklanmıştır (EPD Turkey, 2018b):



Şekil 4.4. EPD belgelendirme aşamaları

Birinci aşama: süreç YDD hesaplamaları için veri toplama aşaması ile başlamaktadır. Belirlenen ürünün üretimine ilişkin hammadde tüketim miktarları, hammadde kaynağından fabrikaya olan mesafeleri, enerji tüketim miktarları, yardımcı malzeme tüketim miktarı, su tüketim miktarları, atıklar ve emisyon oluşumu ile ilgili veriler toplanmaktadır.

İkinci aşama: toplanan veriler, SimaPro, GaBi gibi YDD yazılım araçları ile YDD modellemesi çıkarılarak, EPD için gerekli olan çevresel etki kategorileri hesaplanmakta ve YDD değerlendirme raporu hazırlanmaktadır. Bu aşamada PCR çerçevesinde talep edilen beyan edilen ürünün birimi, verilerin kapsadığı çalışma dönemi ve sistem sınırı belirlenmektedir.

Üçüncü aşama: YDD raporunun sonuçlarına göre EPD belgesinin grafik tasarımı yapılarak, ilgili PCR çerçevesinde belirtilen çevresel etki kategorileri sonuçları ve EPD belgesinde olması gereken bilgiler ile EPD belgesi hazırlanmaktadır.

Dördüncü aşama: YDD raporu ile EPD belgesi uluslararası bağımsız doğrulayıcıya gönderilmektedir.

Beşinci aşama: doğrulayıcı tarafından onay alındıktan sonra EPD belgesi, başvurulan program operatörü tarafından kayıt altına alınarak, yayınlanmaktadır.

EPD belgeleri kayıt altına alınırken EPD belgesi sayısına göre kayıt ücreti ve firma büyüklüğüne göre firma kayıt ve üyelik bedeli alınmaktadır. EPD kayıt ücreti bir defalığına, firma kayıt ve üyelik bedeli ise senelik şeklinde ödenmektedir. Kayıt altına alınan EPD belge sayısı artış gösterdikçe EPD başına düşen maliyet azalmaktadır.

4.3. Ürün Kategori Kuralları

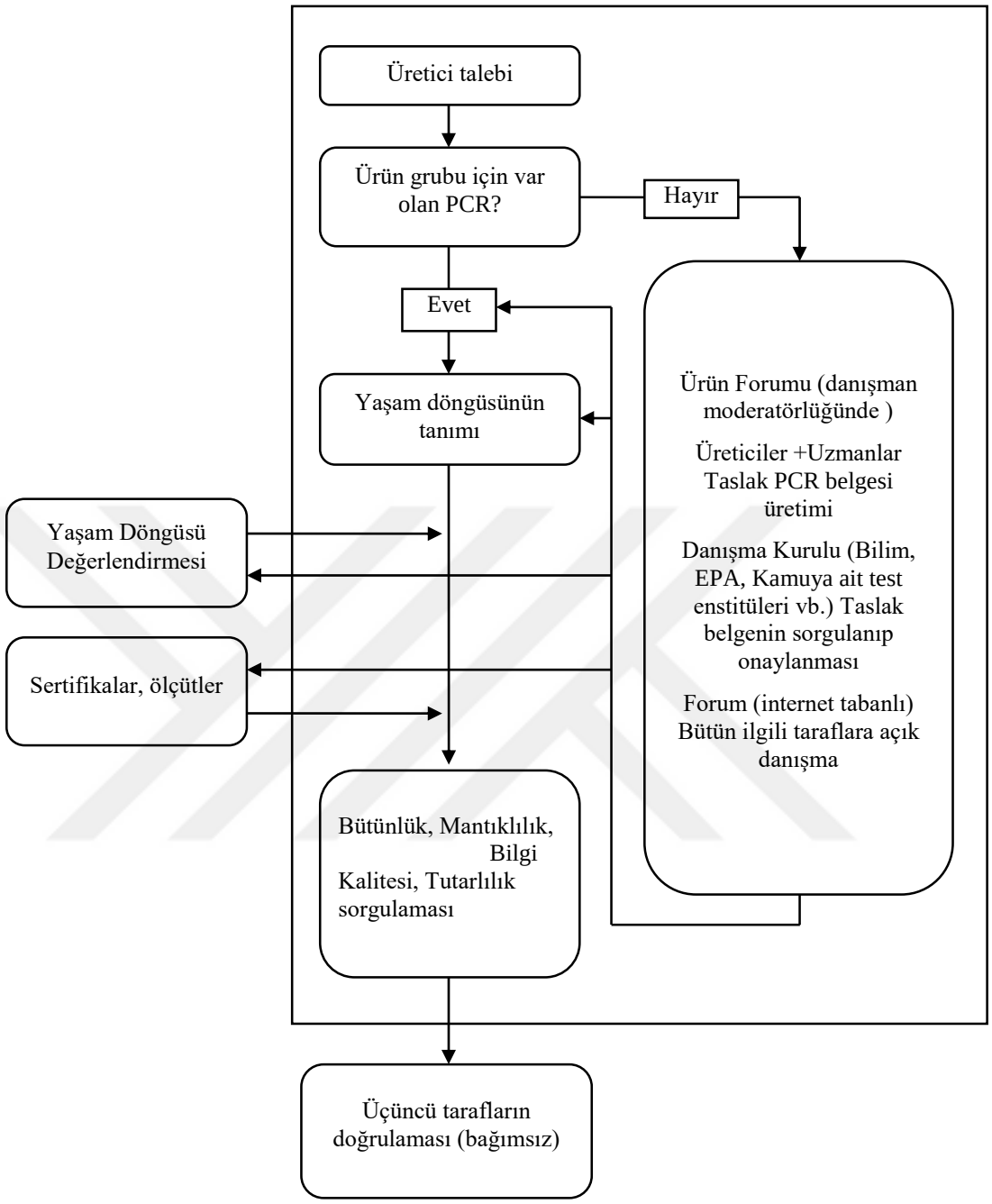
Ürün Kategori Kuralları (Product Category Rules – PCR), belirli bir ürün kategorisi için bir Çevresel Ürün Beyanı (EPD) hazırlanırken uyulması gereken kurallar, gereksinimler ve kılavuzları sağlayan belgelerdir. Belirlenen ürün için YDD'nin kapsamını ve amacını, dâhil edilmesi gereken aşamalarını, önceden belirlenmiş parametrelerin kategorilerini ve çevreyle ilgili ilave bilgileri belirler. PCR, ISO 14025'e göre geliştirilmekte ve her ürün grubu için kendine özel kuralları

bulunmaktadır. Bu kurallar sayesinde aynı ürün grubuna ait farklı EPD belgeleri arasında şeffaflığı ve karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. PCR belgelerinin gelişimi aşağıda belirtilen taraflarca, açık, şeffaf ve katılımcı bir sürece dayanan, uluslararası kabul görmüş bir şekilde hazırlanmaktadır (Environdec, 2019):

- Aynı ticari ve ilgi alanında birbiriyle etkileşim içinde olan şirketler ve kurumlar,
- YDD uzmanları ile birlikte çalışan şirketler ve kurumlar ile etkileşim halinde olan EPD uzmanları
- Kurum içi gerekli yeterliliğe sahip olan tekil şirketler veya kurumlar tarafından hazırlanmaktadır.

EPD belgesi alım sürecinde, üreticinin talebine bağlı olarak ürünü için mevcut PCR belgelerinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Ürün grubuna ait kurallar mevcut ise yaşam döngüsü tanımlanması yapılarak, YDD yöntemi uygulanmakta ve gerekli olan ölçümler yapılmaktadır. Bütün çalışma sonuçları bütünlük, uygunluk, veri kalitesi ve tutarlılık kontrolleri yapılarak yorumlanıp, bağımsız üçüncü tarafların doğrulaması yapılmaktadır. Eğer başvurulan ürün grubuna ait PCR bulunmuyorsa uygulanan EPD program operatörü ile bağlantıya geçilerek, ürün forumu, üreticiler ve uzmanlar tarafından taslak bir PCR belgesi hazırlanarak, danışma kuruluna sunulup onaylanması yapılmaktadır. Tüm ilgili taraflara danışma için veri tabanı şeklinde paylaşılmaktadır. Uygun PCR oluşturulduktan sonra diğer adımlar takip edilerek, bağımsız tarafların doğrulamasına sunulmaktadır.

Özetle PCR, spesifik bir yapı malzemesi için YDD yöntemi uygulanırken dikkat edilmesi gereken konuları ve hangi aşamaların çalışmaya dahil edilmesi gerektiğini belirten kurallardır. PCR iş akışında eğer belirlenen ürün grubu için PCR yoksa firma tarafından alt kategorinin oluşturulup onaya sunulması özelliği ile PCR sürekli bir gelişim içerisinde olmaktadır.



Şekil 4.5. PCR belirlemek için iş akış şeması (Köktuna, 2012)

4.4. EPD Belgelerinin Uygulamalarda Kullanım Alanları

Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD), ürünlerin çevresel performansları ile ilgili bilgilerinin doğrulanıp onaylanan bir çeşit çevre performans ölçütleri özelliğinde olup aynı zamanda da sürdürülebilirlik ölçütü olarak kullanılmaktadır. Bu özelliği ile kamu ve özel sektörde sürdürülebilir üretimi desteklemektedir (SÜRATAM, 2018). Ayrıca EPD belgesine sahip ürünlerin

çevresel performansının karşılaştırılabilir özelliğine sahip olması, sektörde sürdürülebilir tedarik zincirinin oluşmasını sağlamaktadır. EPD belgelerinin sağladığı bilim tabanlı çevresel bilgiler uluslararası standartlara uygun bir şekilde hazırlandığı için her çeşit yönetim sisteminde kullanılabilir ve çevresel alanda diğer örgütsel amaçları destekleyebilmektedir. Ayrıca EPD belgeli yapı ürünlerinde sunulan bilgiler ile yapı değerlendirme şemalarında da kullanılabilmektedir. EPD'nin genel amacı, ilgili ve doğrulanmış bilgiler ile çeşitli iletişim ihtiyaçlarının karşılanmasıdır. Bu belgelerin farklı uygulamalarda kullanım alanları şu şekildedir (Environdec, 2019):

- Yapı değerlendirme şemaları (Örneğin, LEED, BREEAM, DGNB)
- Yeşil kamu alımları
- İşletmeler arası iletişim
- İşletmeden tüketiciye iletişim
- Çevresel yönetim sistemleri (Örneğin, ISO 14001)
- Çevre tasarımı

Yapı değerlendirme şemalarında kullanımı; EPD belgeleri, uluslararası standartlara göre hazırlanması, YDD yöntemini kullanması, birçok çevresel etki kategorilerini şeffaf bir şekilde sunması, bağımsız bir şekilde doğrulanması ve aynı ürün kategorisi içerisinde karşılaştırılabilir özelliklerinde olması ile çevre beyanlarında, yapı derecelendirme sistemlerinde ve sertifika programlarında kullanımının uyumlu olmasını sağlamaktadır. EPD belgeli yapı ürünleri LEED, BREEAM VE DGNB gibi yeşil bina sertifika sistemlerinde ek puan sağlamaktadırlar.

Yeşil kamu alımlarında kullanımı; EPD belgelerinin yukarıda açıklanan özellikleri sayesinde kamu veya özel ihale uygulamalarında kullanılmaktadır. Belirlenmiş ürün grupları ve kriterler olmadığı için herhangi bir kısıtlama olmadan tüm ürün ve servisler için EPD belgesi alınabilmektedir. Kamu alımlarında üç ana başlık altında kullanabilmektedir. Bunlar, ürün hakkında çevresel bilgi edinmek, ihale dokümanlarında çevresel gerekliliklerin doğrulanması olarak ve aynı ürün grubunda ve PCR'na dayanan ürünleri çevresel açıdan karşılaştırılması ve en iyi ürünü ödüllendirmektir.

İşletmeler arası iletişimlerde kullanımı; ilgili ve güvenilir bilgilerin sağlanması ile ürün performans iletişimi sağlanmaktadır. Tedarik, nihai imalatçıya ürünün değer zincirindeki YDD bilgilerinin sağlanması ve pazarlama alanlarında kullanılmaktadır.

İşletmeden tüketiciye iletişimlerde kullanımı; EPD öncelikli olarak işletmelere yönelik geliştirilmiştir. İşletmeler tarafından belgeye sahip ürünlerinde, EPD logosunun ve belgeden elde edilen veri sonuçlarının ambalajlar üzerinde kullanılması, ayrıca sonuçların, ürün broşürleri, pazarlama araçları, web siteleri gibi farklı iletişim araçlarıyla kullanılması tüketici tarafına çevresel farkındalık iletişimi sağlanmaktadır.

Çevresel yönetim sistemlerinde kullanımı; EPD'ler çevre yönetimi ile ilgili ISO 14000 serisindeki standartlardan, ISO 14025'e göre hazırlandığı için çevre yönetimi ile arasında doğrudan bir bağlantı vardır. ISO 14001 çevresel yönetim sistemleri standardına göre, kuruluşun faaliyetlerinin, ürün ve hizmetlerinin çevresel etkilerini tespit etmesi gerekmektedir. Kuruluşlar EPD belgeleri ile ürünün çevresel performansını yaşam döngüsü açısından tanımlama, planlama, denetleme, ölçme, analiz ve değerlendirme, iyileştirme ve sonucu müşteriler, tüketiciler, yetkililer gibi tüm paydaşlara iletilmesi alanlarında kullanılmaktadır. Böylece EPD belgeleri ISO 14001 standardının gerekliliklerini yerine getirmiş olmaktadır.

Çevre tasarımında kullanımı; yeni ürünlerin tasarımı ve geliştirilmesi aşamalarında veya mevcut ürünleri düzenlerken, çevresel etkileri hakkında bilgi almak için EPD belgelerinden yararlanılabilmektedir. EPD'den yararlanan bir kuruluş, ürünlerinin çevresel performanslarının gelişmelerini daha kolay bir şekilde izleyebilmekte ve raporlayabilmektedir.

4.4.1. EPD belgelerinin yeşil bina sertifika sistemlerinde kullanımı

Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD) LEED, BREEAM, DGNB ve BEST – KONUT Sertifikası gibi yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave kredi puanları sağlamaktadır. Malzemelerin nicel verilerle çevresel performansının hesaplanabiliyor olması yeşil bina sertifika sistemlerinde bu belgeye sahip ürünlerin kullanımını teşvik etmektedir (EPD Turkey, 2017b).

Yeşil bina yapımında malzeme seçimi çevresel etki için önemli bir yere sahiptir. Malzeme kullanımında kaynak tüketimini azaltacak, geri dönüşümü destekleyen, bina kullanıcıları için iç hava kalitesinin iyileştirilmesini sağlayan ve su verimliliğinin arttıran uygulamalar yeşil bina sertifika sistemlerinde puanlandırıldığı için önem kazanmaktadır. Bu nedenle, yeşil bina uygulamalarının da bu kriterlere uygun malzemelerin kullanılması sürdürülebilirlik için önemli olmaktadır (Gürgün, Kömürlü ve Arditi, 2015).

EPD belgeli ürünlerin LEED, BREEAM ve DGNB yeşil bina sertifika sistemlerine sağladığı ilave kredi bilgileri aşağıda belirtilmiştir (Kara, 2017);

EPD belgeli ürünler LEED V4 sertifikasında 'M&R: Materials & Resources' kredileri bölümünde değerlendirilmektedir. Proje binasına giren malzemelerin çevresel etkileri ve proje binasından çıkan malzemelerin kullanımı ve bertarafı olmak üzere iki konuya odaklanmaktadır. LEED malzeme ve kaynak bölümü gereklilikleri, kredileri ve kredi puanlarının değerlendirilmesi kapsamında, EPD ve Multi – Attribute Optimization (Çok Özellikli Optimizasyon) başlıkları altında, toplam 2 puan katkı sağlamaktadır. LEED sertifikasında bu kredilerin amacı, ürünün YDD bilgileri ile çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan tercih edilen ürün ve malzemelerin kullanımını teşvik etmektir.

BREEAM 2014 sertifikasında 'Mat 01 Life Cycle Impacts' bölümünde YDD çalışmaları ile ilave kredi puanlarının elde edilmesi belirtilmiştir ve toplamda 9 puan katkı sağlamaktadır. Yapıda kullanılan malzemelerden kaynaklı sera gazı emisyonlarının $kgCO_2$ cinsinden hesaplanması 6 puan sağlamaktadır. YDD çalışmasını yapı boyutunda değerlendirilmesi durumunda ise 3 puan inovasyon kredisi alınmaktadır.

DGNB sertifikası, YDD yöntemini yoğun bir şekilde kullanan tek yeşil bina değerlendirme sistemidir. YDD çalışmasını yapı boyutunda kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi durumunda toplam puanların %22,5'ini bu çalışma ile sağlamaktadır.

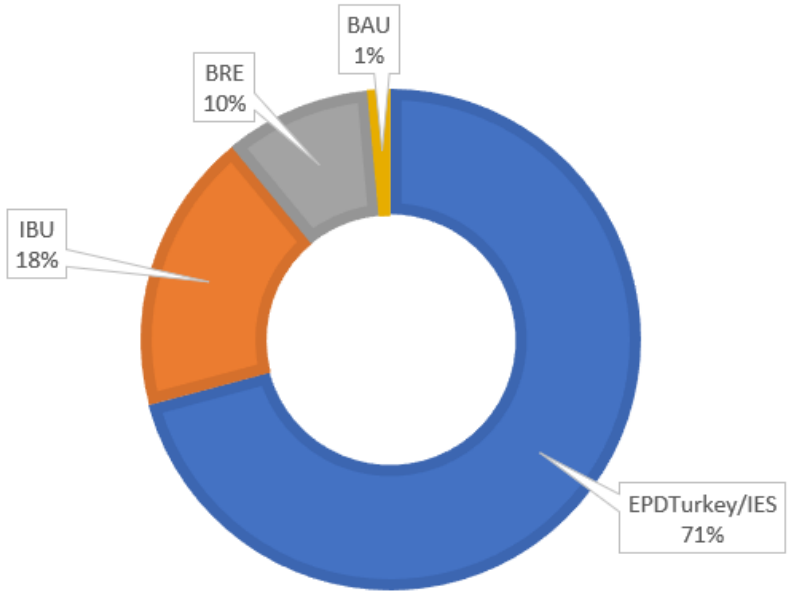
B.E.S.T – KONUT Sertifikası, çevre dostu malzeme kullanımında YDD analizi yapılmış ve çevre beyanı almış malzemelerin kullanımına teşvik etmektedir. Bu

kapsamda sertifika eko etiket, EPD belgesine sahip olarak toplam 3 puan katkı sağlamaktadır. Değerlendirilen temel yapı elemanlarını oluşturan yapı malzemelerinin 10 tanesinin sertifikalı olması durumunda 1 puan ve 20 tanesinin sertifikalı olması durumunda 2 puan elde edilmektedir (ÇEDBİK, 2019a).

4.5. Türkiye'de EPD Belgelerinin Mevcut Durumu

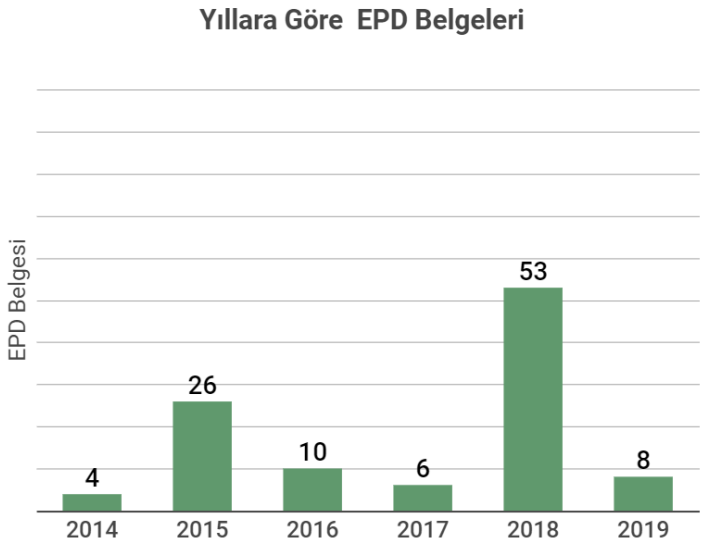
Türkiye'de sürdürülebilir üretim için gerekli Ar-Ge ve tasarım altyapısını oluşturmak, yaşam döngüsü odaklı sürdürülebilir tasarım yaklaşımları ile enerji ve kaynak verimliliği yüksek üretim imkânlarını sağlamak amacı ile SÜRATAM kurulmuştur. SÜRATAM, 2014 yılında üretici firmalara gerekli teknik desteği vermek, sanayide araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek olmak, ihtiyaçları belirlemek amaçlarıyla özel sektör tarafından kurulmuş ve sanayi tarafından destelenen bir merkezdir. Faaliyet alanları, Sürdürülebilir Binalar, Sürdürülebilirlik Rapor ve Beyanları, Üretim ve Tasarım, Ar-Ge'den oluşmaktadır. Çevresel Ürün Beyanı (Environmental Product Declaration – EPD) ülkemizde 2014 yılından itibaren SÜRATAM tarafından EPD Turkey kanalıyla EN 15804 Avrupa normuna uyumlu olarak kayıt altına alınmaktadır. Başta yapı sektörü olmak üzere tekstil, kimya, enerji, ambalaj, gıda ve ulaşım gibi birçok sektörde çevresel performans verilerini düzenleyerek Türk sanayisinin çevresel açıdan sürdürülebilir büyümesine katkı sağlamaktadır (SÜRATAM, 2019). SÜRATAM çatısı altında EPD Turkey tarafından sağlanan EPD belgeleri ile Türk yapı malzemeleri üreticilerinin, uluslararası pazarda karşılaşacakları ürün çevresel performansı odaklı ticari engelleri ortadan kaldırmaktadır. Böylece uluslararası standartlarda sürdürülebilir üretime katkı sağlanmaktadır. EPD Turkey, İngilizce olarak yayınlanan EPD belgelerini, Türkiye'de gelişen yerel yeşil bina değerlendirme sistemlerini desteklemek amacıyla Türkçe olarak da yayınlamaktadır (EPD Turkey, 2018a).

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de hızla büyümekte olan sürdürülebilir yapılar ve yüksek performanslı bina çalışmalarının gerektirdiği bir sonuç olarak EPD çalışmalarına olan talep sürekli artmaktadır. Ülkemizde EPD Turkey/International EPD System, IBU, BRE ve BAU programları tercih edilip toplam 153 adet EPD belgesi alınmıştır ve bunlardan 106 tanesi yerel program EPD Turkey üzerinden yayınlanmıştır (Atacan, 2019).

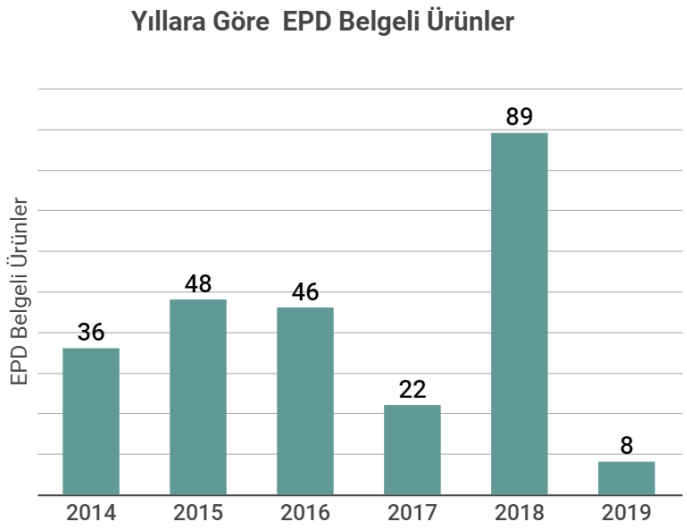


Şekil 4.6. EPD programlarına göre Türkiye'de EPD belgelerinin dağılımı (Atacan, 2019)

SÜRATAM tarafından EPD Turkey sisteminde kayıtlı EPD belgelerinin istatistikleri incelenerek sonuçları EPD Turkey websitesinde yayınlanmıştır. Bir EPD belgesi çalışması, benzer olan birden çok ürünü kapsayabildiği için yıllara göre EPD belge sayısı Şekil 4.7 ve EPD belgesi almış ürün sayısının grafiği Şekil 4.8'de gösterilmektedir.

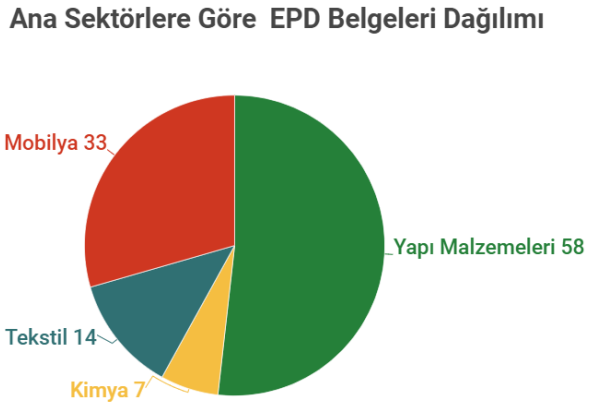


Şekil 4.7. Yıllara göre EPD belgelerinin dağılımı (EPD Turkey, 2019)

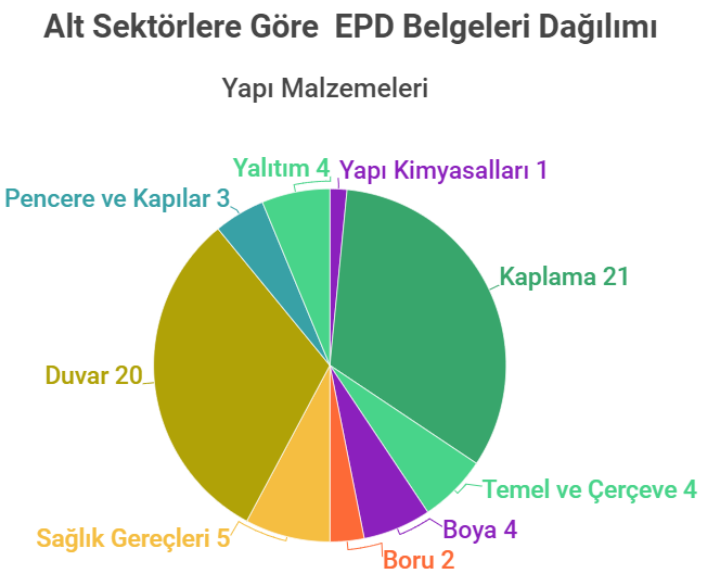


Şekil 4.8. Yıllara göre EPD belgeli ürünlerin dağılımı (EPD Turkey, 2019)

Ülkemizde yapı malzemeleri, kimya, tekstil ve mobilya sektörlerinde EPD belgelerine talep olmaktadır. Günümüzde bu dört ana sektörün sahip olduğu toplam EPD belgelerinin dağılımı Şekil 4.9 ve belgelendirme de öncü olan grup yapı sektörünün, yapı malzemeleri kullanımına göre sınıflandırılmasının dağılımı Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Yapı malzemeleri endüstrisi alt sektörlerin bina uygulamalarına göre EPD belgesi alınmış ürünler şu şekildedir; gazbeton, yalıtım malzemesi, alçı levha, PVC profil, alçı sıva, porselen karo, seramik sağlık gereçleri, çimento, boya, alüminyum kompozit panel, yapıştırıcı harçlar, profiller, yapı çelikleri ahşap asma tavan ve duvar kaplama sistemi gelmektedir.



Şekil 4.9. Ana sektörlere göre EPD belgelerinin dağılımı (EPD Turkey, 2019)



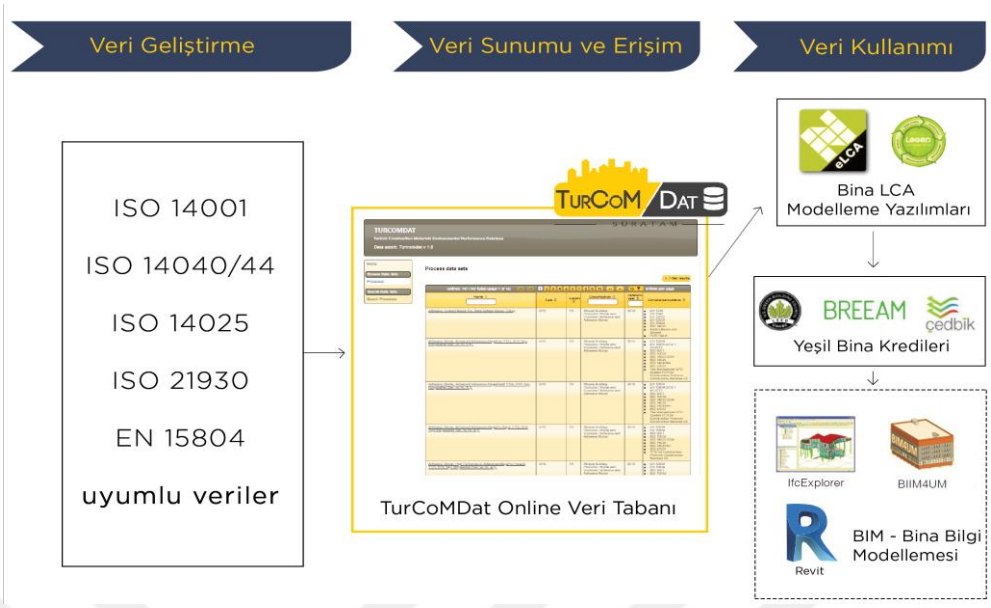
Şekil 4.10. Yapı sektöründe alt sektörlere göre EPD belgelerinin dağılımı (EPD Turkey, 2019)

Ülkemizin ihracatta en büyük paya sahip olan yapı malzemeleri sektöründe, EPD belgelerine olan talebinde büyük bir paya sahip olduğu görülmektedir. EPD belgelerinin alınmasını etkileyen en büyük sebeplerden biri ülkemizde hızla yayılmakta olan yeşil bina sertifika sistemlerinin yapı malzemelerinde EPD belgesine olan talepleri etkili olmaktadır. Sektörel açıdan sahip olunan EPD belge sıralamasında, ikinci sırayı mobilyalar ve son zamanlarda sürdürülebilir moda ile bu konuların daha çok ön plana çıktığı tekstil sektörü gelmektedir. Çevresel performansı yüksek ürünlerin seçimi için önemli bir karar verme aracı olarak kullanılabilen EPD belgelerinin farklı sektörlerde tercih edildiği grafiklerdeki verilerden anlaşılmaktadır.

EN 15804 standardının yayımlanması ile AB Yapı Malzemeleri Yönetmeliğinde EPD belgelerinin CE işareti için de kullanılmasının önerilmesi, yapı malzemeleri sektöründe EPD belgelendirmesinde artış sağlamıştır. Bu durum yapı malzemelerinin alt sektörlerinden yalıtım, duvar, kaplama boya, pencere ve kapı gibi birçok üründe EPD belgesinin alınması etkili olmuştur. Avrupa başta olmak üzere dünya genelinde çevresel performansı bilgisine artan ilgi ve satın alımlarda tercih sebebi olması, ülkemizdeki üreticilerinde dünya pazarına girebilmek ve çevreye duyarlılığını ölçülebilir bir şekilde kanıtlamak için EPD belgelerini tercih edilmesini sağlamaktadır (Atacan, 2019).

Yerel bir EPD sistemimizin olması Türkiye'de sürdürülebilir yapılarda malzeme bilgisinin kullanılmasının önemi açısından büyük bir paya sahip olmaktadır. SÜRATAM tarafından desteklenen bu altyapı ile yapıların sürdürülebilirlik değerlendirmeleri için veri tabanı oluşturulmaktadır (Kara, 2015). 2018 yılında SÜRATAM tarafından Metsims Sustainability Consulting teknik uzmanlığında ve ÇEDBİK desteğinde, TurComDat veri tabanı geliştirilmiştir. TurComDat, Türkiye'de üretilen yapı malzemelerinin çevresel etki performansını bilimsel olarak uluslararası standart ve normlara uygun bir şekilde yayınlayan veri tabanıdır. TurComDat ile yeşil bina sertifika sistemlerindeki gelişmelere uyumu, BIM entegrasyonu ihtiyacının karşılanması, bina tasarımında çevresel etkilerinin iyileştirmesini kolay bir şekilde yapılması, YDD hesaplamalarının yerel verilerle yapılabilmesi ve ihraç pazarlarında karşılaşabilecek ticari engellerin ortadan kaldırılması sağlanmıştır. Veri tabanı yapı malzemelerini işlevsel birimlerine bağlı olarak (kg, m^2, m^3, kg/m^3, MJ, kWh gibi) hesaplanmış, 216 ürün, 17 yaşam döngüsü aşaması ve 24 adet çevresel performans göstergelerinden oluşmaktadır. SÜRATAM akademik kurulu tarafından onaylanan bu veri tabanı, mimarlara, tasarımcılara ve yeşil bina uzmanlarına çevresel performanslı malzemeleri seçme imkânı sağlamaktadır. Böylece üretici firmalarında bu pazardan pay almaları sağlanmaktadır. TurComDat veri tabanı, web arayüzü kanalında sorgulama için ve Avrupa'da tek noktadan erişim için çalışmalara devam edilmektedir. Çalışmalar tamamlanınca Türk yapı malzemelerinin Avrupa'da yeşil yapı pazarında yer alma imkânı sağlanacaktır (SÜRATAM, 2018). TurComDat, ILCD+EPD data formatı gibi uluslararası norm ve standartlarda yeşil bina sertifika sistemlerinde kullanılabilecek şekilde geliştirilmiştir ve üçüncü yazılımlar tarafından erişim sağlanabilmektedir. Veri tabanının BIM sistemlerinde de uygulanması için çalışmalara devam edilmektedir (TurComDat, 2018).

Sanayide sürdürülebilir üretim altyapının oluşturulması, kaynak ve enerji verimliliğinin ortaya çıkarılması adına ülkemizde yerel YDD veri tabanına duyulan ihtiyaç doğrultusunda SÜRATAM tarafından 2018 yılında TLCID veri tabanı yayımlanmıştır. TLCID ulusal ve uluslararası alanda kullanıcılara sunulmaktadır (SÜRATAM, 2018).



Şekil 4.11. Veri tabanı sunumu ve kullanımı (TurComDat, 2018)

Türkiye'nin yerel EPD programı EPD Turkey, kayıt ücretlerinin ülke dışına çıkmasına engel olarak, TurComDat gibi sıfır karbon yapıların değerlendirilmesinde önemli bir yeri olan veri tabanı çalışmalarında değerlendirilmektedir (Atacan, 2019). Ayrıca EPD belgesine başvurular, TC Ticaret Bakanlığının 'Destek Kapsamındaki Pazara Giriş Belgeleri' kapsamında olup, kayıt sürecinde yaptıkları harcamaların %50'ye varan kısmını 6 ay içerisinde devletten geri alınabilmektedir. EPD belgeleri kayıt ücretlerinde geçerli olmak üzere bakanlık desteğine sahiptir (EPD Turkey, 2018b). Böylece üreticilerin yurtdışı pazarına açılma maliyetlerinde büyük bir destek sağlanmıştır.

Türkiye'de envanter veri tabanı ile ilgili çalışmaların daha başında iken standart bir yol geliştirilerek ve yerel veriler kullanılarak yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin karşılaştırılmasında daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır (Öztaş ve Tanaçan, 2018). Hızla ilerlemekte olan sektörde, oluşturulan bu yerel veri tabanı ile önemli bir açığın yeri kapatılması sağlanmıştır.

5. TÜRKİYE'DE EPD BELGESİNE SAHİP FİRMALARIN BELGE ALIM SÜRECİ VE SÜREÇ SONRASINA İLİŞKİN ARAŞTIRMA

Tez çalışmasının bu bölümünde, ülkemizde yapı malzemesi sektöründe Çevresel Ürün Beyanına (Environmental Product Declaration – EPD) sahip firmaların belge alım süreci ve sonrasına ilişkin durumlarını tespit etmek amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda araştırmanın amacı ve yöntemi, anketin kapsamı, verilerin analizi ve sonuçların değerlendirilmesi ele alınmıştır.

5.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Araştırmanın amacı; yapı malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) kapsamında çevresel etkilerinin değerlendirildiği Çevresel Ürün Beyanının (Environmental Product Declaration – EPD), Türkiye'deki üreticiler tarafından nasıl elde edildiklerini, üreticilerin belgeye sahip olma nedenlerini ve belge alımı sonrası elde ettikleri kazanımları tespit etmektir. Elde edilen veriler ile belge süreci hakkında tecrübelerin paylaşılması ile farkındalık oluşturulması ve EPD belgelerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Anket sonuçların değerlendirilmesi ile akademik çalışmalara ve yapı sektöründeki paydaşlara katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışma, araştırmanın önemini ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışmasının ikinci aşamasında yöntem olarak anket çalışması seçilmiştir. Bu doğrultuda bazı firmaların yetkilileri ile yüz yüze ve telefon görüşmesi yapılarak, EPD belgesinin elde edinim süreçleri hakkında tecrübeleri detaylı bir şekilde öğrenilip, çalışmanın amacına uygun sorular hazırlanmıştır. Anket soruları Google Form üzerinden oluşturulup e-posta aracılığıyla, firmaların EPD belgesi için görevlendirilmiş yetkililerine gönderilmiştir. Anket gönderilmeden önce tüm firmalarla telefon ile görüşülerek anket içeriği aktarılmıştır. Gelen yanıtlar doğrultusunda anket verileri analiz edilerek, sonuçlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmanın sonunda anket sonuçlarının güvenilirlik düzeyini belirlemek için, Cronbach's alpha yöntemi uygulanmıştır.

5.2. Araştırmanın Kapsamı

Anket çalışmasının içeriği dört bölümden oluşmakta ve toplam 30 adet soru katılımcılara sunulmaktadır. Birinci bölümde anket hakkında genel bilgiler verilerek, anketin amacı ve önemi açıklanmıştır. Anket verilerinin bilimsel açıdan değerlendirilip sunulacağı, kişi ve kurum bazında herhangi bir bilginin paylaşılmayacağı belirtilmiştir.

Anketin ikinci bölümünde katılımcıların mesleki ve konu ile ilgili tecrübeleri hakkında bilgi edinmek için hazırlanmış sorulardan oluşmaktadır.

Anketin üçüncü bölümünde katılımcı firmalar hakkında genel bilgiler ve konu ile ilgili çalışmalarını görmek adına hazırlanmış sorulardan oluşmaktadır.

Anketin dördüncü bölümünde katılımcılara, Çevresel Ürün Beyanına (EPD) sahip ürün için nasıl bir süreç takip edildiği, firmanın belgeyi alma sebepleri, süreç sonrası elde ettikleri kazanımları ve ürünün yaşam döngüsü süresince çevresel etkileri için yapılan çalışmalara yönelik sorular sunulmuştur.

Anket soruları farklı fonksiyonlara sahip yapıların genelinde kullanılabilen malzemeler seçilerek, bu malzemeler için EPD belgesine sahip üretici firmalara gönderilmiştir. Anket formu alçı levha, PVC profil, yalıtım malzemesi, alçı sıva, porselen karo, gazbeton, seramik karo yapıştırıcısı, ahşap, seramik sağlık gereçleri, çimento, alüminyum kompozit panel, boya, alüminyum levha ve seramik karo üreticilerinden oluşan 26 firmaya gönderilmiştir. Firmalara iletilen anketlerden toplam 23 adet ürün için geri dönüş olmuştur. Ankete cevap verme oranı % 88'dir. Sektörde EPD belgesini almış firma sayısının az olmasından dolayı ankete katılım sayısının artışı için imkânlar kısıtlı olmuştur. Ankete katılım sağlayamayan firmalar, Türkiye'nin içinde bulunduğu ekonomik kriz sebebiyle firma kapatma ve belge yenileyememe durumlarından dolayı dönüş yapamamışlardır. Firma dışından çevre danışmanı ile birlikte çalışarak belge elde eden firmalar ise ankete katılamamışlardır.

5.3. Anket Verilerinin Analizi

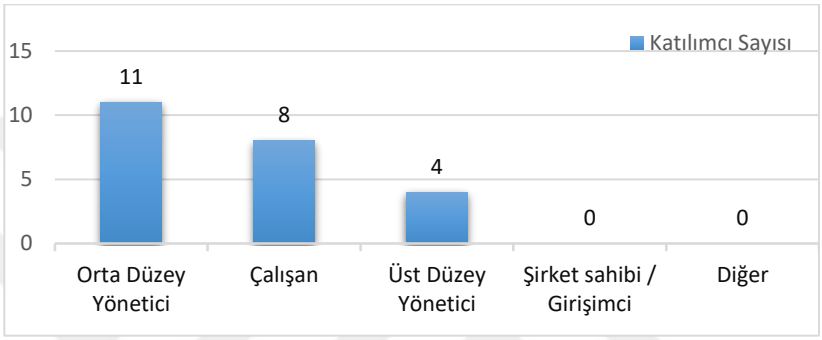
Anket cevaplarından elde edilen veriler grafik gösterimi ile ifade edilerek, sonuçların analizi yapılmıştır. Katılımcıların profilleri, katılımcı firmalarının profilleri ve

Çevresel Ürün Beyanının (EPD) süreçlerine yönelik belirlenen sorular, anket formundaki sırasıyla aşağıda grafik sunumları ile birlikte açıklanmıştır.

5.3.1. Anket katılımcılarının profilleri

Bu bölümde anket katılımcılarının profilleri hakkında toplam 5 soru yöneltilmiştir. Katılımcılardan gelen cevaplara göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur.

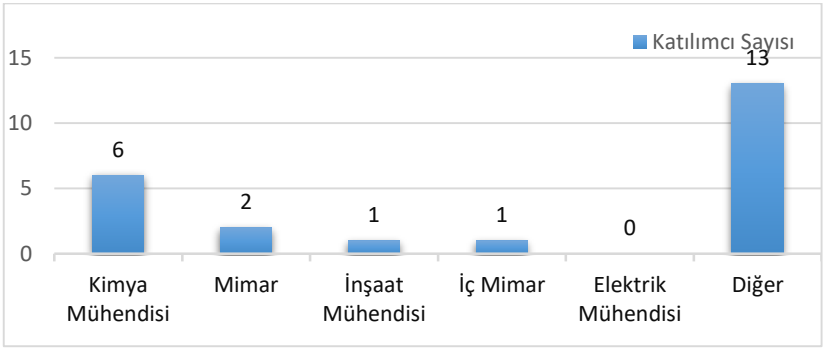
1. Soru: Firmadaki pozisyonunuz nedir?



Şekil 5.1. Katılımcı pozisyonları

Pozisyonunuz nedir sorusuna 11 katılımcı orta düzey yönetici, 8 katılımcı çalışan, 4 katılımcı üst düzey yönetici olarak cevap vermiştir.

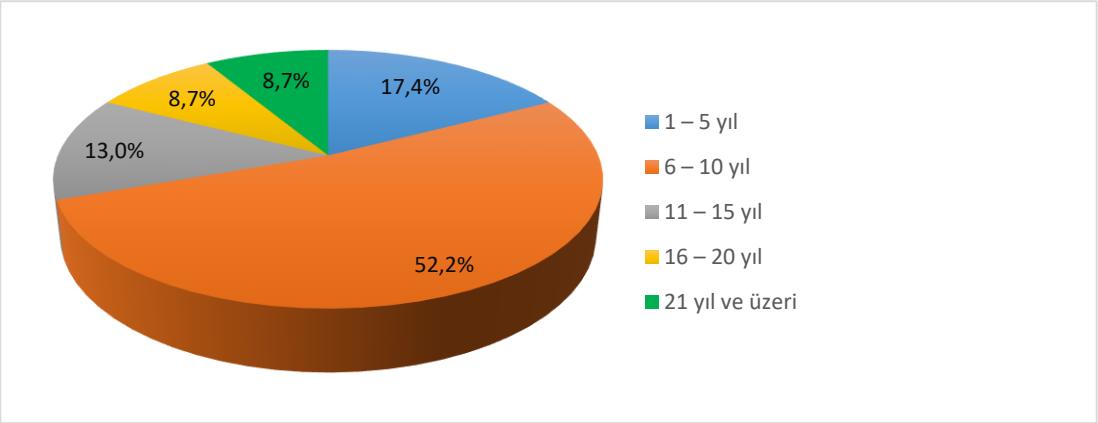
2. Soru: Mesleğiniz nedir?



Şekil 5.2. Katılımcı meslekleri

Mesleğiniz nedir sorusuna 6 katılımcı kimya mühendisi, 2 katılımcı mimar, 1 katılımcı inşaat mühendisi, 1 katılımcı iç mimar olarak cevap vermiştir. Diğer katılımcılar arasında çevre mühendisi, makine mühendisi, orman endüstri mühendisi, çevre uzmanı ve kalite güvence şefi yer almaktadır.

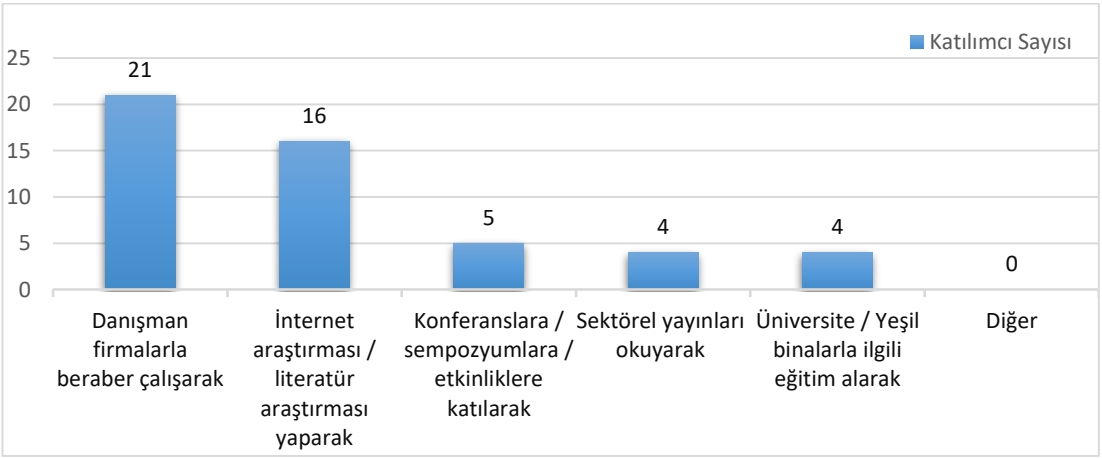
3. Soru: İş tecrübeniz kaç yıldır?



Şekil 5.3. Katılımcı iş tecrübeleri

Katılımcıların %52,2 oranla çoğunluğu 6 - 10 yıl arasında iş tecrübesine sahiptir. Bu oranı %17,4 ile 1 - 5 yıl arası, %13 ile 11 - 15 yıl arası iş tecrübesi takip etmektedir.

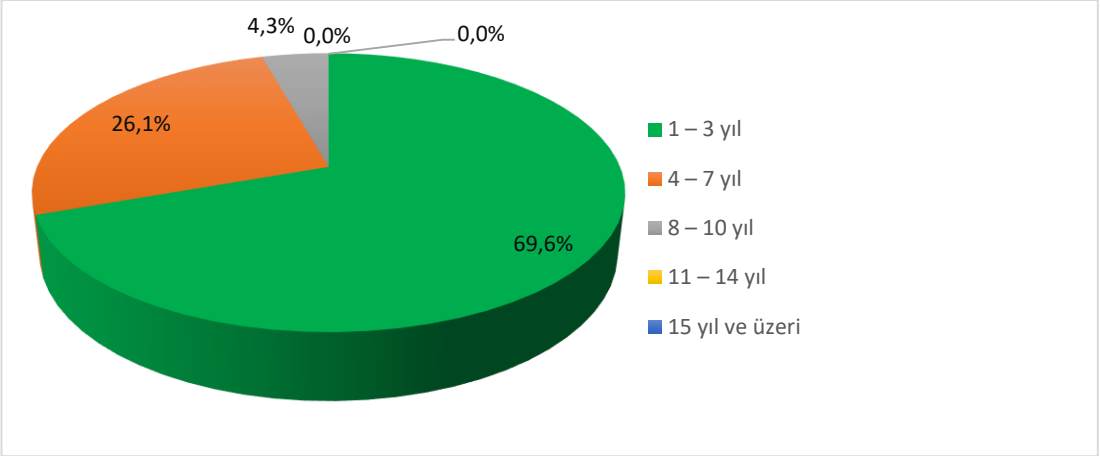
4. Soru: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi ve Çevresel Ürün Beyanı ile ilgili bilgilerinizi - tecrübelerinizi nasıl edindiniz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)



Şekil 5.4. YDD ve EPD gelişmeleri hakkında başvurulan kaynaklar

YDD ve EPD ile ilgili bilgileri edinmede, 21 adet katılımla danışman firmalarla birlikte çalışma ilk sırada yer almıştır. 16 adet katılımla internet ve literatür araştırması, 5 adet katılımla konferanslara/sempozyumlara/etkinliklere katılarak takip etmiştir. 4'er adet katılımla da sektörel yayınları okuyarak ve yeşil binalarla ilgili üniversiteden eğitim alınarak bilgi edinilmiştir.

5. Soru: YDD yöntemi ve EPD ile ilgili tecrübeniz kaç yıldır?



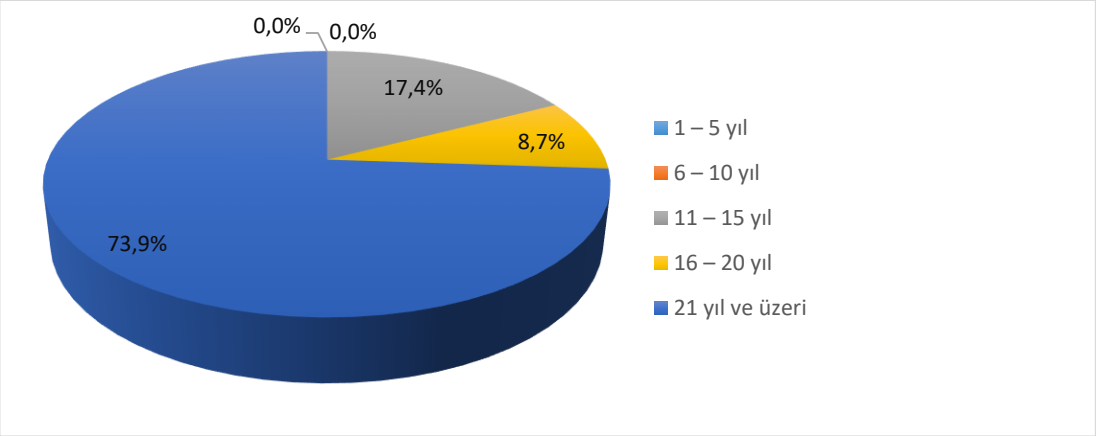
Şekil 5.5. Katılımcıların YDD ve EPD tecrübeleri

Katılımcıların %69,6 oranla çoğunluğu 1 - 3 yıl arasında, %26,1 oranla 4 - 7 yıl arasında YDD yöntemi ve EPD belgeleri hakkında tecrübeye sahip olduğu görülmektedir. Bu sıralamayı %4,3 oranla 8 - 10 yıl arasında tecrübeye sahip katılımcılar takip etmektedir. 11 yıl ve üzerinde YDD yöntemi ve EPD konuları hakkında tecrübe sahibi olan katılımcı bulunmamaktadır.

5.3.2. Katılımcı firmalarının profilleri

Anketin üçüncü bölümünde katılımcı firmalarının profilleri ve sürdürülebilirlik çalışmalarına yönelik gösterdikleri faaliyet tecrübeleri hakkında toplam 5 soru yöneltilmiştir. Bu bölümün ilk sorusu firmalarının isminin öğrenmek için yöneltilen bir sorudur. Firmaların kurum ve kişi olarak bilgileri gizli tutulacağı için bu sorunun cevabı tez çalışması kapsamında paylaşılmamıştır. Katılımcılardan gelen diğer soruların cevaplarına göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur.

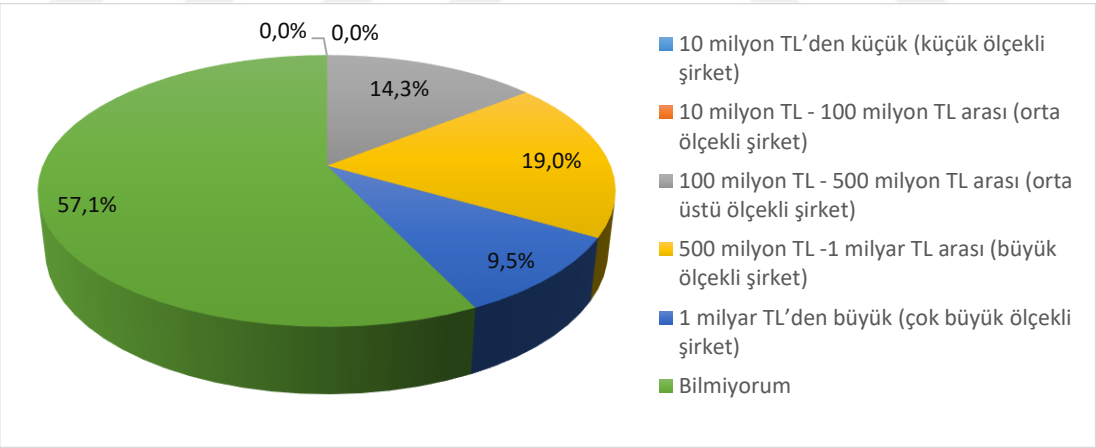
2. Soru: Firmanız kaç yıldan beri aktif bir şekilde faaliyet göstermektedir?



Şekil 5.6. Katılımcı firmalarının faaliyet durumları

Katılımcı firmalarının %73,9'u 21 yıl ve üzeri faaliyet göstermektedir. %17,4 oranla 11 - 15 yıl arası faaliyet süresi, %8,7 oranla 16 - 20 yıl arası faaliyet süresi takip etmektedir.

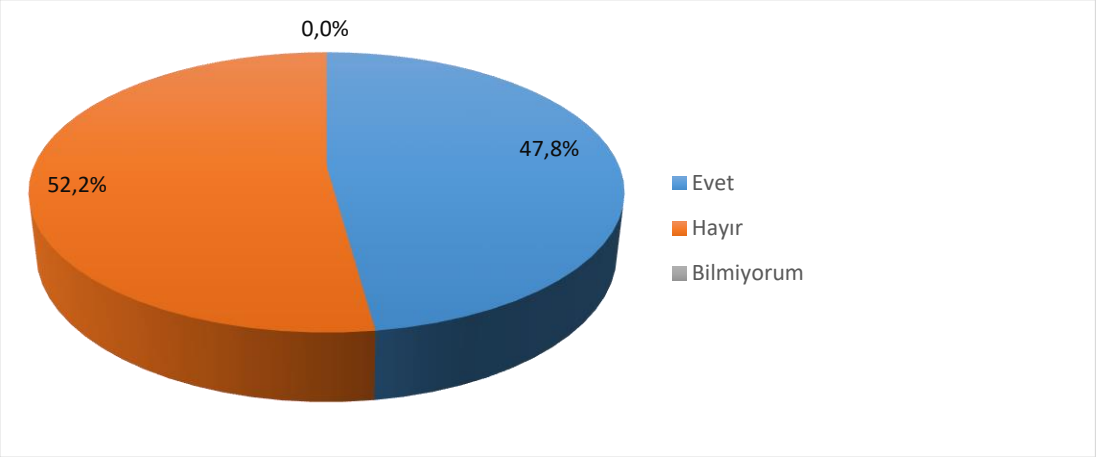
3. Soru: Firmanızın yıllık cirosu ne kadardır?



Şekil 5.7. Katılımcı firmalarının yıllık ciroları

Katılımcıların %57,1'i firma yıllık cirosu hakkında bilgi sahibi değildir. Katılımcı firmalarının % 19' u 500 milyon - 1 milyar TL arası yıllık ciroya sahip büyük ölçekli şirket, %14,3'ü 100 milyon TL ile 500 milyon TL arasında yıllık ciroya sahip orta üstü ölçekli şirkettir. Sıralamayı %9,5 oranla 1 milyar TL'den büyük çok büyük ölçekli şirket takip etmektedir.

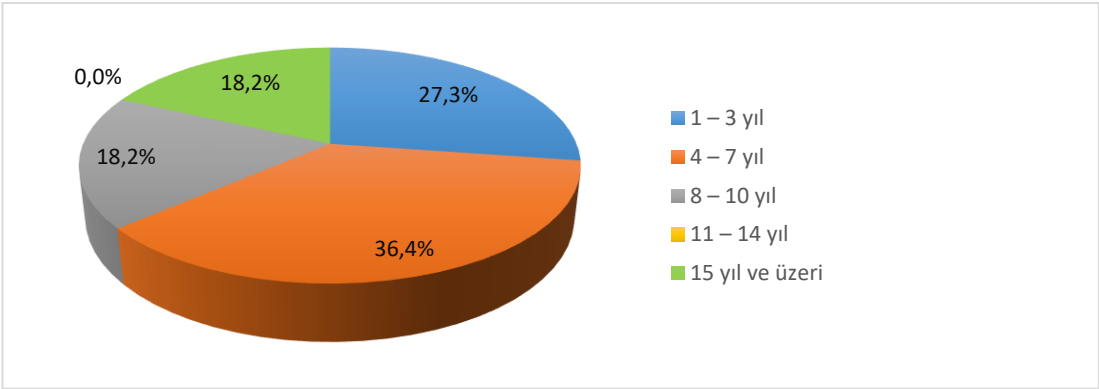
4. Soru: Firmanızda YDD ve EPD hakkında çalışmalar yürüten ayrı bir kişi, birim/ekip veya bölümünüz var mıdır?



Şekil 5.8. Firmaların YDD ve EPD çalışmaları için personel bulundurma durumu

Katılımcı firmalarının %52,2'si YDD ve EPD çalışmaları için ayrı bir kişi, birim/ekip veya bölüm bulundurmamaktadır, %47,8'i ise ayrı bir kişi, birim/ekip ya da bölüm bulundurmaktadır.

5. Soru: Firmanız sürdürülebilirlik kapsamındaki çalışmalarını kaç yıldır yapmaktadır?



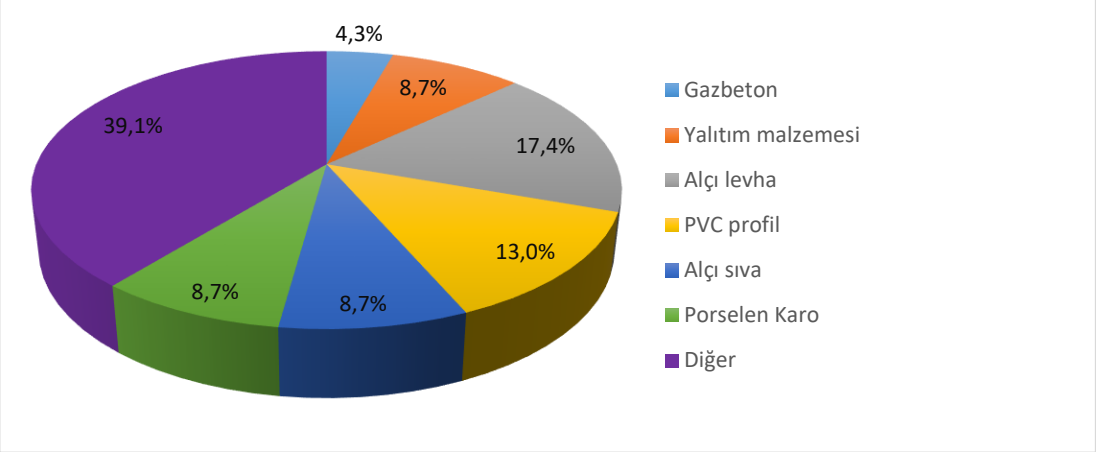
Şekil 5.9. Katılımcı firmalarının sürdürülebilirlik kapsamındaki faaliyet süreleri

Katılımcı firmalarının %36,4'ü 4 - 7 yıl arasında, %27,3' ü 1 - 3 yıl arasında sürdürülebilirlik çalışmalarına devam etmektedir. Bu katılımları %18,2'şer oranla 8 - 10 yıl arası ve 15 yıl üzeri sürdürülebilirlik çalışma süreleri takip etmektedir.

5.3.3. EPD belgesinin elde edinim süreci ve süreç sonrasına ilişkin bulgular

Anketin bu bölümünde katılımcılardan, çalıştıkları firmalara ait ürünlerden Çevresel Ürün Beyanına (Environmental Product Declaration - EPD) sahip olanlar için araştırmanın amacına uygun hazırlanmış soruları yanıtlaması istenmiştir. Anket formunda, katılımcılardan firmanın sahip olduğu güncel EPD belgesinin alım süreci, belgeyi alma sebepleri ve süreç sonrası elde ettikleri kazanımlara yönelik sorular iletilmiştir. Firmaların üretimini yaptığı ürünlerin yaşam döngüsü süresince çevresel etkileri hakkında herhangi bir çalışmanın yapılıp yapılmadığı, varsa ne tür çalışmalar yapıldığı sorulmuştur. Katılımcılardan gelen cevaplara göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur.

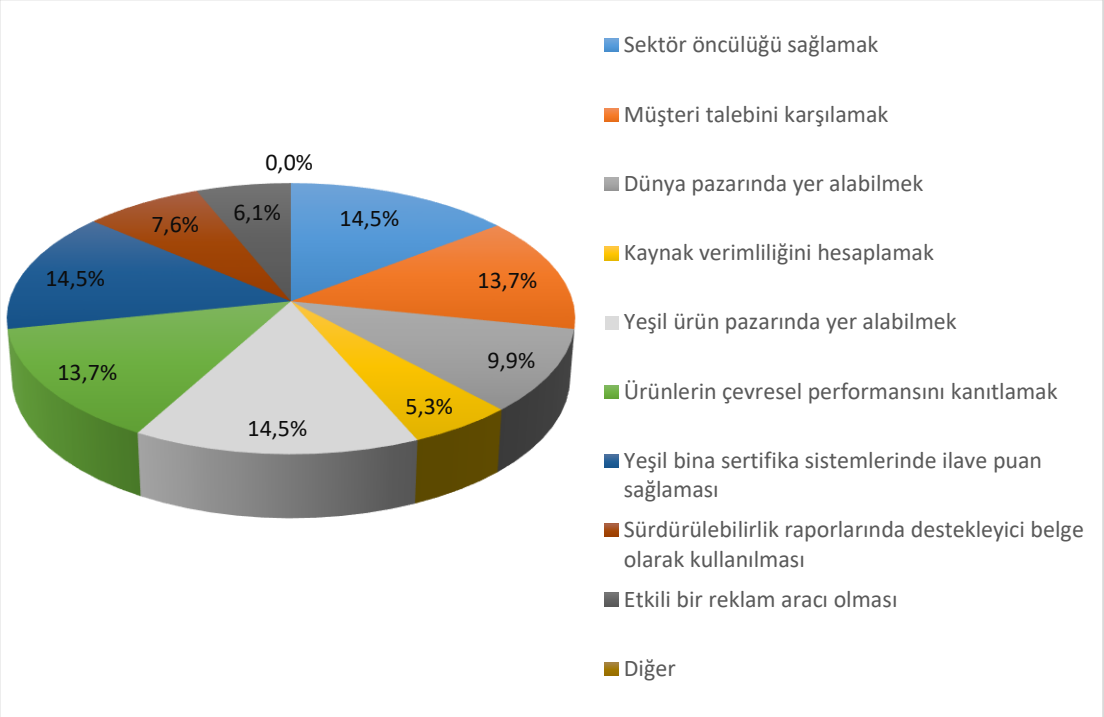
1. Soru: EPD belgesinde beyan edilen ürününüz nedir?



Şekil 5.10. EPD belgesinde beyan edilen ürünlerin dağılımı

Beyan edilen ürünlerde %17,4 oranla alçı levha yoğunluktadır. Bu sıralamayı %13 oranla PVC profil, %8,7'şer oranla yalıtım malzemesi, alçı sıva ve porselen karo takip etmektedir. %39,1 oranlık diğer ürünler katılımında ise seramik karo yapıştırıcısı, ahşap, seramik sağlık gereçleri, çimento, alüminyum kompozit panel, boya, alüminyum levha ve seramik karolar yer almaktadır.

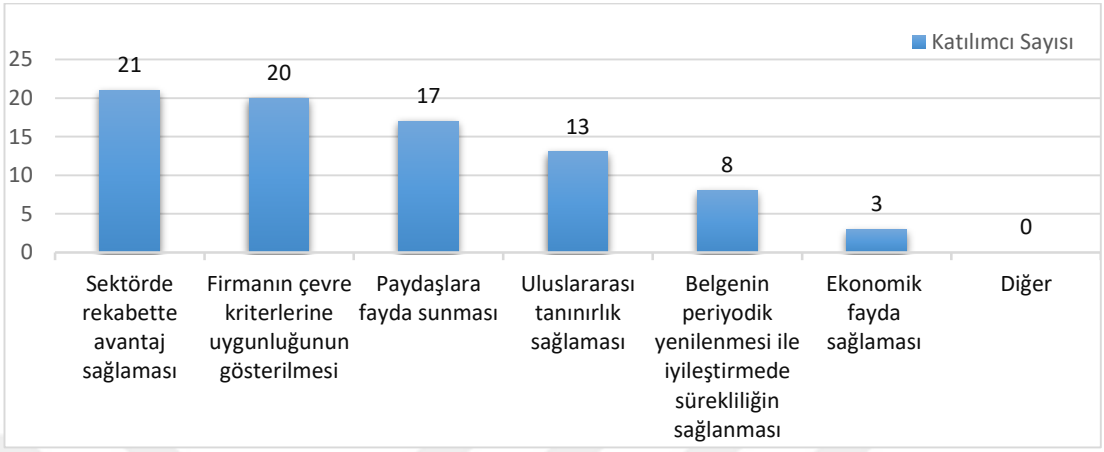
2. Soru: Ürününüze EPD belgesini alma sebepleriniz nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)



Şekil 5.11. Katılımcı firmalarının EPD belgesi alım sebepleri

Katılımcıların Çevresel Ürün Beyanı (EPD) alım sebepleri arasında, sektörde öncülük sağlaması, yeşil ürün pazarında yer alabilmek ve yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave puan sağlaması, %14,5'er katılımla eşit oranda yer almıştır. Müşteri talebini karşılamak ve ürünlerin çevresel performansını kanıtlamak %13,7'şer oranla takip eden belge alım sebepleridir. Dünya pazarında yer alabilmek %9,9, sürdürülebilirlik raporlarında destekleyici bir belge olması %7,6, etkili bir reklam aracı olması %6,1 ve kaynak verimliliğini sağlamak %5,3 oranla katılımcıların sırasıyla belirttiği EPD belgesi alım sebepleridir.

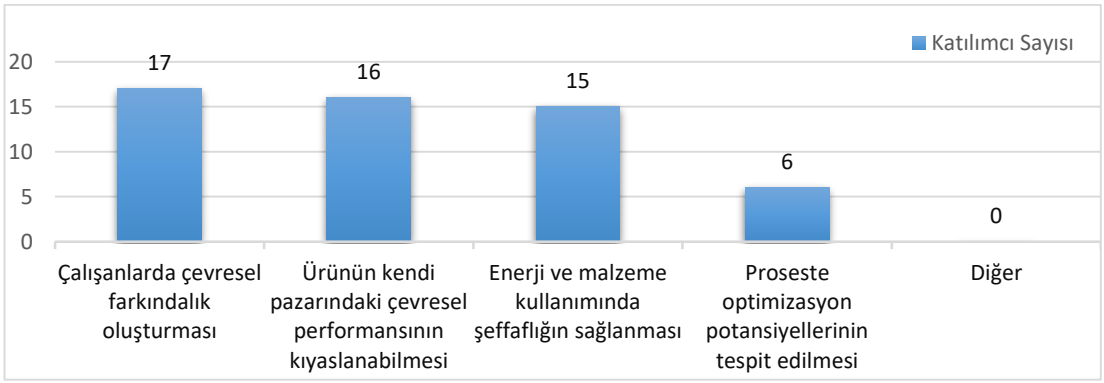
3. Soru: EPD belgesine sahip olmanın avantajları nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)



Şekil 5.12. EPD belgesinin avantajlarının dağılımı

21 katılımla sektörde rekabette avantaj sağlaması ve 20 katılımla firmanın çevre kriterlerine uygunluğunun gösterilmesi katılımcılar tarafından EPD belgesinin en belirgin avantajları olarak belirtilmiştir. Sıralamayı 17 katılımla paydaşlara fayda sunması ve 13 katılımla uluslararası tanınırlık sağlaması takip etmektedir.

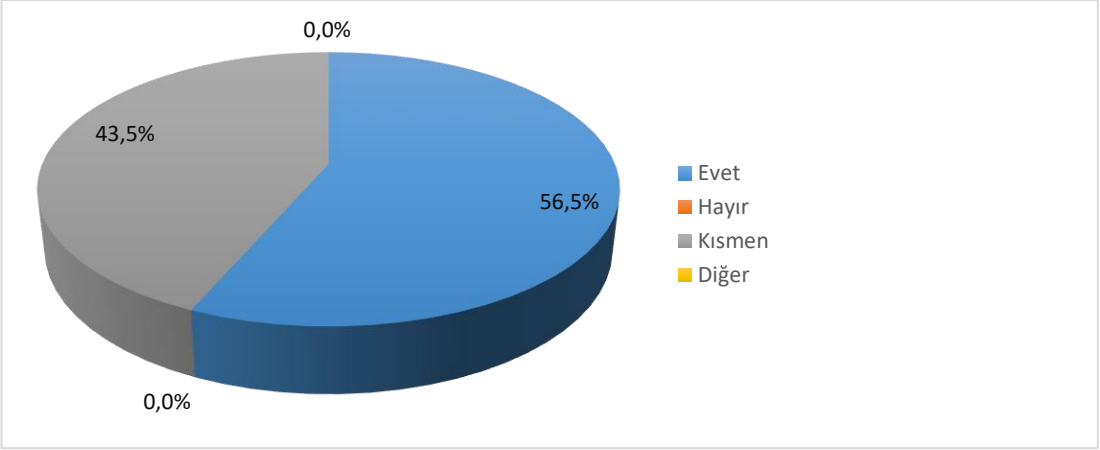
4. Soru: EPD uygulamalarının şirket içi getirileri nelerdir?



Şekil 5.13. EPD uygulamalarının şirket içi getirileri

Çalışanlarda çevresel farkındalık oluşturması 17 katılımla EPD uygulamasının en yaygın şirket içi getirisi olarak görülmektedir. 16 katılımla ürünün kendi pazarındaki çevresel performansının kıyaslanabilmesi ve 15 katılımla enerji ve malzeme kullanımında şeffaflığın sağlanması EPD uygulamalarının takip eden şirket içi getirileridir.

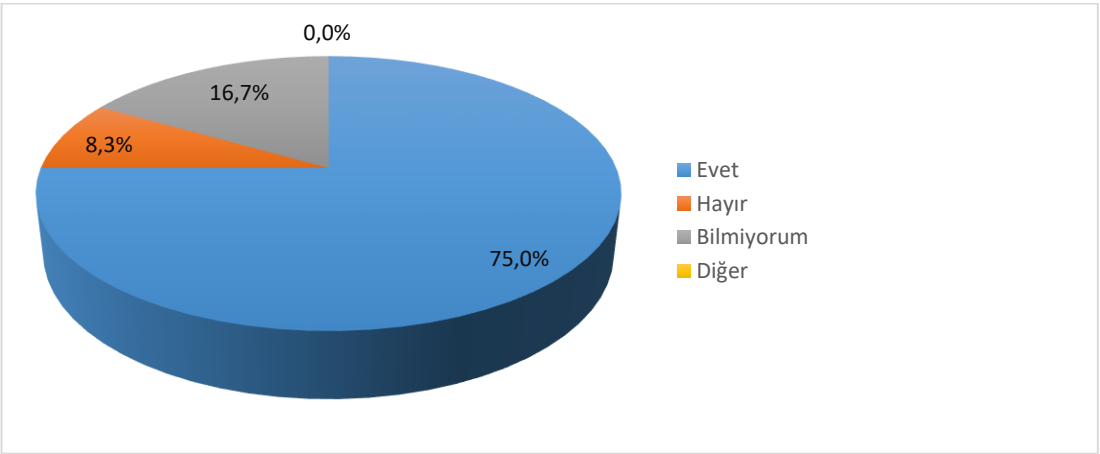
5. Soru: EPD belgesi firmanın beklentilerini karşıladı mı?



Şekil 5.14. EPD belgesinin beklenti karşılama oranı

Katılımcıların %56,5'i EPD belgesinin firma beklentilerini karşıladığını, %43,5'i ise belgenin beklentileri kısmen karşıladığını belirtmektedir.

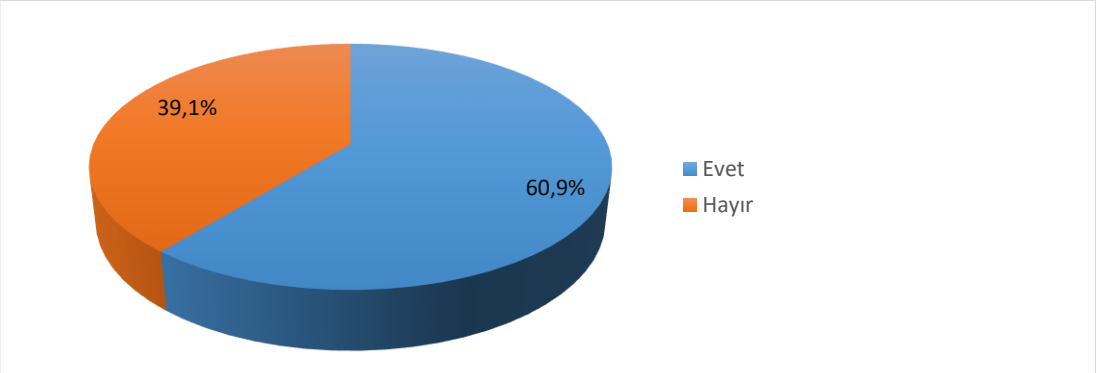
6. Soru: Ürününüzün EPD belge süresi dolduğunda yenilenmesi, firmanın hedeflerinde var mı?



Şekil 5.15. Katılımcı firmalarının EPD belgesi yenileme olasılığı

Katılımcı firmalarının %75'i EPD belgesini yenilemeyi, %8,3'ü ise yenilememeyi düşünmektedir. Katılımcıların %16,7'si firmalarının bu konu hakkında hedeflerini bilmediğini belirtmiştir.

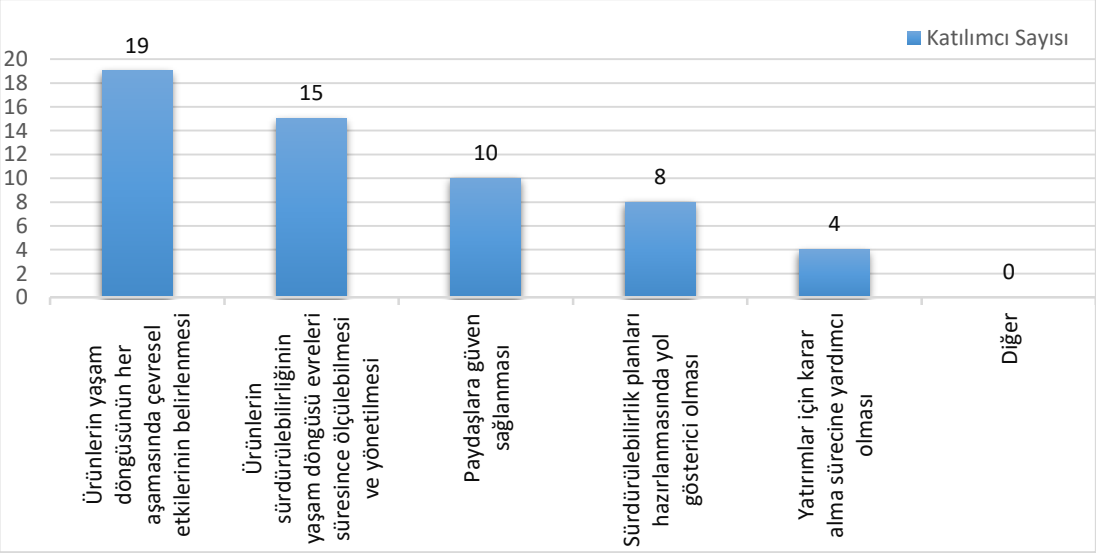
7. Soru: EPD belgelendirmeleri için devlet teşviklerinden haberdar mısınız?



Şekil 5.16. EPD belgelendirmesi devlet teşviğinin farkındalık oranı

Katılımcı firmalarının %60,9'u EPD belgelendirmesi devlet teşviklerinden haberdardır, %39,1'i ise haberdar değildir.

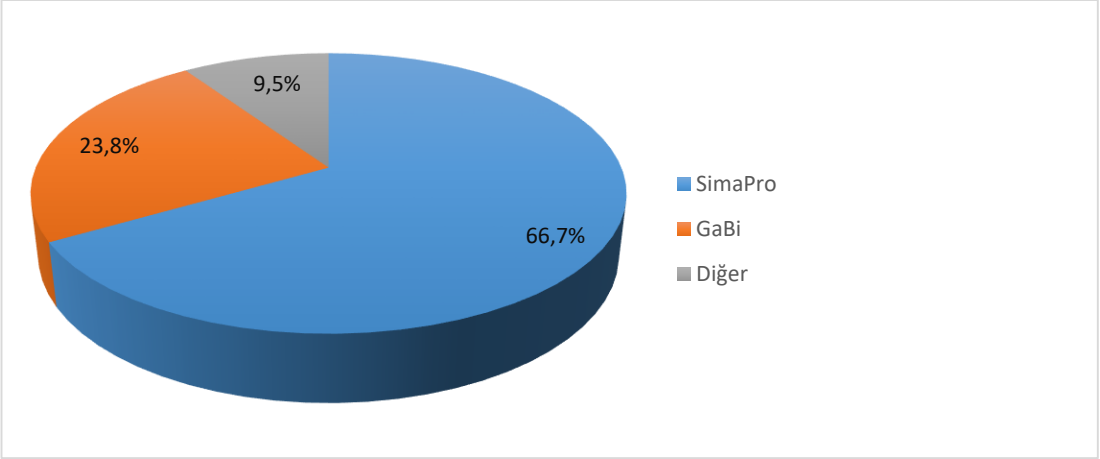
8. Soru: Ürününüze YDD yönteminin uygulanmasının sağladığı avantajlar nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)



Şekil 5.17. YDD yönteminin uygulanmasının avantajlarının dağılımı

Ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerinin belirlenmesi, 19 katılımla YDD yönteminin uygulanmasının en belirgin avantajı olarak görülmektedir. Bu avantajı 15 katılımla ürünlerin sürdürülebilirliğinin yaşam döngüsü evreleri süresince ölçülebilmesi ve yönetilebilmesi takip etmektedir. 4 katılım ile yatırımlar için karar alma sürecine yardımcı olması, en düşük avantaj olarak görülmektedir.

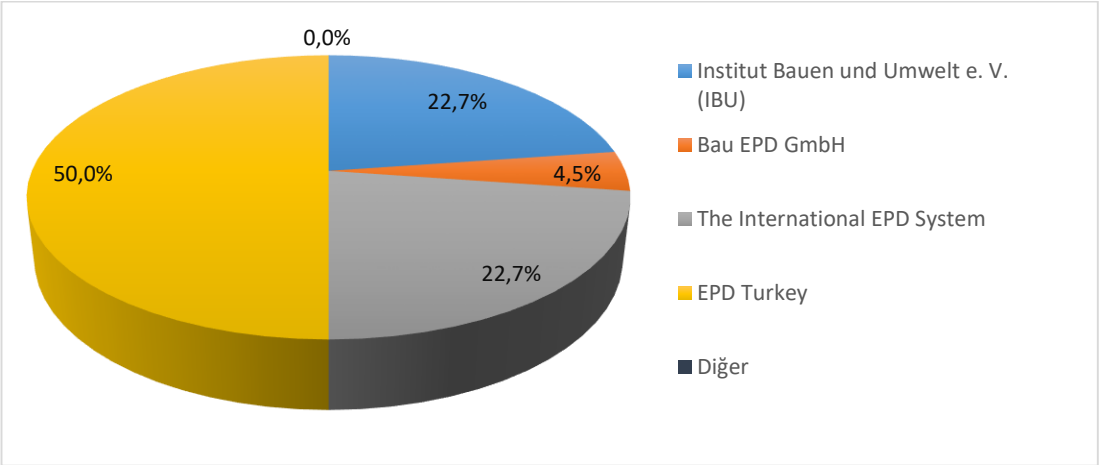
9. Soru: YDD hesaplamalarında hangi yazılım programı kullanılmıştır?



Şekil 5.18. YDD hesaplamalarında kullanılan yazılımların dağılımı

Katılımcı firmalarının çoğunluğu YDD hesaplamalarında %66.7 oranla SimaPro yazılım programını kullanmıştır. GaBi %23.8 oranla kullanılan ikinci yazılım programıdır. Danışmanlık firması tarafından seçilen program diğer seçeneği altında belirtilmiştir.

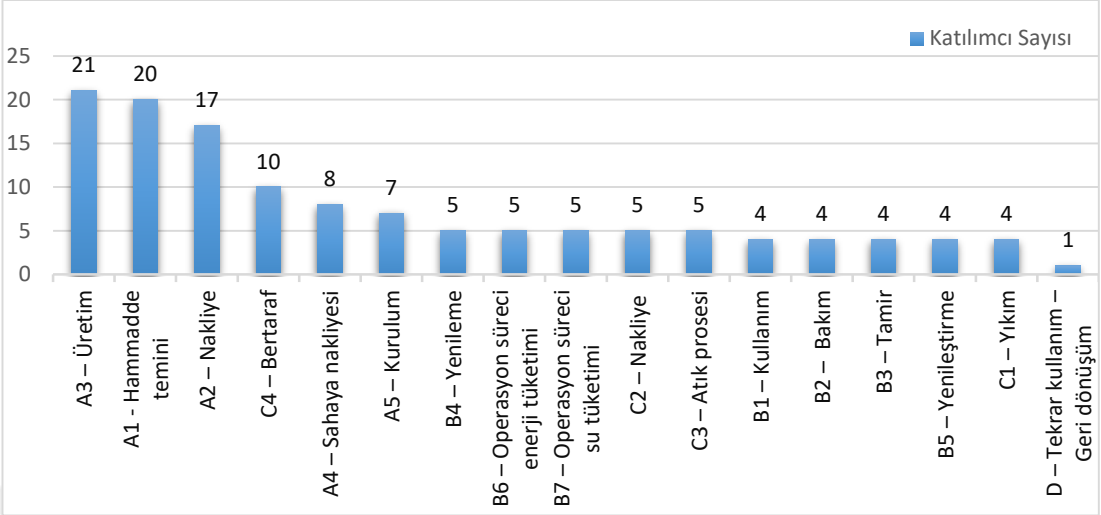
10. Soru: EPD belgenizde hangi program operatörü kullanılmıştır?



Şekil 5.19. EPD belgesinde kullanılan program operatörlerinin dağılımı

EPD Turkey %50 oranla firmalar tarafından kullanılan en yaygın EPD program operatörüdür. The International EPD System ve IBU %22.7'şer oranla kullanılan diğer operatörlerdir.

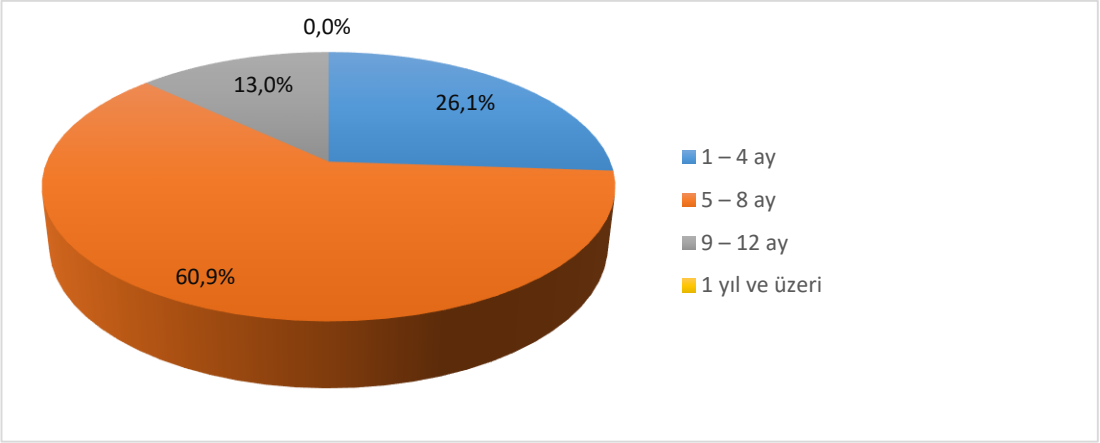
11. Soru: Beyan edilen ürünün hangi sistem sınırları hesaplanmıştır?



Şekil 5.20. Beyan edilen ürünlerde hesaplanan modüllerin dağılımı

A3 – Üretim, 21 katılımla beyan edilen ürünlerde en çok hesaplanan modüldür. A1 – Hammadde temini, 20 katılımla hesaplanan ikinci en yaygın modüldür. 17 katılımla A2 – Nakliye ve 10 katılımla C4 – Bertaraf hesaplama oranlarına göre takip eden diğer modüllerdir.

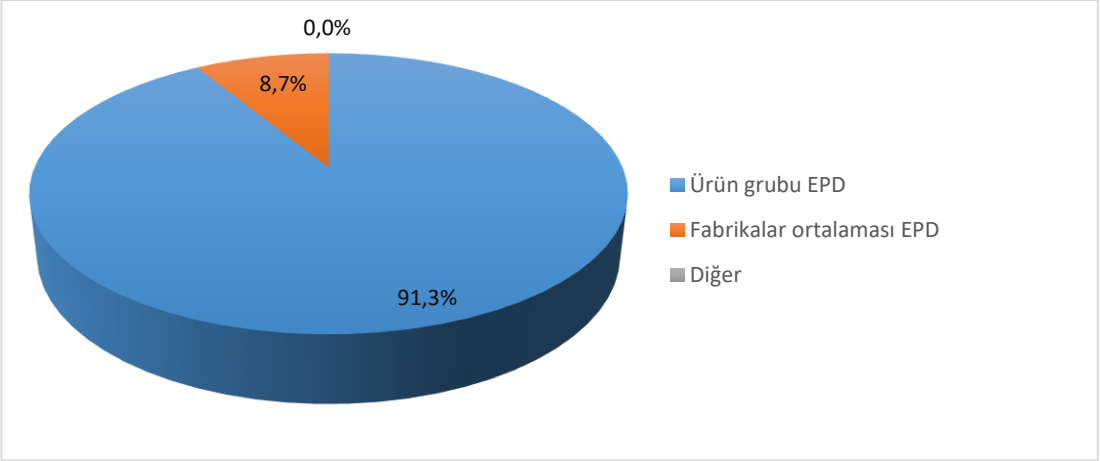
12. Soru: EPD belgesinin hazırlanıp yayınlanması ne kadar zaman almıştır?



Şekil 5.21. EPD belgesinin hazırlanıp yayınlanmasına kadar geçen sürenin dağılımı

Firmaların %60.9 oranla büyük çoğunluğu EPD süreçlerinin 5 - 8 ay arasında tamamlamıştır. Süreci 1 - 4 ay arasında tamamlayan firmaların oranı ise %26.1'dir.

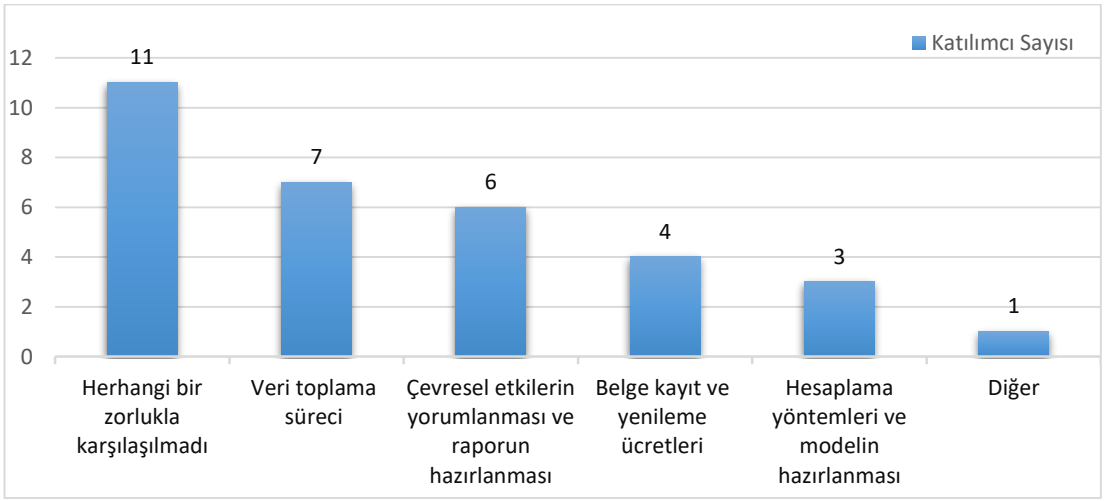
13. Soru: Ne tür bir EPD kullanıldı?



Şekil 5.22. Kullanılan EPD türlerinin oranı

Kullanılan EPD türlerinin %91,3 oranla büyük çoğunluğunu ürün grubu EPD, %8.7 oranla fabrikalar ortalaması EPD oluşturmaktadır.

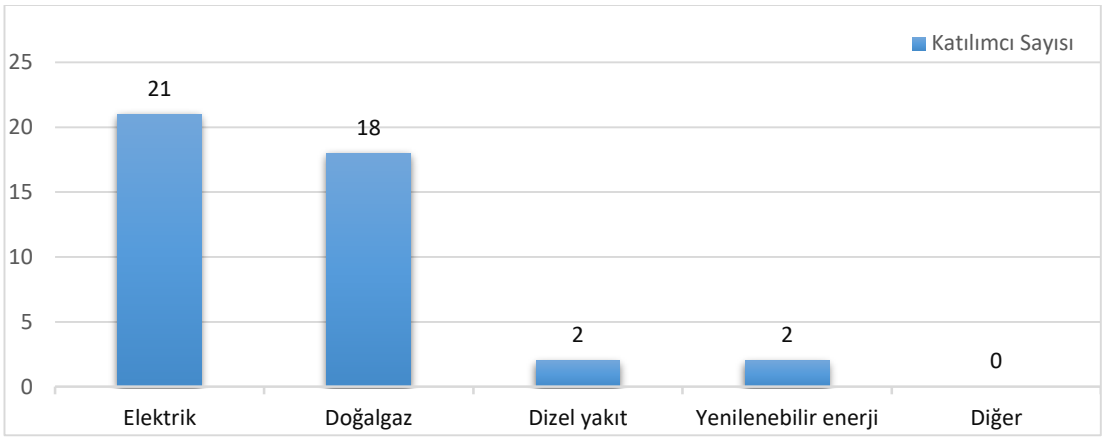
14. Soru: EPD belgesini alım sürecinin hangi aşamasında veya aşamalarında zorluklarla karşılaşıldı? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)



Şekil 5.23. EPD belgesi alım sürecinde karşılaşılan zorlukların dağılımı

11 katılımla firmalarının büyük çoğunluğu EPD belgesi alım sürecinde herhangi bir zorlukla karşılaşmamıştır. Karşılaşılan zorluklar arasında 7 katılımla en baskın olanı ise veri toplama sürecidir. 1 katılımla diğer seçeneği bilmiyorum olarak belirtilmiştir.

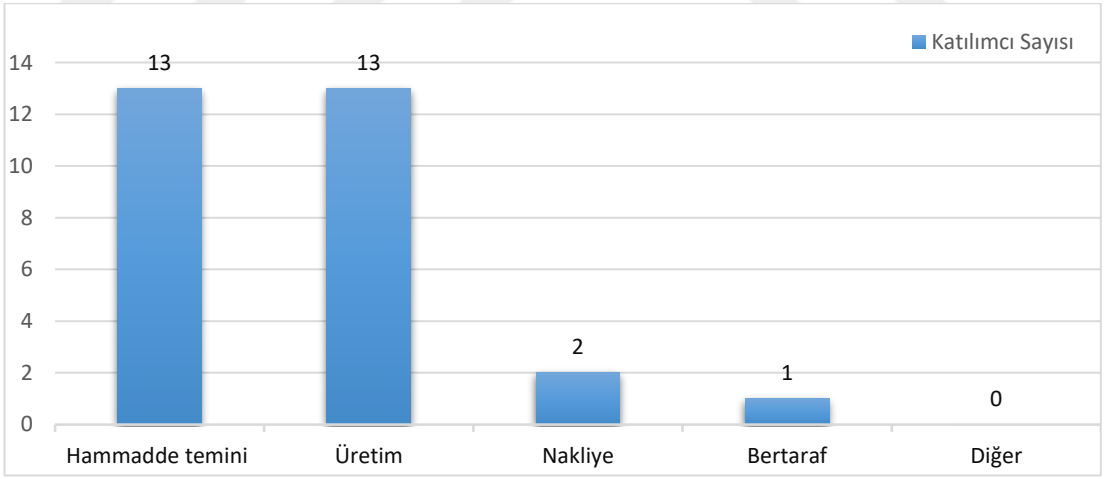
15. Soru: Üretim aşamasında kullanılan enerji türü nedir?



Şekil 5.24. Üretim aşamasında kullanılan enerjilerin dağılımı

Üretim aşamasında 21 katılımla en yaygın elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Doğalgaz enerjisi 18 katılımla elektrikten sonra kullanılan en yaygın enerji türüdür.

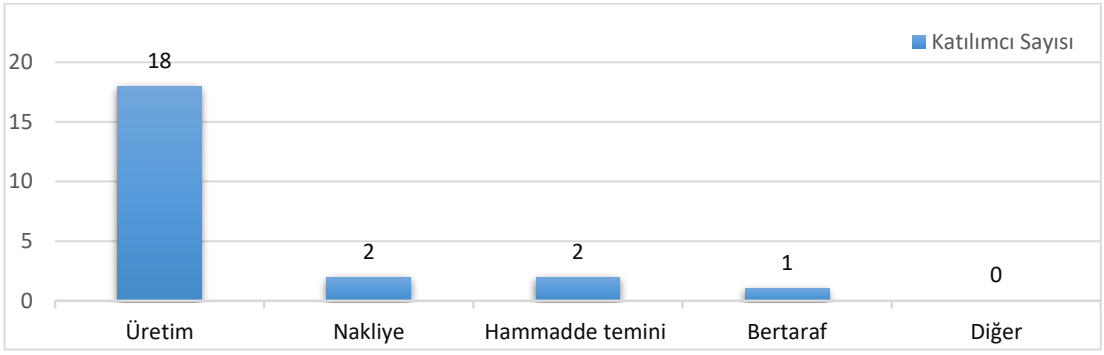
16. Soru: Ürün yaşam döngüsünün hangi aşamasında 'toplam çevresel etki' en yüksektir?



Şekil 5.25. Toplam çevresel etkinin ürün yaşam döngüsündeki dağılımı

Ürün yaşam döngüsünde toplam çevresel etki 13'er katılımcının yanıtına göre en yüksek, hammadde temini ve üretim aşamasında gerçekleşmiştir. 2'şer katılımcı nakliye, 1 katılımcı da bertaraf aşamasında gerçekleştiğini belirtmektedir.

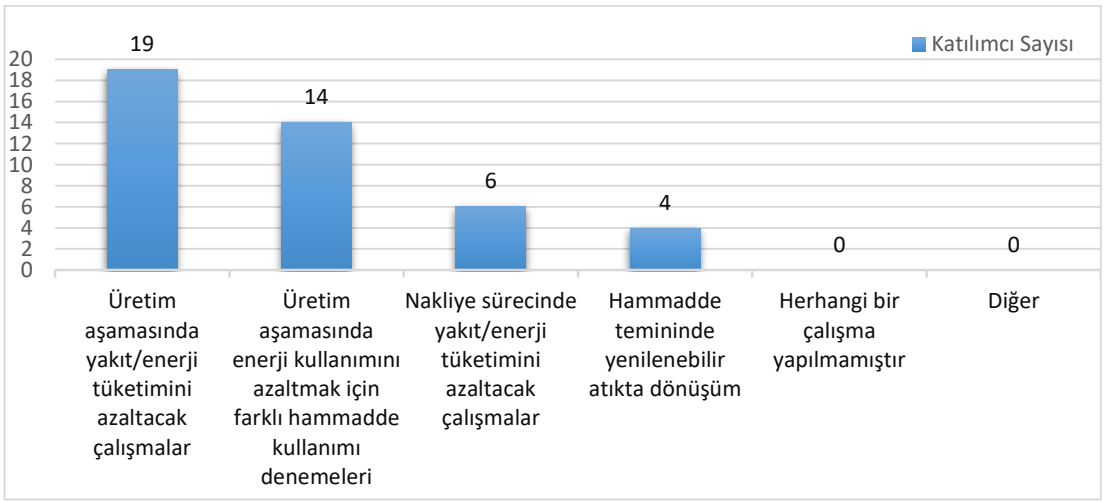
17. Soru: Ürün yaşam döngüsünün hangi aşamasında ‘toplam enerji tüketimi’ en yüksektir?



Şekil 5.26. Toplam enerji tüketiminin ürün yaşam döngüsündeki dağılımı

Ürün yaşam döngüsünde toplam enerji tüketimi 18 katılımcının yanıtına göre en yüksek üretim aşamasında gerçekleşmiştir. 2’şer katılımcı nakliye ve hammadde temini, 1 katılımcı da bertaraf aşamasında gerçekleştiğini belirtmektedir.

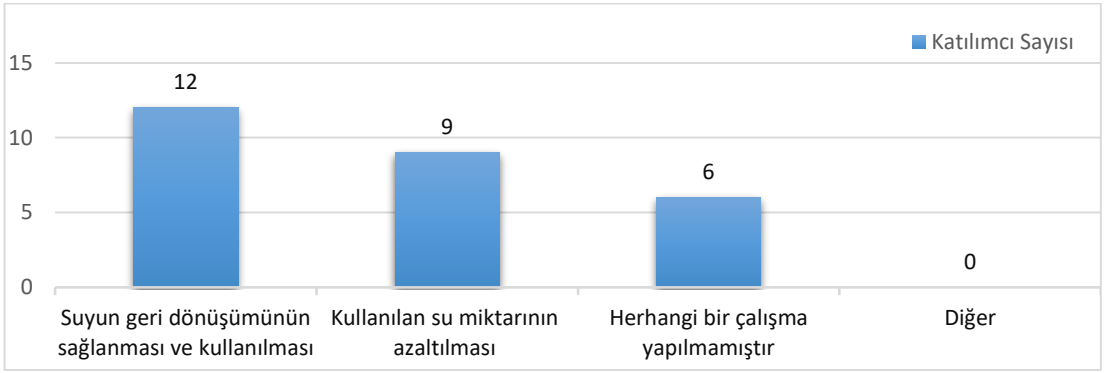
18. Soru: Enerji verimliliği için yapılan çalışmalar var mı? Ürünün hangi aşamasında neler yapıldı?



Şekil 5.27. Enerji verimliliği için yapılan çalışmaların dağılımı

Katılımcı firmalarının çoğunluğu 19 katılımla enerji verimliliği için üretim aşamasında yakıt/enerji tüketimini azaltacak çalışmalar yapmıştır. Üretim aşamasında farklı hammadde kullanımı denemeleri 14 katılımla enerji verimliliği için yapılan çalışmalar arasında ikinci sırada yer almaktadır.

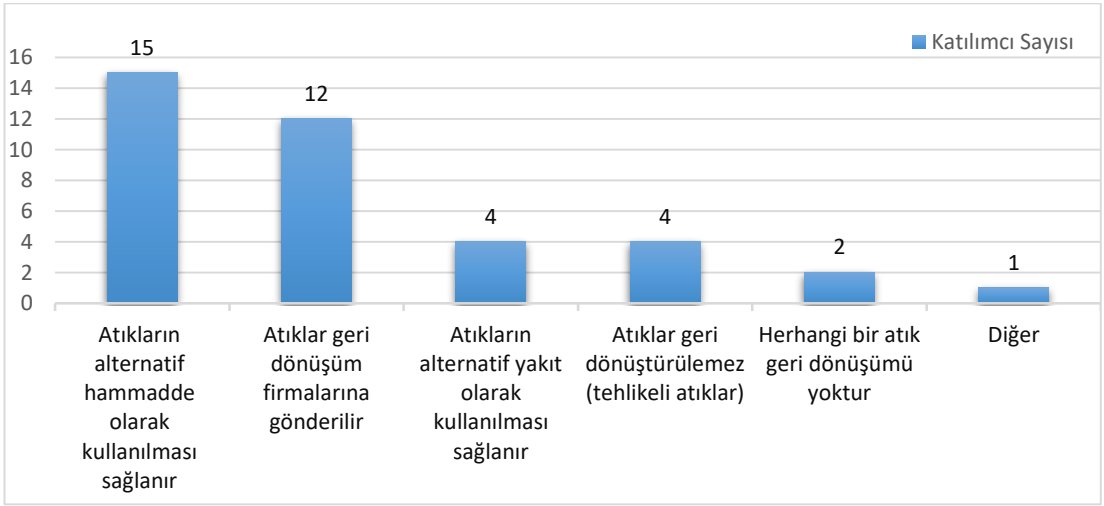
19. Soru: Ürünün üretim aşamasında suyun verimli kullanılması için yapılan çalışmalar var mı? Varsa belirtiniz.



Şekil 5.28. Üretimde suyun verimli kullanımı için yapılan çalışmaların dağılımı

Katılımcı firmalarının çoğunluğu 12 katılımla suyun geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasını sağlamıştır. Kullanılan su miktarının azaltılması 9 katılımla su verimliliği için yapılan çalışmalardandır.

20. Soru: Ürünün yaşam sonu aşamasında atık ve geri dönüşümü nasıl değerlendirilmektedir?



Şekil 5.29. Ürünün yaşam sonu aşamasındaki değerlendirmelerinin dağılımı

Ürünün yaşam sonu aşamasında atıkların alternatif hammadde olarak kullanılması 15 katılımla firmalarının yaptığı major çalışmadır. 12 katılımla atıkların geri dönüşüm firmalarına gönderilmesi ikinci yaygın yöntemdir. 1 yanıtla diğer katılımcı atıkların tamamı geri dönüştürülebilir olarak belirtmiştir.

5.4. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Katılımcı profilleri anket verileri incelendiğinde;

Katılımcıların 6 yıl ve üzeri çalışma tecrübesine sahip, büyük oranda orta düzey ve üst düzey yönetici kadrosunda yer alan kişilerden oluştuğu görülmektedir. EPD sürecinde şirket sahibi/girişimci profili katılımcılar arasında yer almamıştır. Kimya mühendisliği ve çevre mühendisliği, 23 katılımcı arasından 6'şar katılımla, firmalardaki EPD süreçlerini yöneten yaygın mesleklerdir. Katılımcıların EPD tecrübesinin %69,6 oranla 1-3 yıl arası yoğunluğa sahip olması, EPD'nin güncel ve geliştirilmeye açık bir uygulama olduğunun göstergelerindendir. Katılımcı firmaları Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) ve Çevresel Ürün Beyanı (EPD) alanlarındaki bilgilerinin 21 adet katılımla en çok danışman firmalarla beraber çalışarak edinmişlerdir.

Katılımcı firma profilleri anket soruları incelendiğinde;

Firmaların tamamının 11 yıl ve üzeri faaliyet gösterdiği, bu bütünün %73,9'unu 21 yıl ve üzeri faaliyet gösteren firmaların oluşturduğu görülmektedir. Firmaların yıllık ciroları hakkında tüm firmalar için bilgi elde edilemezken, bazı katılımcılar tarafından paylaşılan veriler doğrultusunda, firmaların 100 milyon TL ve üzeri yıllık ciroya sahip oldukları genellenebilir.

Firmaların YDD ve EPD süreçlerinin takibi için %52,2 gibi yarıdan fazla bir oranla kişi, birim/ekip veya bölüm bulundurmaması bu alanlardaki çalışmalarda danışman firmalara ihtiyacı doğrular niteliktedir. %47,8 oran ile firmaların yarıya yakınının süreçlerin takibi için kişi, birim/ekip veya bölüm bulundurması, güncelliği teyit edilen bu programların dikkate alındığı ve çalışmalarda özelleşmeye gidildiğini göstermektedir.

Firmaların aktif faaliyet süreleri ile YDD ve EPD süreçlerinin takibi için birim/ekip veya bölüm bulundurma durumu arasındaki ilişki incelendiğinde; 21 yıl ve üzeri aktif firmalardan 8'i süreçlerin takibi için kişi, birim/ekip veya bölüm bulundurmamakta, 9 firma ise bulundurmaktadır. 16 – 20 yıl aktif olan 2 firma süreçlerin takibi için kişi,

birim/ekip veya bölüm bulundurmaktadır. 11 – 15 yıl aktif olan 4 firma ise süreçlerin takibi için kişi, birim/ekip veya bölüm bulundurmamaktadır.

EPD belge edinim süreci ve süreç sonrasına ait sorular incelendiğinde;

Beyan edilen ürünlerin alçı levha, PVC profil, yalıtım malzemesi, alçı sıva, porselen karo, gazbeton, seramik karo yapıştırıcısı, ahşap, seramik sağlık gereçleri, çimento, alüminyum kompozit panel, boya, alüminyum levha ve seramik karodan oluştuğu görülmektedir.

Firmaların EPD belgesi alımında öncelikli sebepler olarak aşağıdaki maddeler sayılabilir:

- Belgenin sektörde öncülük sağlaması,
- Yeşil ürün pazarında yer alabilmek,
- Yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave puan sağlamasıdır.

EPD belgesine sahip olmanın ağırlıklı avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Belgenin sektörde rekabette avantaj sağlaması,
- Firmanın çevre kriterlerine uygunluğunun gösterilmesi,
- Paydaşlara fayda sunmasıdır.

Bu veriler değerlendirildiğinde, firmaların belge alım sebebi olarak belirttikleri maddelerin büyük oranda avantaj olarak firmalara geri döndüğü görülmektedir. Belgenin ekonomik fayda sağlaması çoğu firma tarafından doğrudan avantaj olarak görülmemiştir.

EPD uygulamalarının ağırlıklı şirket içi getirileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Çalışanlarda çevresel farkındalık oluşturması,
- Ürünün kendi pazarındaki çevresel performansının kıyaslanabilmesi,
- Enerji ve malzeme kullanımında şeffaflığı sağlamasıdır.

Katılımcı yanıtlarına göre, EPD belgesinin firma beklentilerine kayıtsız kalmadığı, beklentilerin tamamını veya bir kısmını karşıladığı söylenebilir. Beklentiler kısmen karşıladığını belirten bazı firmalarla yapılan karşılıklı görüşmelerde, son kullanıcılar

tarafında farkındalığın daha fazla olacağı düşünülmüştür, fakat firmalar belge alımı sonrası beklenen etkinin oluşmadığını belirtmişlerdir.

Katılımcı firmalarının %75'i ürünlerine ait EPD belgelerini yenilemeyi düşünmektedirler. Bu oran beklentilerin karşılandığını desteklemektedir. %8.3 oranla belge yenilemeyi düşünmeyen bazı firmalarla yapılan karşılıklı görüşmelerde, firmalar ürünlerinin yeşil bina sertifika sistemine etkisinin çok düşük olması ile belgenin ürün satışına etkisinin, belge alımında harcanan zaman ve belge ücretini tolere etmediğini belirtmektedirler.

Firmaların %60,9 oranla çoğunluğu EPD belgelendirmesi devlet teşviklerinden haberdardır, fakat %39,1'lik kayda değer bir oranla, firmalar devlet teşviklerinden haberdar değildir. Teşviklerle alakalı aydınlatma çalışmaları yapılarak/artırılarak EPD belgelendirme sayısı artırılabilir.

EPD belgesinde %50 oranla EPD Turkey program operatörü, %22.7'şer oranla The International EPD System ve IBU program operatörleri kullanılmıştır. Yerel program operatörünün daha ulaşılabilir olması ve iletişim sürecinin kolay olması EPD Turkey kullanım oranını artıran etkenlerden olduğu söylenebilir.

YDD yönteminin uygulanmasının ağırlıklı avantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerinin belirlenmesi,
- Ürünlerin sürdürülebilirliğinin yaşam döngüsü evreleri süresince ölçülebilmesi ve yönetilebilmesidir.

Beyan edilen ürünlerde hammadde temini, nakliye ve üretim modüllerinin yoğunlukla hesaplanması, EPD belgelendirme sürecinde ürün yaşam döngüsü 'Ürün Aşaması' aralığı ürünlerin çoğunda hesaplanarak, beşikten kapıya sistem sınırının uygulandığı görülmektedir. Bertaraf modülü hesaplama sayısı ile beyan edilen ürünlerin yaklaşık yarısında ürün yaşam döngüsü 'Yaşam Sonu Aşaması' sistemi de hesaplanmıştır.

Kullanılan EPD türlerinin %91,3 oran ile çoğunluğunu ürün grubu/spesifik EPD oluştururken, belgelerin hazırlanıp yayınlanması %87 oran ile 8 ay ve daha kısa sürede gerçekleşmiştir. EPD belgesinin alım sürecinde 11 katılımcı firması herhangi

bir zorlukla karşılaşmamıştır. Karşılaşılan zorluklar arasında 7 katılım ile veri toplama süreci, 6 katılım ile çevresel etkilerin yorumlanması ve raporun hazırlanması yer almaktadır.

Katılımcı profilleri ile EPD belgesini alım sürecinde herhangi bir zorlukla karşılama durumunun arasındaki ilişki incelendiğinde; herhangi bir zorlukla karşılaşmayan 11 katılımdan, 7 katılım orta düzey yönetici, 3 katılım çalışan ve 1 katılım üst düzey yöneticiden oluşmaktadır. Aynı zamanda herhangi bir zorlukla karşılaşmayan firmaların çalışmalarını danışman firmalar ile birlikte çalışarak oluşturduğu görülmüştür. 11 katılımda ise veri toplama süreci, çevresel etkilerin yorumlanması ve raporun hazırlanması gibi zorluklarla karşılaşılmıştır. Bunlardan 5 katılım çalışan, 3'er katılım orta düzey ve üst düzey yöneticilerden oluşmaktadır. Zorlukla karşılaşan firmalardan 10 firmanın çalışmalarını danışman firmalar ile birlikte çalışarak oluşturduğu görülmüştür. EPD belgesi alım sürecinde danışman firmalarla birlikte çalışmanın, zorluklarla karşılaşma durumunu değiştirmediği görülmektedir.

Yapı ürünleri üretiminde elektrik ve doğalgaz enerjisi yaygın olarak kullanılan enerji türleridir. Dizel yakıt kullanımının düşük olması çevre açısından olumludur fakat yenilenebilir enerji kullanımı artırılarak bu görüntü sürdürülebilirlik kapsamında iyileştirilebilir görülmektedir.

Ürün yaşam döngüsünde toplam çevresel etkinin en yüksek olduğu aşamalar hammadde temini ve üretim olarak belirtilmiştir. Belge hazırlama sürecinde ürünlerin yaşam döngüsü evrelerindeki çevresel etkilerin verilerle ortaya konması, ilgili evrelerdeki çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik potansiyelleri ortaya koymaktadır.

Ürün yaşam döngüsünde toplam enerji tüketiminin en yüksek olduğu aşama üretim olarak belirtilmiştir. Belge hazırlama sürecinde ürünlerin yaşam döngüsü evrelerindeki enerji tüketiminin verilerle ortaya konması, ilgili evrelerdeki tüketiminin azaltılmasına yönelik potansiyelleri ortaya koymaktadır.

Verimlilik çalışmalarının değerlendirildiği ve geri dönüşüm adımlarının tanımlandığı anket sorularının analizinde, firmalarının enerji verimliliği için ağırlıkla üretim aşamasında yakıt/enerji tüketimini azaltacak çalışmalar yaptıkları ve üretim

aşamasında farklı hammadde kullanımı denemelerine yöneldikleri görülmüştür. Firmalar su kaynaklarının verimli kullanımını için suyun geri dönüştürülerek yeniden kullanılmasını sağlamış ve kullanılan su miktarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Ürünün yaşam sonu aşamasında atık ve geri dönüşümü değerlendirmesi kapsamında firmalar, atıkları alternatif hammadde olarak kullanmış ve atıkları geri dönüşüm firmalarına yönlendirerek doğaya tekrar kazandırmayı amaçlamışlardır.

Anketin sonuçlarının güvenilirlik düzeyini belirlemek için yapılan çalışmaya ekler kısmında yer verilmiştir. Cronbach's alpha yöntemi aşağıdaki aralıklara göre düzeyleri ifade edilmektedir (Yıldız ve Uzunsakal, 2018):

$0 < R_2 < 0.40$ ise güvenilir değil,

$0.40 < R_2 < 0.60$ ise düşük güvenilirlikte,

$0.60 < R_2 < 0.80$ ise oldukça güvenilir,

$0.80 < R_2 < 1.00$ ise yüksek güvenilirliktedir.

Cronbach's alpha yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucu, anketin güvenilirlik düzeyi 0,81 ile oldukça güvenilir olduğu görülmüştür.

6. SONUÇ

Dünya genelinde küresel ısınma, çevre kirliliği, doğal afetlerin artışı gibi iklimsel ve çevresel sorunların artışı ile beraber biyolojik çeşitliliğin, doğal kaynakların ve en önemlisi insan sağlığının üzerinde büyük bir tehdit oluşmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, geleceğin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarına zarar vermeden, bugünün ihtiyaçlarını doğal kaynakları bilinçli kullanarak, çevrenin korunması temel alınarak karşılanması anlayışı ile ortaya çıkmıştır. Yaşanan iklimsel ve çevresel değişimlerin, etkileri ve nedenlerini azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar sürdürülebilirlik kavramının önemini göstermektedir. Sürdürülebilirlik bilincinin artması ile birlikte çevre üzerindeki tahribatta büyük etkiye sahip olan yapı sektöründe, yeşil bina kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapılarda yeşil bina kriterlerinin sağlanabilmesi için çevresel etkileri objektif ve somut bir şekilde değerlendiren ve belgelendiren yeşil bina değerlendirme sistemleri oluşturulmuştur.

Yeşil bina değerlendirme sistemlerinden biri olan yeşil bina sertifika sistemleri, oluşturulduğu ülkenin yasa ve yönetmeliklerine göre hazırlanması nedeniyle farklı ülkelerde kullanıldığında uygulama aşamasında zorluklarla karşılaşılmaktadır. Bu duruma yönelik Türkiye'de yerel şartlara uygun yeşil bina sertifika sisteminin oluşturulması için, bakanlıklar, sivil toplum kuruluşları ve üniversiteler tarafından birbirinden bağımsız çalışmalar yapılmış ve yerel sertifika sistemleri geliştirilmiştir. Fakat geliştirilen sistemler bazı pilot projelerde uygulanmaktadır ve bu nedenle sınırlı kalmıştır, ülke geneline yaygınlaşamamıştır. Bu duruma çözüm olarak birbirinden bağımsız şekilde yapılan çalışmaların ortak hareket ederek oluşturulması gerekmektedir.

Yeşil bina değerlendirme sistemlerinden bir diğeri olan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemi, yapılarda ve yapı malzemelerinde yaşam döngüsü analizlerinin yapılarak, yeşil bina üretimine uygun seçimin yapılabilmesini sağlamaktadır. YDD yöntemi, ürünlerin hammadde olarak temini, üretimi, paketlenmesi ve taşınması, kullanılması, gerektiği zamanlarda bakım onarımının

yapılması ve geri dönüşüm veya yok edilmesi süreçlerinin çevresel etkilerini değerlendiren bir sistemdir. YDD yönteminin uygulama sürecini oluşturan aşamalarının birbiriyle olan ilişkisi ise yöntemin ileri, geri beslemeli ve tekrarlanabilir özellikte olduğunu göstermektedir.

Birçok sektörde ürünlerin çevresel etkilerin azaltılmasında önemli bir yöntem olan YDD, bu tez çalışmasının kapsamını oluşturmaktadır. Yönteme yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde ilk olarak endüstriyel ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ile başladığı, zamanla yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde de kullanıldığı görülmektedir. Yapılan araştırmalarda dünya genelinde, YDD yöntemini destekleyen kurumların çalışmaları ile geliştiğini ve yönteme yönelik oluşturulan standartların kendini yenileyerek süreklilik içerisinde olduğu görülmektedir. Türkiye'de sürdürülebilir yapıma yönelik çalışmalar kapsamında bakanlıklar tarafından yönetmelik ve mevzuatlar hazırlanmıştır. YDD yöntemine yönelik çalışmalarda standartlar ölçeğinde incelendiğinde ise ISO standartlarının birebir çevirisi yapılarak ülkemizde yürürlüğe girmiştir. Yapılan çevirilerde 'yaşam döngüsü' ifadesinin, 'hayat boyu' şeklinde çevrilmesi, ifadenin eksik kalmasına neden olmakta ve literatürde yaygın kullanımının 'yaşam döngüsü' olması çevirinin bu şekilde ele alınması gerektiğini göstermektedir. Yeşil bina sertifika sistemlerinde olduğu gibi, bu standartların ülkemizin yerel özellikleri göz önünde bulundurularak uyarlanması veya geliştirilmesi gerekmektedir.

İnşaat sektörünün çevreye olan etkileri diğer sektörlere göre daha fazla olumsuz etkiye sahip olması bakımından, gerekli önlemlerin alınması için YDD yönteminin yapı sektöründeki kullanımını arttırılması gerekmektedir. YDD yönteminin yapılarda kullanımında, yapı malzemeleri ve bileşenlerinin daha uzun yaşam ömrüne sahip olması ve yapıların kullanım evresindeki çevresel etkilere ait verilerin kısıtlı olması, bir takım zorluklara neden olmaktadır. Buna çözüm olarak verilerin güvenilir, geçerli ve yaygın olabilmesi için yerel üretim şartları göz önünde bulundurularak veri tabanlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu doğrultuda ülkemizde yapı malzemelerinin çevresel performanslarından oluşan TurComDat ve TLCID yerel veri tabanları oluşturularak, ulusal ve uluslararası alanda kullanıcılara sunulmaktadır. Böylece hızla bir şekilde ilerlemekte olan sektörde, oluşturulan yerel veri tabanları önemli bir açığın yerini kapatmıştır. Bu veri tabanları, mimarlara, tasarımcılara,

sektördeki diğer paydaşlara çevresel performanslı malzemeleri seçme imkânı ve üretici firmalarında bu pazardan pay almaları gibi alanlarda fayda sağlayacağı için, yapılan çalışmalar önemli olup, desteklenmesi gerekmektedir.

Yapı malzemelerinin seçimi ve kullanımı, YDD yöntemi kapsamında belirli araç ve yöntemlerle uygulamaya geçirilmektedir. Farklı uygulama şekillerine göre değerlendirilen sistemlerin sınıflandırılması, yapıyı bütün olarak değerlendiren yeşil bina sertifika sistemleri, yapı malzemelerini ve bileşenlerini karşılaştırılmasına ve değerlendirilmesine yönelik araçlar ve çevresel etiketlemelere ilişkin standartlar şeklinde yapılmıştır. Bu araçlar ve değerlendirme sistemleri, yazılım ve veri tabanları ile güvenilir ve sistemli bir şekilde verilerin bir arada toplanmasını sağlamaktadırlar.

Çevre etiketlerinden Tip III çevre etiketi, ürünlerin çevresel performansları hakkında nicel veriler içermekte olup diğer çevre etiketlerine göre daha objektif bir yaklaşım sunmaktadır. Tip III çevre etiketleri kapsamında Çevresel Ürün Beyanları (EPD), ürünlerin çevresel etkilerinin belirlenmesi için YDD yöntemi kapsamında hazırlanması ve şeffaflık yaklaşımı ile bağımsız taraflarca onaylanması, ürünler hakkında güvenilir bilgilerin sunulmasını sağlamaktadır. EPD belgelerinin bir ürün veya pazar sınırlaması olmayıp, her çeşit sistem ve üretimlerde kullanılabilmektedir. Ayrıca belgeler sağladığı bilimsel tabanlı çevresel bilgiler ile uluslararası standartlara uygun bir şekilde hazırlandığı için, yeşil kamu alımları, çevresel yönetim sistemleri, çevre tasarımı, işletmeler arası iletişim ve işletmeden tüketiciye iletişim gibi farklı uygulama alanlarında kullanılabilmektedir.

Zaman içerisinde tüketiciler tarafından ürünlerin çevresel etkilerine yönelik bilinçlenmesi, firmalara bu konuda talep oluşmasını sağlayarak, işletmelerin üretim faaliyetlerini çevreye duyarlılık anlayışı ile yapılmasını gerektirmiştir. EPD belgesi firmaların ürettiği ürünlerin çevresel etkisini ölçülebilir şekilde ortaya koyması, işletme içerisinde çevresel farkındalık oluşturması, sektör içerisinde rekabet avantajı sağlaması, uluslararası tanınırlık ve kullanıcıları için ürünler arasında çevresel performans karşılaştırma yapma imkânı sağlaması belgenin önemini ön plana çıkarmaktadır. EPD belgesine sahip ürünlerin yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave puan sağlaması ve Avrupa Yapı Ürünleri yönetmeliğinin CE işareti gerekliliklerini

EPD belgesinin sağlayabileceğini önermesi, son zamanlarda EPD belgesinin kullanımının yaygınlaşmasında önemli bir etken olmaktadır.

EPD belgelendirme sisteminin ürünlerde ve yapılarda sürdürülebilirliğin ölçülebildiği önemli bir yöntem olması, belgeye sahip olma sebepleri ve belge alım süreçleri hakkında en doğru bilgileri ortaya koymanın da önemini doğurmuştur. Bu doğrultuda hazırlanan detaylı bir anket çalışması yapı üreticisi firmalara iletilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek sürece ilişkin sonuçlar anket değerlendirmesinde ortaya koyulmuştur.

Literatürde, EPD belgelendirmesi hakkındaki bilgiler genel çerçevede ele alınmıştır, uygulamaya ait detaylara yer verilmemiştir. Ülkemizde EPD hakkındaki bilgilerin, çoğunlukla danışman firmalar ile birlikte çalışılarak elde edildiği tespit edilmiştir. Firmaların EPD ve YDD çalışmalarını yürütmesi için, sürece özgü personel, ekip veya bölüm oluşturma girişimleri görülmektedir. Girişim sürecinin hızlandırılması veya her firmada bu sürecin başlatılabilmesi için, konuyla ilgili danışmanlık hizmeti veren kurumların ve üretici firmaların bir araya gelerek dayanışma içerisinde olması gerekmektedir. Devlet tarafından verilecek destek ile sürece ait bilgiler kamuoyu ile paylaşılmalı ve gerekli eğitimler tüm platformlarda düzenlenmelidir.

EPD belgelendirme sayısının artırılması ile elde edilecek veri tabanı, ülkemizde geliştirilmekte olan yeşil bina sertifika sistemlerine veri sağlaması açısından yararlı olacaktır.

EPD belgelerinin oldukça önemli ve güncel bir konu olması sebebiyle hazırlanan bu tez çalışmasının ve Türkiye'deki yapı malzemesi üreticisi firmalara, konu üzerinde çalışan araştırmacılara ve yapı sektöründeki profesyonellere katkı sağlaması istenmiştir.

KAYNAKLAR

Akın N., Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Seçilen Bir Modelin Tuğla Örneği Üzerinden İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı, İstanbul, 2018, 491706.

Atacan O., Çevresel Ürün Beyanı (EPD) Belgeli Ürün Sayısı Türkiye'de Hızlı Büyüyor, Erişim Adresi: https://www.metsims.com/tr/2019/10/01/cevresel-urun-beyani-epd-belgeli-urun-sayisi-turkiyede-hizli-buyuyor/, (Ziyaret Tarihi: 01 Ekim 2019).

Bengü D., Yapı Üretim Sürecinde LEED Yeşil Bina Sertifika Sisteminin Değerlendirilmesi, Türkiye'den Örnekler, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı, İstanbul, 2012, 322644.

Bozkurt E., Life Cycle Assessment (LCA) Based Home Rating Model For Izmir (HRM-Izmir), Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Müh. ve Fen Bilimleri Enst. Mimarlık Anabilim Dalı, İzmir, 2007, 202129.

BREEAM (2019), What is BREAAM?, How BREEAM Certification Works, Erişim Adresi: https://www.breeam.com/, (Ziyaret Tarihi: 09 Kasım 2019).

BREEAM International New Construction (2016), Technical Manual, Erişim Adresi: https://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/#resources/output/10_pdf/a4_pdf/nc_pdf_printing/sd233_nc_int_2016_print.pdf, (Ziyaret Tarihi: 09 Kasım 2019).

Bulut B., Yeşil Bina Sertifika Sistemleri: Türkiye İçin Bir Sistem Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2014, 371655.

Bütünleşik Bina Tasarımı ile Proje Geliştirme Süreci Uygulama Kılavuzu, Mayıs, 2016.

CEN (European Committee for Standardization) (2019), Who we are, Erişim Adresi: https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx, (Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2019).

CEN/TC 350 (Sustainability of Construction Works) (2019), Building Level Standards, Product Level Standards, Erişim Adresi: http://portailgroupe.afnor.fr/public_espacenormalisation/centc350/index.html, (Ziyaret Tarihi: 05 Ekim 2019).

Cole R.J., Building Environmental Assessment Methods: A Measure of Success, ISBN: 1-886431-09-4, 2003.

Curran M.A., Life Cycle Assessment: Principles and Practice, EPA/600/R-06/06, U.S., *Environmental Protection Agency*, Ohio, 2006.

Çamur C., Isı Yalıtım Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemiyle Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara, 2010, 268537.

ÇEDBİK, B.E.S.T – KONUT Sertifika Kılavuzu, Yeni Konutlar Versiyon 2.0, Ağustos (2019a), Erişim Adresi: https://cedbik.org/tr/yesil-bina-7-pg/yesil-bina-degerlendirme-sistemleri-8-pg/cedbik-konut-sertifikasi-12-pg, (Ziyaret Tarihi: 07 Ekim 2019).

ÇEDBİK (2019b), Yeşil Binalar, DGNB, Erişim Adresi: https://cedbik.org/tr/yesil-bina-7-pg/dgbn-11-pg, (Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2019).

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) (2017a), Kurumsal, Erişim Adresi: https://cedbik.org, (Ziyaret Tarihi: 26 Eylül 2017).

ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) (2017b), ÇEDBİK – Konut Sertifikası, Erişim Adresi: http://www.cedbik.org/cedbikkonut-sertifikasi_p1_tr_44_.aspx, (Ziyaret Tarihi: 26 Eylül 2017).

Çelebi G. Ü., Gültekin A. B., Harputlugil G. U., Bedir M. ve Tereci A., Yapı - Çevre İlişkileri, *TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi*, İstanbul, ISBN: 978-9944-89-645-0, İstanbul, 2008.

Çelik Z., Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Donatılı Yonga Çatı ve Cephe Elemanları, *Ytong Aktüel Dergisi*, Mart, Sayı: 45, Yerel Süreli, S: 7, 2018.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB), Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Kimyasallar Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Erişim Adresi: https://onceliklikimyasallar.csb.gov.tr/basel-sozlesmesi-i-5178, (Ziyaret Tarihi: 16 Mart 2019).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Sürdürülebilir Yeşil Binalar İle Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarih: 08 Aralık 2014, Sayı: 29199, 2014.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Binalar İle Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarih: 23 Aralık 2017, Sayı: 30279, 2017.

Demirer G. N., Pratik Yaşam Döngüsü Analizi Kılavuzu AB Sürecinde İşletmeler ve Kamu için Yaşam Döngüsü Analizi Yöntem ve Örnekleri, *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları – I*, ISBN: 978-975-6180-42-6, Ankara, 2011.

DGNB (2019), Erişim Adresi: https://www.dgnb-system.de/en/system/certification_system/, (Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2019).

Ding G.K.C., Sustainable Construction - The Role of Environmental Assessment Tools, *Journal of Environmental Management*, 86: 451-464, 2008.

Eko Yapı Dergisi (2014), Türkiye'nin Ulusal Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemi 'SEEB-TR' tanıtıldı, Erişim Adresi: https://www.ekoyapidergisi.org/337-turkiyenin-ulusal-yesil-bina-sertifikasyon-sistemi-seeb-tr-tanitildi.html, (Ziyaret Tarihi: 26 Eylül 2017).

Environdec (2019), What is an EPD?, Erişim Adresi: https://www.environdec.com/What-is-an-EPD/, (Ziyaret Tarihi: 26 Ekim 2019).

EPD Turkey (2019), Sayılarla EPD, Erişim Adresi: https://epdturkey.org/sayilarla-epd/, (Ziyaret Tarihi: 23 Eylül 2019).

EPD Turkey (2018a), EPD Hakkında, EPD Turkey ve EPD, Erişim Adresi: https://epdturkey.org/epd-hakkinda/epd-turkey/, (Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2018).

EPD Turkey (2018b), EPD Hakkında, Belgelendirme Süreci ve Kayıt Maliyetleri, Erişim Adresi: https://epdturkey.org/epd-hakkinda/belgelendirme-sureci-ve-kayit-maliyetleri/, (Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2018).

EPD Turkey (2017a), Haberler, EPD Turkey ve ISO 21930 Standardı, Erişim Adresi: https://epdturkey.org/epd-turkey-ve-iso-21930-standardi/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2017).

EPD Turkey, (2017b), Haberler, EPD Belgelerinin Ticari Değeri Artıyor, Erişim Adresi: https://epdturkey.org/epd-belgelerinin-ticari-degeri-artiyor/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2017).

Gaasbeek A., What the Revised EN 15804 Standard Means for You, Erişim Adresi: https://www.pre-sustainability.com/news/what-the-revised-en15804-epd-standard-means-for-you, (Ziyaret Tarihi: 27 Ekim 2019).

Geçim G., Yapı Yaşam Döngüsünde Sürdürülebilir Yapı Değerlendirme Sistemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı, İstanbul, 2018, 520633.

Gilman R. (1992), Sustainability From the 1992 UIA/AIA, Call For Sustainable Community Solutions, Context Institute, Erişim Adresi: https://www.context.org/about/definitions/, (Ziyaret Tarihi: 11 Ekim 2018).

Gökçe Ş. Aytekin O. Kuşan H. ve Zorluer İ., Türkiye'de Mevzuatlar ve Standartlar Açısından Sürdürülebilir Yapım, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Cilt 23, Sayı 3, 2018.

Gültekin A. B., Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Kapsamında Yapı Ürünlerinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 184670.

Gürgün A.P., Kömürlü R. ve Arditi D., Review of the LEED Category in Materials and Resources for Developing Countries, *Procedia Engineering 118*, 1145 – 1152, 2015.

Hoşkara E., Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık, Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi, İstanbul, 2007, 222018.

IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V.) (2019a), Eco-Labels, Erişim Adresi: https://ibu-epd.com/en/eco-labels/, (Ziyaret Tarihi: 14 Mayıs 2019).

IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V.) (2019b), EPD Programm, Erişim Adresi: https://ibu-epd.com/epd-programm/, (Ziyaret Tarihi: 15 Eylül 2019).

ISO (Internatioal Standarts Organisation) (2019), About Us, Erişim Adresi: https://www.iso.org/about-us.html, (Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2019).

ISO 14040, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, *International Organization of Standardization*, Second Edition, 01 Temmuz 2006.

ISO 14044, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, *International Organization of Standardization*, First Edition, 01 Temmuz 2006.

ISO 14025, Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures, *International Organization of Standardization*, First Edition, 01 Temmuz 2006.

ISO 14040, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, *International Organization of Standardization*, First Edition 15 Haziran 1997.

Mammadov A. ve Cılız N., Yaşam Döngüsü Analizi: Tanımı, Amacı, Sürdürülebilirlik Kavramları ile İlişkisi ve Sanayideki Yeri, Erişim Adresi: https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/yasam-dongusu-analizi-tanimi-amaci-surdurulebilirlik-kavramlari-ile-iliskisi-ve-sanayideki-yeri/9494, Eylül 2017, Sayı: 345, (Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2017).

Kahraman İ., EPD Son Gelişmeler ve Markalar, *Eko Yapı Dergisi*, Kasım, Sayı: 28, ISSN 2146-9636, S:110, 2015.

Kalkınmada Anahtar Verimlilik (2017), Erişim Adresi: https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/ulusal-yasam-dongusu-degerlendirmesi-veri-tabaninin-gelistirilmesi-icin-teknik-ve-idari-altyapinin-olusturulmasi-projesi-basladi/9501, Eylül 2017, Sayı: 345, (Ziyaret Tarihi: 05 Şubat 2019).

Kanan N. ve Hozatlı B., Binalarda Yaşam Döngüsü Sistem Sınırlarının BEP Yönetmeliği Çerçevesinde İrdelenmesi, *12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bina Fiziği Sempozyumu*, TESKON, İzmir, 2015.

Kara H., Yeşil Binalarda LCA Kredileri Üzerine Değerlendirme, Erişim Adresi: https://www.metsims.com/tr/2017/03/05/yesil-binalarda-lca-kredileri-uzerine-degerlendirme/, (Ziyaret Tarihi: 01 Ekim 2017).

Kara H., EPD Son Gelişmeler ve Markalar, *Eko Yapı Dergisi*, Kasım, Sayı: 28, ISSN 2146-9636, S:113-114, 2015.

Kara H., Eko-Etiket, *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları – III*, ISBN: 978-975-6180-42-6, 2011.

Kaya K., Sürdürülebilir Binalar İçin Çevresel Ürün Bildirimine Sahip Yapı Malzemeleri Konusunda Türkiye'de Mevcut Durumun İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, 2011, 333096.

Kaya U., Sürdürülebilir Dış Duvar Sistemi İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı, İstanbul, 2010, 291909.

Khasreen M., Banfill P., ve Menzies G., Life – Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review, *Sustainability*, ISSN: 2071-1050, 2009.

Kim J.J. ve Rigdon B., Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, *Collage of Architecture and Urban Planning*, The University Michigan, Aralık, 1998.

Köktuna M., Yapı Malzemelerinde Ekoetiket, *Yapı Dergisi Eki Yapıda Ekoloji*, Nisan, Sayı: 365, ISSN: 1300-3437, S:39, 2012.

Kömürlü R., Yeşil Bina Kavramı ve Proje Yönetimi (Green Building Concept and Project Management), *Yapı Dergisi (Building Journal)*, Haziran, Sayı:438, ISSN 1300-3437, S: 49, 2018.

Kömürlü R. ve Arditi D., Project Management in Green Building Production, *Ecology, Planning and Design*, Koleva, I., Duman Yuksel, U., Benaabidate, L. (Editors), St. Kliment Ohridski University Press Sofia, ISBN: 978-954-07-4270-0, Chapter 1, P: 1-11, 2017.

Kömürlü R., Gürgün P. ve Somalı B., Yeşil Bina Sertifikalandırma Süreç Yönetimi ve Kullanım Aşamasında Sağlanan Faydaları, *Mimarlıkta Malzeme Dergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Süreli Yayını, Yıl: 8, Sayı: 24, S: 57-63, 2013.

Lasvaux S., Gantner J., Wittstock B., Bazzana M., Schiopu N., Saunders T., Gazulla C., Mundy J., Sjöström C., Palmer P., Barrow T., Braune A., Anderson J., Lenz K., Takacs Z., Hans J., Chevalier J., Achieving Consistency in Life Cycle Assessment Practice Within the European Construction Sector: The Role of the EeBGuide InfoHub, Editors: Klöpffer W., Curran M.A., *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Springer-Verlag Berlin Heildelberg, 1783-1793, 2014.

LEED (2019a), LEED, Why LEED, Erişim Adresi: https://new.usgbc.org/leed, (Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2019).

LEED v4.1 Building Design and Construction, July, 2019 (2019b), LEED v4.1 Erişim Adresi: https://new.usgbc.org/leed-v41#bdc, (Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2019).

McManus C.M. ve Taylor M.C., The Changing Nature of Life Cycle Assessment, *Biomass and Bioenergy 13-26*, 2015.

NIST (National Institute of Standards and Technoloy) (2019), BEES, Erişim Adresi: https://www.nist.gov/services-resources/software/bees, (Ziyaret Tarihi: 27 Ekim 2019).

Ortiz O., Francesc C. ve Sonnemann G., Sustainability in the Construction Industry: A Review of Recent Developments Based on LCA, *Construction and Building Materials*, 28-39, 2009.

Özçuhadar T., Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı, İstanbul, 2007, 222135.

Özdemir E., Mevzuat ve Yeşil Bina Sertifikaları Bağlamında Yapı Malzemelerinin Seçimi ve Türkiye için Gereklilikler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programı, İstanbul, 2012, 310640.

Özgünler M., Yeşil Binalar ve Yangın Güvenliği (Green Building and Fire Safety), *Yapı Dergisi (Building Journal)*, Şubat, Sayı:434, ISSN 1300-3437, S: 56, 2018.

Öztaş S. K., ve Tanaçan, L., Yaşam Döngüsü Envanter Analizinin Türkiye İçin Önemi, *Yapı Dergisi*, Şubat, Sayı: 434, ISSN 1300-3437, S:45, 2018.

Öztaş S. K., Türk Yapı Malzemesi Sektörü İçin Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilimleri Programı, İstanbul, 2014, 363841.

Paulsen J., Life Cycle Assessment for Building Products – The Significance of The Usage Phase, Doctoral Thesis, Kungliga Tekniska Hogskolan, Stockholm, ISBN: 91-7283-098-0, 2001.

Sakınç E., Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimaride Güneş Enerjili Etken Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, FBE Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı, İstanbul, 2006, 180446.

SEEB-TR Final Raporu, BİL-74 'Yapılarda Enerji Verimliliği Araştırma - Geliştirme, Bilgi Paylaşım Sisteminin Oluşturulması' Projesi, *Sürdürülebilir Enerji Etkin Binalar Sempozyumu*, Ocak, S: 33, 2014.

Semtrio, (2018), LCA - Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, Erişim Adresi: https://www.semtrio.com/yasam-dongusu-analizi-lca, (Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2018).

SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry) (2019), About SETAC, Erişim Adresi: https://www.setac.org/page/AboutSETAC, (Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2019).

SimaPro (2019), About SimaPro, Erişim Adresi: https://simapro.com/about/, (Ziyaret Tarihi: 27 Ekim 2019).

Soysal Y., Yerel Yönetimler İçin Evsel Katı Atık Tarifelerinin Belirlenmesi Üzerine Geliştirilen Bir Hesap Yöntemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Müh. Programı, İstanbul, 2015, 398026.

Sposito C. ve Scalisi F., A Possible Tool for the Choice of Building Materials: the Environmental Product Declaration (EPD), *Mediterranean Design Association, 3rd International Conference on Environmental Design*, Marsala, Italy, 03 - 04 October, ISBN: 978-88-5509-060-5, 2019.

Standard Ekonomik ve Teknik Dergisi, Haziran, S: 31-33, 2015.

Sur H., Çevre Dostu Yeşil Binalar, *Yeşil Binalar Referans Rehberi*, İstanbul, 2012.

SÜRATAM, SÜRATAM Kimdir?, Erişim Adresi: https://suratam.org/, (Ziyaret Tarihi: 01 Ekim 2019).

SÜRATAM (Sürdürülebilir Üretim ve Arge ve Tasarım Merkezi), Çevresel Ürün Beyanları Kayıt Sistemi, Erişim Adresi: http://www.turcomdat.com, (Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2018).

Şenel A., Sürdürülebilir Bina Yapım İlkelerinin ve Yeni Yaklaşımların İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir, 2010, 283626.

Tatlı G. E., Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara, 2006, 180294.

Taygun G. T., Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bina Bilgisi Bilim Dalı, İstanbul, 2005, 198931.

The EPD Registry (2019), EPD, Erişim Adresi: https://www.theepdregistry.com/epd/, (Ziyaret Tarihi: 17 Eylül 2019).

ThinkStep (2019), GaBi Product Sustainability Software, GaBi, Erişim Adresi: http://www.gabi-software.com/international/software/gabi-software/gabi/, (Ziyaret Tarihi: 27 Ekim 2019).

Tranchard S., (2018), New Version of ISO 14024 on Ecolabelling Just Published, Erişim Adresi: https://www.iso.org/news/ref2273.html, (Ziyaret Tarihi: 16 Kasım 2019).

TS EN ISO 14040, Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – İlkeler ve Çerçeve, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2007.

TS EN ISO 14020, Çevre Etiketleri ve Beyanları - Genel Prensipler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2002.

TurComDat, Veri Tabanı Sunumu ve Kullanımı, Erişim Adresi: https://turcomdat.com/application/, (Ziyaret Tarihi: 12 Ekim 2018).

Türkiye İMSAD, Sürdürülebilir İnşaat Malzemeleri Terimler Sözlüğü, *Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği*, ISBN: 978-605-81691-0-4, Mart, İstanbul, 2018.

UN Environment Programme (United Nations Environment Development) (2019), About UN Environment Programme, Erişim Adresi: https://www.unenvironment.org/about-un-environment/why-does-un-environment-matter, (Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2019).

WCED (World Council on Environment and Development), (1987), Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, United Nations Development Programme, Erişim Adresi: http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm, (Ziyaret Tarihi: 25 Mart 2019).

Yeşil Ekonomi (2019), Çevre Etiketi Dönemi Başladı, Erişim Adresi: https://yesilekonomi.com/cevre-etiketi-donemi-basladi/, (Ziyaret Tarihi: 18 Mayıs 2019).

Yeşil Ekonomi (2018), Çevre Etiketi Yönetmeliği Yayınlandı, Erişim Adresi: https://yesilekonomi.com/cevre-etiketi-yonetmeligi-yayinlandi/, (Ziyaret Tarihi: 19 Ekim 2018).

Yıldız D. ve Uzunsakal E., Alan Araştırmalarında Güvenilirlik Testlerinin Karşılaştırılması ve Tarımsal Veriler Üzerine Bir Uygulama, *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı:1, 2018.

Yılmaz B., Türkiye İçin Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri ve Bütünleşik Tasarım Yönetim Modeli Oluşturulması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi, İstanbul, 2012, 315207.

Yonar O., *Yaşam Döngüsünde Enerji Analizi ve Yeşil Binalar*, Yem Yayınları, İstanbul, 2009.

Yüksek İ. ve Mıhlayanlar E., Yaşam Döngüsü Sürecinde Yapı Malzemesi Çevre Etkileşimi, *2nd International Sustainable Buildings Symposium – ISBS 2015 (2. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu)*, Gazi University, Ankara, 2015.

EKLER

Ek-A

Yeşil Bina Üretiminde Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Kapsamında Çevresel Ürün Beyanlarının Yapılarda Uygulanması adlı anket çalışması

ANKET ÇALIŞMASI

KONU: Yeşil Bina Üretiminde Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Kapsamında Çevresel Ürün Beyanlarının Yapılarda Uygulanması

İÇERİK:

A. Anket Hakkında Genel Bilgiler
B. Kişisel Bilgiler
C. Şirket Hakkında Genel Bilgiler
D. Anket Formu

A. ANKET HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Bu anket çalışması ile amaçlanan, Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) yöntemi kapsamında Çevresel Ürün Beyanlarının (EPD), Türkiye'deki yapı malzemesi üreticileri tarafından nasıl elde edildiklerini, üreticilerin belgeye sahip olma nedenlerini ve belge alımı sonrası elde ettikleri kazanımları tespit etmektir. Elde edilen veriler ile belge süreci hakkında farkındalık oluşturulması ve EPD belgelerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Anket çalışmasının sonuçlarının, akademik çalışmalara, yapı malzemesi üreticilerine, mimarlar, yeşil bina tasarımcıları ve yapı sektöründeki diğer paydaşlara yardımcı olacağı düşünülmektedir. Anket 30 sorudan oluşmaktadır ve cevaplanması takribi 5 dakika sürmektedir.

Bu bilgiler kişi veya kurum bazında yansıtılmayacak olup, genel bir veri oluşturmak istenmektedir. Ankette değinilmeyen ve sizin için önem arz eden konulara yapacağınız katkılar çalışmayı zenginleştirecektir.

Katkılarınız için teşekkür ederim. Saygılarımla.

Melike SAYIN, melike-sayin@hotmail.com, 0 506 673 46 62

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı

B. KİŞİSEL BİLGİLER

1. Firmadaki pozisyonunuz nedir?

( ) Çalışan ( ) Orta Düzey Yönetici ( ) Üst Düzey Yönetici

( ) Şirket Sahibi / Girişimci ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

2. Mesleğiniz nedir?

( ) Mimar ( ) İnşaat Mühendisi ( ) Elektrik Mühendisi

( ) İç Mimar ( ) Kimya Mühendisi ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

3. İş tecrübeniz kaç yıldır?

( ) 1 – 5 yıl ( ) 6 – 10 yıl ( ) 11 – 15 yıl

( ) 16 – 20 yıl ( ) 21 yıl ve üzeri

4. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yöntemi ve Çevresel Ürün Beyanı ile ilgili bilgilerinizi – tecrübelerinizi nasıl edindiniz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

( ) Danışman firmalarla beraber çalışarak

( ) Konferanslara / sempozyumlara / etkinliklere katılarak

( ) İnternet araştırması / literatür araştırması yaparak

( ) Sektörel yayınları okuyarak

( ) Üniversite / yeşil binalarla ilgili eğitim alarak

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

5. YDD yöntemi ve EPD ile ilgili tecrübeniz kaç yıldır?

( ) 1 – 3 yıl ( ) 4 – 7 yıl ( ) 8 – 10 yıl

( ) 11 – 14 yıl ( ) 15 yıl ve üzeri

C. ŞİRKET HAKKINDA GENEL BİLGİLER

1. Çalıştığınız firmanın adı nedir?

…….

2. Firmanız kaç yıldan beri aktif bir şekilde faaliyet göstermektedir?

( ) 1 – 5 yıl ( ) 6 – 10 yıl ( ) 11 – 15 yıl

( ) 16 – 20 yıl ( ) 21 yıl ve üzeri

3. Firmanızın yıllık cirosu ne kadardır?

( ) 10 milyon TL'den küçük (küçük ölçekli şirket)

( ) 10 milyon TL – 100 milyon TL arası (orta ölçekli şirket)

( ) 100 milyon TL – 500 milyon TL arası (orta üstü ölçekli şirket)

( ) 500 milyon TL – 1 milyar TL arası (büyük ölçekli şirket)

( ) 1 milyar TL'den büyük (çok büyük ölçekli şirket)

( ) Bilmiyorum

4. Firmanızda YDD ve EPD hakkında çalışmalar yürüten ayrı bir kişi, birim / ekip veya bölümünüz var mıdır?

( ) Evet ( ) Hayır ( ) Bilmiyorum

5. Firmanız sürdürülebilirlik kapsamında çalışmalarını kaç yıldır yapmaktadır?

( ) 1 – 3 yıl ( ) 4 – 7 yıl ( ) 8 – 10 yıl

( ) 11 – 14 yıl ( ) 15 yıl ve üzeri

D. ANKET FORMU

Lütfen aşağıdaki soruları güncel EPD belgenize göre cevaplandırınız.

1. EPD belgesinde beyan edilen ürününüz nedir?

( ) Gazbeton

( ) Yalıtım malzemesi

( ) Alçı levha

( ) PVC profil

( ) Alçı sıva

( ) Porselen karo

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

2. Ürününüze EPD belgesini alma sebepleriniz nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

( ) Sektör öncülüğü sağlamak

( ) Müşteri talebini karşılamak

( ) Dünya pazarında yer alabilmek

( ) Kaynak verimliliğini hesaplamak

( ) Yeşil ürün pazarında yer alabilmek

( ) Ürünlerin çevresel performanslarını kanıtlamak

( ) Yeşil bina sertifika sistemlerinde ilave puan sağlaması

( ) Sürdürülebilirlik raporlarında destekleyici belge olarak kullanılması

( ) Etkili bir reklam aracı olması

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

3. EPD belgesine sahip olmanın avantajları nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

( ) Paydaşlara fayda sunması

( ) Ekonomik fayda sağlaması

( ) Uluslararası tanınırlık sağlaması

( ) Sektörde rekabette avantaj sağlaması

( ) Firmanın çevre kriterlerine uygunluğunun gösterilmesi

( ) Belgenin periyodik yenilenmesi ile iyileştirmede sürekliliğin sağlanması

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

4. EPD uygulamalarının şirket içi getirileri nelerdir?

( ) Çalışanlarda çevresel farkındalık oluşturması

( ) Proseste optimizasyon potansiyellerin tespit edilmesi

( ) Enerji ve malzeme kullanımında şeffaflığın sağlanması

( ) Ürünün kendi pazarındaki çevresel performansının kıyaslanabilmesi

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

5. EPD belgesi firmanın beklentilerini karşıladı mı?

( ) Evet ( ) Hayır ( ) Kısmen ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

6. Ürününüzün EPD belge süresi dolduğunda yenilenmesi, firmanın hedeflerinde var mı?

( ) Evet ( ) Hayır ( ) Bilmiyorum ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

7. EPD belgelendirmeleri için devlet teşviklerinden haberdar mısınız?

( ) Evet ( ) Hayır

8. Ürününüze YDD yönteminin uygulanmasının sağladığı avantajlar nelerdir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

( ) Ürünlerin sürdürülebilirliğinin yaşam döngüsü evreleri süresince ölçülebilmesi ve yönetilmesi

( ) Ürünlerin yaşam döngüsünün her aşamasında çevresel etkilerinin belirlenmesi

( ) Sürdürülebilirlik planları hazırlanmasında yol gösterici olması

( ) Yatırımlar için karar alma sürecine yardımcı olması

( ) Paydaşlara güven sağlanması

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

9. YDD hesaplamalarında hangi yazılım programı kullanılmıştır?

( ) SimaPro ( ) GaBi ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

10. EPD belgenizde hangi program operatörü kullanılmıştır?

( ) Institut Bauen und Umwelt e. V. (IBU)

( ) Bau EPD GmbH

( ) The International EPD System

( ) EPD Turkey

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

11. Beyan edilen ürünün hangi sistem sınırları hesaplanmıştır?

( ) A1 – Hammadde temini
( ) A2 – Nakliye
( ) A3 – Üretim
( ) A4 – Sahaya nakliyesi
( ) A5 – Kurulum
( ) B1 – Kullanım
( ) B2 – Bakım
( ) B3 – Tamir
( ) B4 – Yenileme
( ) B5 – Yenileştirme
( ) B6 – Operasyon süreci enerji tüketimi
( ) B7 – Operasyon süreci su tüketimi
( ) C1 – Yıkım
( ) C2 – Nakliye
( ) C3 – Atık prosesi
( ) C4 – Bertaraf
( ) D – Tekrar kullanım – Geri Dönüşüm

12. EPD belgesinin hazırlanıp yayınlanması ne kadar zaman almıştır?

( ) 1 – 4 ay ( ) 5 – 8 ay ( ) 9 – 12 ay ( ) 1 yıl ve üzeri

13. Ne tür bir EPD kullanıldı?

( ) Ürün grubu EPD
( ) Fabrikalar ortalaması EPD
( ) Diğer (Belirtiniz): …….

14. EPD belgesini alım sürecinin hangi aşamasında veya aşamalarında zorluklarla karşılaşıldı? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

( ) Veri toplama süreci
( ) Hesaplama yöntemleri ve modelin hazırlanması
( ) Çevresel etkilerin yorumlanması ve raporun hazırlanması
( ) Belge kayıt ve yenileme ücretleri
( ) Herhangi bir zorlukla karşılaşılmadı
( ) Diğer (Belirtiniz): …….

15. Üretim aşamasında kullanılan enerji türü nedir?

( ) Elektrik
( ) Doğalgaz
( ) Dizel yakıt
( ) Yenilenebilir enerji
( ) Diğer (Belirtiniz): …….

16. Ürün yaşam döngüsünün hangi aşamasında ‘toplam çevresel etki’ en yüksektir?

( ) Hammadde temini ( ) Nakliye ( ) Üretim

( ) Bertaraf ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

17. Ürün yaşam döngüsünün hangi aşamasında ‘toplam enerji tüketimi’ en yüksektir?

( ) Hammadde temini ( ) Nakliye ( ) Üretim

( ) Bertaraf ( ) Diğer (Belirtiniz): …….

18. Enerji verimliliği için yapılan çalışmalar var mı? Ürünün hangi aşamasında neler yapıldı?

( ) Hammadde temininde yenilenebilir atıkta dönüşüm

( ) Nakliye sürecinde yakıt/enerji tüketimini azaltacak çalışmalar

( ) Üretim aşamasında enerji kullanımını azaltmak için farklı hammadde kullanımı denemeleri

( ) Üretim aşamasında yakıt/enerji tüketimini azaltacak çalışmalar

( ) Herhangi bir çalışma yapılmamıştır

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

19. Ürünün üretim aşamasında suyun verimli kullanılması için yapılan çalışmalar var mı? Varsa belirtiniz.

( ) Suyun geri dönüşümünün sağlanması ve kullanılması

( ) Kullanılan su miktarının azaltılması

( ) Herhangi bir çalışma yapılmamıştır

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

20. Ürünün yaşam sonu aşamasında atık ve geri dönüşümü nasıl değerlendirilmektedir?

( ) Atıklar geri dönüşüm firmalarına gönderilir

( ) Atıkların alternatif hammadde olarak kullanılması sağlanır

( ) Atıkların alternatif yakıt olarak kullanılması sağlanır

( ) Atıklar geri dönüştürülemez (tehlikeli atıklar)

( ) Herhangi bir atık geri dönüşümü yoktur

( ) Diğer (Belirtiniz): …….

Ek-B

Cronbach’s Alpha Analiz Hesabı Tablosu

Tablo B.1. Cronbach’s alpha analiz hesabı

Scale Statistics			
Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
65,95	114,682	10,709	85
Reliability Statistics			
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items		N of Items
,810	,835		85

Tablo B.2. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri

	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4.1	S1.4.2	S1.4.3	S1.4.4	S1.4.5
KATILIMCI 1	4	5	3	1	0	1	0	0
KATILIMCI 2	3	5	2	1	0	0	0	0
KATILIMCI 3	3	6	4	1	0	0	0	0
KATILIMCI 4	4	2	2	1	0	1	0	0
KATILIMCI 5	5	5	4	1	0	0	0	0
KATILIMCI 6	3	5	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 7	5	1	4	1	0	1	0	1
KATILIMCI 8	5	1	4	1	0	1	0	1
KATILIMCI 9	5	6	3	0	0	0	0	1
KATILIMCI 10	4	6	3	1	1	1	1	1
KATILIMCI 11	5	6	4	1	0	1	0	0
KATILIMCI 12	4	5	4	1	0	1	0	0
KATILIMCI 13	4	6	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 14	4	6	5	0	1	1	0	0
KATILIMCI 15	5	6	5	1	1	1	0	0
KATILIMCI 16	3	6	5	1	0	1	0	0
KATILIMCI 17	4	6	4	1	0	1	1	0
KATILIMCI 18	4	6	4	1	0	1	1	0
KATILIMCI 19	4	5	4	1	0	0	0	0
KATILIMCI 20	5	4	4	1	1	1	1	0
KATILIMCI 21	4	6	4	1	0	1	0	0
KATILIMCI 22	4	6	4	1	0	1	0	0
KATILIMCI 23	5	6	5	1	0	0	0	0

Tablo B.3. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S1.4.6	S1.5	S2.2	S2.3	S2.4	S2.5	S3.2.1	S3.2.2
KATILIMCI 1	0	5	1	3	2	1	1	1
KATILIMCI 2	0	4	1	4	1	3	1	1
KATILIMCI 3	0	4	1	5	1	2	1	0
KATILIMCI 4	0	4	1	6	1	5	1	1
KATILIMCI 5	0	5	2	6	1	1	1	0
KATILIMCI 6	0	5	1	6	2	1	1	0
KATILIMCI 7	0	5	3	6	2	2	1	1
KATILIMCI 8	0	5	3	6	2	2	1	1
KATILIMCI 9	0	5	1	4	1	5	1	1
KATILIMCI 10	0	4	1	4	1	2	1	1
KATILIMCI 11	0	5	1	6	1	3	0	1
KATILIMCI 12	0	4	1	3	2	3	1	0
KATILIMCI 13	0	3	1	6	2		1	1
KATILIMCI 14	0	5	1	3	2	2	0	1
KATILIMCI 15	0	5	1	6	1	5	1	1
KATILIMCI 16	0	5	2	6	1	5	1	1
KATILIMCI 17	0	5	1	6	2	2	1	1
KATILIMCI 18	0	5	1	4	2	3	1	1
KATILIMCI 19	0	4	1	6	2	2	1	1
KATILIMCI 20	0	5	1	6	1	1	1	1
KATILIMCI 21	0	5	3	6	2	1	0	1
KATILIMCI 22	0	5	3	6	2	1	0	1
KATILIMCI 23	0	5	1	5	1	2	1	0

Tablo B.4. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.2.3	S3.2.4	S3.2.5	S3.2.6	S3.2.7	S3.2.8	S3.2.9	S3.2.10
KATILIMCI 1	0	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 2	1	1	1	1	1	1	1	0
KATILIMCI 3	1	0	1	1	0	0	1	0
KATILIMCI 4	1	0	0	1	1	0	0	0
KATILIMCI 5	0	0	1	0	1	0	0	0
KATILIMCI 6	0	0	0	0	1	1	0	0
KATILIMCI 7	0	0	1	1	1	0	1	0
KATILIMCI 8	0	0	1	1	1	0	1	0
KATILIMCI 9	0	0	0	1	1	1	0	0
KATILIMCI 10	1	1	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 11	1	0	1	0	1	0	0	0
KATILIMCI 12	0	0	1	1	1	0	1	0
KATILIMCI 13	1	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 14	0	0	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 15	1	1	1	1	1	1	1	0
KATILIMCI 16	1	0	1	1	0	1	0	0
KATILIMCI 17	0	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 18	1	0	1	1	0	1	1	0
KATILIMCI 19	0	0	1	0	1	0	0	0
KATILIMCI 20	1	1	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 21	1	1	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 22	1	1	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 23	1	1	1	1	1	0	0	0

Tablo B.5. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.3.1	S3.3.2	S3.3.3	S3.3.4	S3.3.5	S3.3.6	S3.3.7	S3.4.1
KATILIMCI 1	0	0	0	1	1	0	0	1
KATILIMCI 2	1	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 3	0	0	1	1	1	1	0	1
KATILIMCI 4	0	1	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 5	0	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 6	1	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 7	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 8	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 9	1	0	0	0	1	1	0	1
KATILIMCI 10	1	1	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 11	0	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 12	1	0	0	1	1	1	0	1
KATILIMCI 13	1	0	0	1	1	0	0	0
KATILIMCI 14	1	0	0	1	1	0	0	1
KATILIMCI 15	0	0	0	1	1	1	0	1
KATILIMCI 16	1	1	1	1	1	1	0	1
KATILIMCI 17	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 18	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 19	1	0	0	1	1	0	0	1
KATILIMCI 20	1	0	0	1	1	1	0	1
KATILIMCI 21	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 22	1	0	1	1	1	0	0	1
KATILIMCI 23	1	0	1	1	0	1	0	1

Tablo B.6. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.4.2	S3.4.3	S3.4.4	S3.4.5	S3.5	S3.6	S3.7	S3.8.1
KATILIMCI 1	0	1	0	0	3	1	0	0
KATILIMCI 2	0	1	0	0	1	1	1	1
KATILIMCI 3	0	0	1	0	1	1	0	1
KATILIMCI 4	0	1	1	0	3	1	0	0
KATILIMCI 5	0	1	1	0	3	1	0	0
KATILIMCI 6	0	0	1	0	3	1	0	0
KATILIMCI 7	1	1	1	0	3	1	1	1
KATILIMCI 8	1	1	1	0	3	1	1	1
KATILIMCI 9	0	1	1	0	1	3	0	0
KATILIMCI 10	1	0	0	0	1	1	1	1
KATILIMCI 11	0	0	1	0	1	1	1	0
KATILIMCI 12	0	1	1	0	1	1	0	1
KATILIMCI 13	0	1	0	0	1	1	1	0
KATILIMCI 14	0	1	1	0	3	3	0	1
KATILIMCI 15	1	1	1	0	1	1	1	1
KATILIMCI 16	0	0	1	0	1	1	1	1
KATILIMCI 17	0	1	0	0	3	2	0	1
KATILIMCI 18	0	0	0	0	3	3	1	1
KATILIMCI 19	0	0	1	0	1	3	1	
KATILIMCI 20	1	1	1	0	3	1	1	1
KATILIMCI 21	0	1	1	0	1	1	1	1
KATILIMCI 22	0	1	1	0	1	1	1	1
KATILIMCI 23	1	0	0	0	1	1	1	1

Tablo B.7. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.8.2	S3.8.3	S3.8.4	S3.8.5	S3.8.6	S3.9	S3.10	S3.11.1
KATILIMCI 1	1	0	1	0	0	1	4	1
KATILIMCI 2	1	0	0	0	0	1	4	0
KATILIMCI 3	1	1	0	0	0	1	3	1
KATILIMCI 4	0	0	0	1	0	0	4	1
KATILIMCI 5	0	0	0	1	0	1	4	1
KATILIMCI 6	1	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 7	1	0	0	1	0	2	3	1
KATILIMCI 8	1	0	0	1	0	2	3	1
KATILIMCI 9	1	0	1	0	0	1	2	1
KATILIMCI 10	1	1	1	0	0	1	3	1
KATILIMCI 11	1	0	0	0	0	1	1	1
KATILIMCI 12	0	1	0	1	0	1	1	1
KATILIMCI 13	1	0	0	0	0	1	4	1
KATILIMCI 14	1	0	0	0	0	2	3	1
KATILIMCI 15	1	1	0	1	0	1	1	1
KATILIMCI 16	1	1	0	0	0		4	1
KATILIMCI 17	1	0	0	0	0	0	4	0
KATILIMCI 18	1	1	0	1	0	2	1	1
KATILIMCI 19						1	1	1
KATILIMCI 20	1	1	0	0	2	0	0	0
KATILIMCI 21	1	0	0	1	0	1	4	1
KATILIMCI 22	1	0	0	1	0	1	4	1
KATILIMCI 23	1	1	0	1	0	1	4	1

Tablo B.8. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.11.2	S3.11.3	S3.11.4	S3.11.5	S3.11.6	S3.11.7	S3.11.8	S3.11.9
KATILIMCI 1	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 2	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 3	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 4	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 5	0	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 6	0	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 7	1	1	1	1	1	1	1	1
KATILIMCI 8	1	1	1	1	1	1	1	1
KATILIMCI 9	0	1	0	1	0	0	0	1
KATILIMCI 10	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 11	1	1	1	1	1	1	1	1
KATILIMCI 12	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 13	1	1	1	1	0	1	1	1
KATILIMCI 14	0	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 15	1	1	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 16	1	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 17	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 18	1	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 19	1	1	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 20	1	0	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 21	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 22	1	1	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 23	1	1	0	0	0	0	0	0

Tablo B.9. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.11.10	S3.11.11	S3.11.12	S3.11.13	S3.11.14	S3.11.15	S3.11.16	S3.11.17
KATILIMCI 1	0	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 2	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 3	0	0	0	0	0	0	1	1
KATILIMCI 4	0	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 5	0	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 6	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 7	1	1	1	1	1	1	1	0
KATILIMCI 8	1	1	1	1	1	1	1	0
KATILIMCI 9	0	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 10	0	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 11	1	1	1	1	1	1	1	0
KATILIMCI 12	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 13	1	0	0	1	1	1	1	0
KATILIMCI 14	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 15	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 16	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 17	0	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 18	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 19	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 20	0	0	0	0	1	0	1	0
KATILIMCI 21	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 22	0	0	0	0	0	0	0	0
KATILIMCI 23	0	0	0	0	0	1	0	0

Tablo B.10. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.12	S3.13	S3.14.1	S3.14.2	S3.14.3	S3.14.4	S3.14.5	S3.14.6
KATILIMCI 1	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 2	2	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 3	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 4	3	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 5	2	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 6	2	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 7	2	1	0	0	0	1	0	0
KATILIMCI 8	2	1	0	0	0	1	0	0
KATILIMCI 9	2	1	0	0	1	1	0	0
KATILIMCI 10	2	1	0	1	1	1	0	0
KATILIMCI 11	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 12	2	2	1	0	1	0	0	0
KATILIMCI 13	2	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 14	3	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 15	2	1	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 16	2	1	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 17	2	1	0	0	0	0	0	1
KATILIMCI 18	2	1	1	0	1	0	0	0
KATILIMCI 19	1	2	0	0	0	0	0	1
KATILIMCI 20	3	1	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 21	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 22	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 23	2	1	0	0	0	0	1	0

Tablo B.11. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.15.1	S3.15.2	S3.15.3	S3.15.4	S3.15.5	S3.16	S3.17	S3.18.1
KATILIMCI 1	1	1	1	0	0	3	4	0
KATILIMCI 2	1	1	0	0	0	4	3	0
KATILIMCI 3	1	1	0	0	0	1	3	0
KATILIMCI 4	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 5	1	0	0	0	0	1	2	0
KATILIMCI 6	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 7	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 8	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 9	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 10	0	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 11	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 12	1	1	1	0	0	1	1	0
KATILIMCI 13	1	1	0	0	0			0
KATILIMCI 14	0	0	0	1	0	1	3	1
KATILIMCI 15	1	1	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 16	1	0	0	0	0	3	3	1
KATILIMCI 17	1	1	0	0	0	1	3	0
KATILIMCI 18	1	1	0	0	0	3	3	1
KATILIMCI 19	1	0	0	0	0	3	3	0
KATILIMCI 20	1	1	0	1	0	3	3	1
KATILIMCI 21	1	1	0	0	0	1	3	0
KATILIMCI 22	1	1	0	0	0	1	3	0
KATILIMCI 23	1	0	0	0	0	1	1	0

Tablo B.12. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.18.2	S3.18.3	S3.18.4	S3.18.5	S3.18.6	S3.19.1	S3.19.2	S3.19.3
KATILIMCI 1	0	1	1	0	0	0	1	0
KATILIMCI 2	0	1	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 3	0	0	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 4	0	0	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 5	0	1	0	0	0	0	0	1
KATILIMCI 6	1	1	0	0	0	1	1	0
KATILIMCI 7	0	0	1	0	0	0	0	1
KATILIMCI 8	0	0	1	0	0	0	0	1
KATILIMCI 9	0	0	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 10	0	1	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 11	0	1	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 12	0	1	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 13	0	0	1	0	0	0	1	0
KATILIMCI 14	0	1	0	0	0	1	1	0
KATILIMCI 15	0	1	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 16	1	1	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 17	1	1	1	0	0	1	1	0
KATILIMCI 18	1	1	1	0	0	1	1	0
KATILIMCI 19	0	0	1	0	0	0	0	1
KATILIMCI 20	1	0	1	0	0	0	1	0
KATILIMCI 21	0	1	1	0	0	0	0	1
KATILIMCI 22	0	1	1	0	0	0	0	1
KATILIMCI 23	1	0	1	0	0	0	1	0

Tablo B.13. Cronbach’s alpha analiz hesabı verileri devamı

	S3.19.4	S3.20.1	S3.20.2	S3.20.3	S3.20.4	S3.20.5	S3.20.6
KATILIMCI 1	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 2	0	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 3	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 4	0	0	0	0	0	0	1
KATILIMCI 5	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 6	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 7	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 8	0	0	0	0	0	1	0
KATILIMCI 9	0	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 10	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 11	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 12	0	1	0	0	1	0	0
KATILIMCI 13	0						
KATILIMCI 14	0	0	1	1	0	0	0
KATILIMCI 15	0	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 16	0	1	1	0	0	0	0
KATILIMCI 17	0	0	1	0	0	0	0
KATILIMCI 18	0	1	1	1	0	0	0
KATILIMCI 19	0	1	0	0	0	0	0
KATILIMCI 20	0	1	1	0	1	0	0
KATILIMCI 21	0	1	1	1	1	0	0
KATILIMCI 22	0	1	1	0	1	0	0
KATILIMCI 23	0	1	0	0	0	0	0

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kömürlü R., **Sayın M.,** Yeşil Bina Üretimi Kapsamında Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin İncelenmesi, *Erasmus International Academic Research Symposium In Science, Engineering And Architecture, ERASMUS Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Uluslararası Akademik Çalışmalar Sempozyumu,* ISNB: 978-605-7602-67-1, İzmir, Asos Yayınevi, 5 - 6 Nisan 2019.

ÖZGEÇMİŞ

Melike Sayın (Kılıçoğlu), 1992 yılında Konya'da doğdu. Lise öğrenimini Karatay S.D.M.P. Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2015 yılında Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden bölüm birinciliği ile Mimar olarak mezun oldu. 2017-2019 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2015-2016 yılları arasında Konya'da Ser Mimarlık firmasında görev aldı. 2018 yılından itibaren İstanbul'da Turkuaz Mimarlık firmasında çalışmalarını sürdürmektedir.