

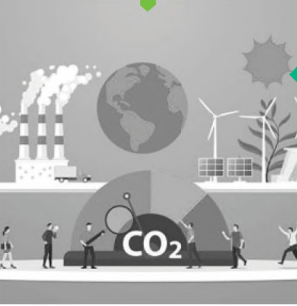
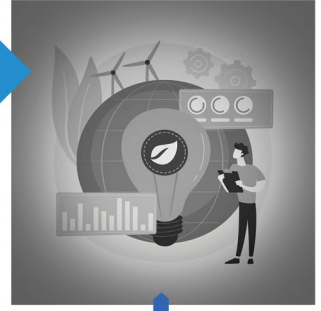
İnşaat Malzemeleri Sanayisinin Yeşil Mutabakat'a Uyumu

Yeşil Dönüşüm için Ar-Ge ve İnovasyon Rehberi

Sürdürülebilir
üretim ve
iklim-nötre
geçiş



Sürdürülebilir
üretim
göstergeleri
ve ölçümü

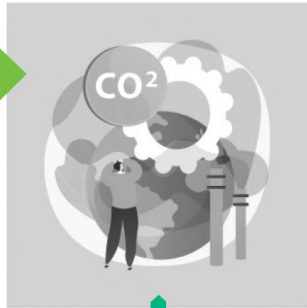


Düşük karbonlu
yenilikçi üretim
teknolojileri



Yenilenebilir
enerji
kaynaklarına
geçiş

De karbonizasyon
için araştırma ve
yeniliğin nitelikleri



Araştırma ve
inovasyonda
yaşam döngüsü
değerlendirmesi



Atık yönetimi
ve dögüsel
ekonomi



Yeşil dönüşüme
yönelik araştırma
ve yeniliğin
finansmanı

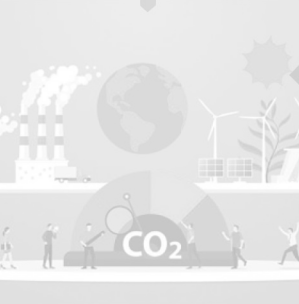
İnşaat Malzemeleri Sanayisinin Yeşil Mutabakat'a Uyumu

Yeşil Dönüşüm için Ar-Ge ve İnovasyon Rehberi

Sürdürülebilir
üretim ve
iklim-nötre
geçiş



Sürdürülebilir
üretim
göstergeleri
ve ölçümü



Düşük karbonlu
yenilikçi üretim
teknolojileri



Yenilenebilir
enerji
kaynaklarına
geçiş

De karbonizasyon
için araştırma ve
yeniliğin nitelikleri



Araştırma ve
inovasyonda
yaşam döngüsü
değerlendirmesi



Atık yönetimi
ve dögüsel
ekonomi



Yeşil dönüşüme
yönelik araştırma
ve yeniliğin
finansmanı

İnşaat Malzemeleri Sanayisinin Yeşil Mutabakat'a Uyumu: Yeşil Dönüşüm için Ar-Ge ve İnovasyon Rehberi

GENEL KOORDİNATÖR

Aygen Erkal

YAZARLAR

Sedat Gülçimen

Engin Yıldız

Gizem Argın

Özlem Özcan

Prof. Dr. Ülkü Yetiş

Prof. Dr. Niğmet Uzal

Prof. Dr. Burak Uzal

EDİTÖR

Fuçin Ermurat

TASARIM

Nur Kartal

ISBN

978-625-99686-0-5

TÜRKİYE İMSAD YAYIN NO.

İMSAD-R/2023-07/396

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Rüzgarlıbahçe Mah. Feragat Sok No:3 Kat:5 Demir Plaza, Kavacık / Beykoz

Tel: +90 216 322 23 00 (pbx) / Fax: +90 216 322 10 68

www.imsad.org / info@imsad.org / kep: turkiyeimsad@hs02.kep.tr

Temmuz 2023 İstanbul-Türkiye

Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği (Türkiye İMSAD) yayınıdır. Tüm yayın hakkı Türkiye İMSAD'a aittir. Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir. İzinsiz çoğaltılamaz, basılamaz.

ÖNSÖZ

Günümüzde orta ve uzun vadede planlar yapmanın önemi her geçen gün artıyor. Bugün sadece sektörümüzde değil tüm sektörlerde, olaylara kısa vadeli bakış açısının büyük ölçüde değiştiğini görüyoruz. İçinde bulunduğumuz süreçte, özellikle geleceğimizi, üretimimizi, ticaretimizi şekillendirecek uzun vadeli planlar, uluslararası seviyede devreye alınmaya başlandı. En kapsamlı uluslararası planların başında Yeşil Mutabakat geldi ve bu adım ile Avrupa Birliği, yeşil dönüşümü yasal bir boyuta taşıdı.

Uluslararası arenada meydana gelen değişim ve dönüşüm karşısında ülkemizin kalkınma hedefleri doğrultusunda sürdürülebilir ve kaynak-etkin bir ekonomiye geçişini destekleyecek çalışmalar gerek kamu tarafında ilgili bakanlıklarımız düzeyinde, gerekse sivil toplum kuruluşları tarafından ciddiyle sürdürülüyor. Bu amaçla atılan her adımı, ülkemizin küresel tedarik zincirlerindeki konumunun güçlendirilmesi ve yeşil yatırımların ülkemize çekilmesi bakımından çok önemli görüyor, ilgiyle izliyor, sektörümüzün uyum sağlaması için gayret gösteriyoruz.

Önemli bir kısmını sınırda karbon düzenlemesinin oluşturduğu Yeşil Mutabakat'ın kapsadığı enerji, sanayi, ulaşım ve binalarda enerji verimliliğine yönelik önlemler, Avrupa Birliği ile ticaret yapan tüm ülkeleri direkt ilgilendiriyor. Sınırda karbon uygulamasının öncelikli sektörlerde 2026'dan itibaren başlayacağını duyurulmasını olumlu bir gelişme olarak değerlendirmeli bu süreci bir fırsat olarak değerlendirip, şimdiden yol haritamızı oluşturmalıyız.

Türkiye'yi üretim üssü olarak düşünürsek, bizim gibi enerji yoğun sektörlerin ağırlıklı olduğu bir ülkede Yeşil Mutabakat'a uyum sağlamamız ve bu süreci iyi yönetmemiz gerekiyor. Avrupa Birliği ile ticaret yapan tüm ülkeleri ilgilendiren Yeşil Mutabakat ve Sınırda Karbon Düzenlemesi konusunun sektörün en önemli gündem maddelerinden biri olması sebebiyle Türkiye İMSAD olarak biz de Yeşil Mutabakat'a geçiş sürecinde inşaat malzemeleri sektörüne yol gösterici olacak bir rehber dokümanı için kolları sıvadık. Bu doküman Türkiye İMSAD Ar-Ge Komitesi, Çevre Dostu Malzeme Komitesi ile Sürdürülebilirlik Komitesi'nin ortak projesi. Çalışmaları Abdullah Gül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Burak Uzal ve kıymetli ekibi tarafından tamamlanan rehber doküman, sektörümüz açısından büyük etki ve değer yaratacak, yüksek önceliğe sahip; sürdürülebilir ve iklim-nötr hale geçiş, sürdürülebilir üretimin göstergeleri ve ölçümü, düşük karbonlu yenilikçi üretim teknolojileri ve kurumsal karbon ayak izi, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, dekarbonizasyon için araştırma ve yeniliğin nitelikleri, araştırma ve inovasyonda yaşam döngüsü değerlendirmesi, atık yönetimi ve döngüsel ekonomi, üniversite-sanayi işbirliğinin yeşil dönüşüm için araştırma ve inovasyona odaklanması, yenilikçi üniversite-sanayi işbirliği modelleri, yeşil dönüşüme yönelik araştırma ve yeniliğin finansmanı gibi konuları içeriyor.

Önümüzdeki süreçte en büyük pazarlarımızdan biri olan Avrupa'nın Yeşil Mutabakat deklarasyonuna proaktif anlayış orta, uzun vadeli planlama ve kararlılık ile hazırlanmalıyız. Yeşil Mutabakat'a uyum konusunda sektörümüzü bilgilendirme bilinçlendirme gayretindeyiz. Türkiye İMSAD olarak her platformda bu konuyu ele alıp farkındalık oluşturmak önceliğimiz olacaktır. Bu vesile öncelikle bu raporun yayımlanması için desteklerini esirgemeyen değerli üyelerimize ve paydaşlarımıza; Danışma Kurulumuza, doğru, düzenli ve tarafsız veri ve bilgiyi sizlere aktarabilmek adına büyük bir özveri ile hazırlayan tüm çalışma ekibine teşekkür ederiz.

Tayfun Küçükoğlu
Türkiye İMSAD Yönetim Kurulu Başkanı

İÇERİK

Yönetici Özeti.....	10
1. Giriş	14
1.1. Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilir Üretim	15
1.2. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'ye Yansımaları.....	16
1.3. Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın İnşaat ve İnşaat Malzemeleri Sektörüne Yansımaları	20
1.4. Küresel Enerji Krizi ve Yeşil Dönüşüme Etkileri.....	22
1.5. Yeşil Dönüşümün Anahtarı Olarak Ar-Ge ve İnovasyon	23
2. Kavramlar, Tanımlar ve Bilgi Kaynakları.....	26
2.1. 55' e Uyum (Fit for 55).....	27
2.2. Sera Gazı Emisyonlarıyla İlgili Kavramlar	28
2.2.1. Sera Gazları	28
2.2.2. Karbon Ayak İzi	28
2.2.3. Karbon Denkleştirme (Ofsetleme)	30
2.2.4. Karbon Tutma ve Yakalama	30
2.3. Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması	31
2.4. Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz	36
2.5. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	36
2.6. Bilgi Kaynakları.....	38
3. Sürdürülebilir Üretimin Göstergeleri ve Ölçümü.....	42
3.1. Çevresel Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü.....	45
3.1.1. Girdi Göstergeleri ve Ölçümü.....	48
3.1.2. Üretim Süreci Göstergeleri ve Ölçümü.....	50
3.1.3. Ürün Göstergeleri ve Ölçümü.....	50
3.1.4. Sonuçların anlaşılması ve çevresel performansın artırılması	51
3.2. Ekonomik Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü	52
3.3. Sosyal Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü	52
3.4. Türkiye İnşaat Malzemeleri Sanayisinin Sürdürülebilirliğine Yönelik Değerlendirmeler.....	53
4. İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Dekarbonizasyon Teknolojileri ve Yenilikçi Yaklaşımlar	58
4.1. Hammaddeler	60
4.2. Alternatif Enerji Kaynakları	60
4.2.1. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi	62
4.2.2. Yenilenebilir kaynaklardan ısı üretimi.....	63
4.3. Atık Yönetimi ve Döngüsel Yaklaşım.....	64
4.3.1. Atıksu Yönetimi.....	64

4.3.2.	Katı atık yönetimi - Azaltım, yeniden kullanım, geri dönüşüm	64
4.4.	İnşaat Malzemeleri Sanayisi için Döngüsel Yaklaşım Uygulama Örnekleri ve Öneriler.....	66
4.5.	Karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojileri.....	70
4.6.	Belirli İnşaat Malzemeleri İçin Dekarbonizasyonda Öne Çıkan Teknolojiler	71
4.6.1.	Çimento ve beton	71
4.6.2.	Demir-çelik	73
4.6.3.	Alüminyum	74
4.6.4.	Plastik.....	75
4.6.5.	Cam 76	
4.6.6.	Seramik.....	76
5.	Sürdürülebilir Ürün Geliştirmede Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	77
5.1.	Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi.....	78
5.1.1.	Amaç ve Kapsam Tanımı.....	78
5.1.2.	Envanter Analizi	79
5.1.3.	Etki Değerlendirmesi.....	81
5.1.4.	Yorumlama	81
5.2.	YDD'nin Sürdürülebilir Ürün Tasarımında Kullanımı	82
5.2.1.	Bina Düzeyinde Sertifikasyon	83
5.2.2.	Ürün Düzeyinde Sertifikasyon ve Değerlendirme	85
5.2.2.1.	Ürün Etiketleme Sistemleri.....	85
5.2.2.2.	Çevresel Ürün Beyanı	86
6.	İnşaat Malzemeleri Sanayisi için Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyonda Üniversite-Sanayi İş Birliği	91
6.1.	Sürdürülebilir İnşaat Malzemeleri Alanında Güncel Akademik Çalışmalar	92
6.2.	Yeşil Mutabakat'a Uyum için Üniversite-Sanayi İş Birliğinde Öncelikli Konular ve İş birliği Modelleri (Paylaşım ve Ortak Akıl Toplantısı Sonuçları)	95
7.	Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyon için Finansman Kaynakları	97
8.	İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyon Alanında İyi Uygulama Örnekleri	104

Tablolar Listesi

Tablo 1.	2021 yılı küresel enerji tüketimi ve endüstriyel prosesler kaynaklı emisyonların inşaat sektörü ve diğer alanlara dağılımı.....	21
Tablo 2.	2021 yılı küresel enerji tüketiminin inşaat sektörü ve diğer alanlara dağılımı	21
Tablo 3.	2021 yılı endüstri kaynaklı doğrudan CO ₂ emisyonlarının (tüketilen elektrik enerjisinin üretimi kaynaklı dolaylı emisyonlar hariç) sektörlere dağılımı.....	22
Tablo 4.	Takip edilmesi önerilen bilgi kaynakları, erişim adresleri ve içerikleri.....	38
Tablo 5.	Ankete yanıt veren firmalar bazında ürün başına enerji tüketimi ve BREF değerleri.....	54
Tablo 6.	Ankete yanıt veren firmaların üretim tesisleri bazında yenilenebilir enerji kullanım oranı (%).....	55
Tablo 7.	Ankete yanıt veren firmaların ürünleri bazında geri dönüştürülen malzeme oranı (%).....	55
Tablo 8.	Ankete yanıt veren firmaların ürünlerdeki yeniden kullanılan malzeme oranı (%).....	56
Tablo 9.	Ankete yanıt veren firmaların ürünlerdeki geri dönüştürülebilir içerik oranı (%).....	56
Tablo 10.	Ankete yanıt veren firmalar için Ar-Ge giderlerinin toplam ciroya oranı (%).....	56
Tablo 11.	Ankete yanıt veren firmalar için Ar-Ge personelinin toplam personele oranı (%).....	57
Tablo 12.	Çimento ve çimento esaslı malzemeler sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler.....	72
Tablo 13.	Demir-çelik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler	73
Tablo 14.	Alüminyum sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler	74
Tablo 15.	Plastik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler	75
Tablo 16.	Cam sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler	76
Tablo 17.	Seramik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler	76
Tablo 18.	YDD çalışmalarında ele alınan başlıca etki kategorileri (CML-IA Baseline Metodu için).....	81
Tablo 19.	Etiket tiplerinin karşılaştırması.....	85
Tablo 20.	Büyüme hızlandıran sürdürülebilir yenilik stratejileri ve önemli uygulamalar	99
Tablo 21.	Sürdürülebilirlik odaklı Ar-Ge ve inovasyon için finansman kaynakları.....	100

Şekiller Listesi

Şekil 1.	Sürdürülebilir üretim tasarımı.....	16
Şekil 2.	İklim değişikliği ile ilgili yaşanan gelişmelerin tarihçesi.....	18
Şekil 3.	Avrupa Yeşil Mutabakatı (Kaynak: Avrupa Komisyonu 2019, Türkçe hali:DEİK Sanayide Yeşil Dönüşümü Destekleme Projesi 2022).....	19
Şekil 4.	NIST sürdürülebilirlik gösterge sınıflandırma yapısı	43
Şekil 5.	OECD Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu temel metodolojisi.....	46
Şekil 6.	Üretim ve çevre arasındaki temel ilişkiler	46
Şekil 7.	OECD sürdürülebilir üretim göstergeleri	47
Şekil 8.	Küresel sanayi sektöründe kullanılan enerji kaynaklarının dağılımı	62
Şekil 9.	Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde 2021 ve 2030 (net sıfır senaryosuna göre) yılları için kaynak payları	63
Şekil 10.	Üretimde atık oluşumunun azaltılması, yeniden kullanım ve geri dönüşümün artırılmasında izlenecek adımlar	65
Şekil 11.	Eskişehir Potansiyel Endüstriyel Simbiyoz Ağı.....	68
Şekil 12.	YDD Aşamaları.....	78
Şekil 13.	YDD Yaklaşımları	79
Şekil 14.	1 m ² brüt alanlı inşaatta ihtiyaç duyulan malzemelerin imalatı için birincil enerji talebinin dağılımı.....	82
Şekil 15.	Farklı bina sertifikasyon sistemlerinde kullanılan kriterler ve kullanılan kriterlerin karşılaştırması	83
Şekil 16.	Leadenhall binasının toplam gömülü karbonun kullanılan inşaat malzemelerine göre dağılımı	86
Şekil 17.	Yapılmış Tez Çalışmaları Sektör Bazında Dağılımı (2017-2022 YÖK Tez Merkezi Veri Tabanı).....	92
Şekil 18.	Scopus veri tabanında taranan uluslararası bilimsel dergilerde tüm dünyadan yapılan bilimsel yayınlar	93
Şekil 19.	Scopus veri tabanında taranan uluslararası bilimsel dergilerde Türkiye adresli yayınlar.....	95

Yönetici Özeti

Yönetici Özeti

İklim değişikliği ile küresel ölçekli mücadele, 1992 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile başlayıp 2015 yılında Paris İklim anlaşması ve ardından 2019 yılında yayınlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile ülkeler ve kuruluşlar için bağlayıcı hedef ve önlemler paketi haline dönüşmüştür. Mutabakatın çatısını, AB'nin 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla karbon emisyonlarını %55 oranında azaltma ve 2050 yılına kadar iklim açısından nötr bir kıta olma yönündeki hedefi (55'e Uyum Paketi) oluşturmaktadır. Paket, iklim değişikliği ile mücadele ederken ülkelerin ve şirketlerin rekabet edebilirlik güçlerinin korunması da hedeflendiğinden, Avrupa ile büyük ölçekli dış ticareti bulunan Türkiye'nin de şartlarını bu koşullara uygun hale getirmesi gerekmektedir. T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından 2021 yılında yayınlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile ülkemizin Avrupa Yeşil Mutabakatı'nda öngörülen politika ve uygulamalara uyumunun çerçevesi oluşturulmuştur. 55'e Uyum paketi kapsamındaki uygulamaların ülkemizde faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarınca benimsenmesi ile atık azaltımı ve dögüsel yaklaşım, dekarbonizasyona yönelik faaliyetler, enerji verimliliği, endüstriyel simbiyoz uygulamaları, sürdürülebilir ürün tasarımı, toplumun farkındalık düzeyinin artırılması ve tüketici davranışlarının yönlendirilmesi gibi çalışmalar uyuma katkı sağlayacaktır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesi içinde yer alan "enerji ve kaynak verimli inşaat ve renovasyon", "temiz ve dögüsel ekonomi için sanayiye mobilize etmek" ve "sürdürülebilir ve akıllı ulaşım geçişi hızlandırmak" başlıkları, inşaat ve inşaat malzemeleri sektörünü doğrudan ilgilendirmekte; bina inşası ve kullanımı sırasında enerji tüketimi kaynaklı CO₂ emisyonlarının azaltılması ile inşaat malzemeleri sanayisinde enerji verimliliği, dekarbonizasyon, dögüsel kaynak kullanımı konuları öne çıkmaktadır. Dünya genelindeki enerji tüketiminde ve küresel CO₂ emisyonlarında bina kullanımları ile inşaatlarda kullanılan malzemelerin üretimleri önemli bir paya sahiptir. Dolayısıyla Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyum kapsamında sınırda karbon düzenlemeleri, yeşil ve dögüsel ekonomiye geçiş, iklim değişikliği ile mücadele gibi unsurların hayata geçirilmesinde, inşaat malzemeleri sanayisinin ve genel olarak inşaat sektörünün önemli bir rol üstleneceği açıktır. Çimento, demir-çelik, kimya/petrokimya ve alüminyum gibi inşaat malzemeleri sanayi sektörleri CO₂ emisyonlarının azaltılması yönünde yapılacak çalışmalarda öncelikli odak sektörler olarak değerlendirilmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı genel çerçevesi ile CO₂ emisyonlarının azaltılması hedeflerine ulaşılmasında "Ar-Ge ve İnovasyon" özel ve etkin bir anahtar konumundadır. Ulaşılması zorluklar içeren hedeflerin tutturulmasında geleneksel Ar-Ge ve inovasyon yaklaşımları yeterli olmayıp, sektörler ve disiplinler arası özel sistematik yaklaşımlar gerekmektedir. Sanayi ürünlerinin, sera gazı emisyonları başta olmak üzere geniş bir yelpazedeki çevresel etkilerinin değer zincirinin tüm aşamalarında bütüncül ve somut olarak değerlendirilebilmesi için Yaşam Dögüsü Değerlendirmesi (YDD)/Life Cycle Assessment (LCA) yaklaşımı önemli bir araç olarak göze çarpmaktadır. YDD (LCA) yaklaşımı yeni teknolojilerin potansiyel çevresel etkilerini henüz araştırma ve geliştirme aşamasındayken değerlendirme olanağı sunmaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'na yönelik aksiyonları oluşturan 55'e Uyum paketi beraberinde daha önce sanayi ve ticaret sektörlerinin gündeminde sıklıkla yer almayan bir dizi yeni kavram ve mekanizmayı beraberinde getirmiştir. Karbon ayak izi, karbon nötr olmak, dekarbonizasyon, karbon denkleştirme,

karbon yakalama, emisyon ticaret sistemi (ETS), karbon vergileri, karbon kaçağı, sınırda karbon düzenleme mekanizması (SKDM), karbon kredisi, döngüsel ekonomi, yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), çevre etiketi gibi daha birçok kavram ve mekanizma Avrupa Yeşil Mutabakatı ile birlikte sıkça üzerinde durulan konular olarak ortaya çıkmıştır. Tüm bu konularda yoğun ve sürekli güncellenen bilgi akışlarının doğrudan ve güvenilir kaynaklardan etkin takibi de önemli bir gereklilik olarak göze carpmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında küresel ölçekte oluşan yeni ve bağlayıcı mekanizmalar, sanayi sektörlerini üretim süreçleri ve ürünlerinde, sosyal ve ekonomik faydaların yanı sıra çevresel etkileri en aza indirme hedefine yönlendirmektedir. Bu noktada üretim süreçlerinin ve ürünlerin ne derece sürdürülebilir olduğunu ortaya koyacak yaklaşım ve metrikler önem kazanmıştır. Çeşitli organizasyon ve oluşumlar tarafından önerilen değerlendirme yaklaşımları arasında Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) tarafından önerilen Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu (Sustainable Manufacturing Toolkit) her büyüklükteki sanayi kuruluşu için etkin ve kolay uygulanabilir bir sürdürülebilirlik ölçüm ve değerlendirme metodolojisi sunmaktadır. Kılavuza göre çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin ayrı ayrı değerlendirildiği toplam 18 gösterge ile üretim süreçleri ve ürünlerin sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılabilmekte ve sonuçlara göre geliştirme aksiyonları alınabilmektedir. OECD Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu'nda yer alan sürdürülebilirlik göstergeleriyle oluşturularak Türkiye İMSAD üyesi firmalar arasında yapılan ankete yanıt veren firmalardan elde edilen ve bu rehberde sunulan veriler, Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyum kapsamında mevcut durumu ve alınacak aksiyonları değerlendirmeye yönelik bir başlangıç noktası teşkil edecektir.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın getirdiği bağlayıcı düzenlemeler arasında yer alan CO₂ emisyonu azaltım hedefleri ve bununla ilişkili olarak getirilen emisyon ticaret sistemi (ETS) ve sınırda karbon düzenleme mekanizması gibi uygulamalara uyum için, inşaat malzemeleri sanayisinde dekarbonizasyona yönelik Ar-Ge ve inovasyona dayalı teknolojik çözümler kilit bir rol oynayacaktır. Bu kapsamda ham maddeler; alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları; atık yönetimi ve döngüsel yaklaşım; karbon yakalama-kullanım-depolama başlıklarında Ar-Ge'ye dayalı yenilikçi yaklaşımlara odaklanılması gerekmektedir. Rehberde bu başlıkların her biri için genel bir çerçeve ortaya konulmuş olmakla birlikte, çimento ve beton, demir-çelik, alüminyum, plastik, cam ve seramik sektörleri özelinde üretimlerin farklı aşamalarında odaklanılabilecek yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler daha detaylı biçimde ayrıca sunulmuştur. Bununla birlikte sürdürülebilir ürün veya süreç geliştirmede yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) yaklaşımının Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarının ayrılmaz bir parçası olarak kullanılması önerilmiş ve buna dair bilgiler örneklemelerle birlikte sunulmuştur.

Ülkemizde ve dünyada, inşaat malzemelerinde yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik alanında yapılan Ar-Ge ve inovasyona yönelik güncel akademik çalışmalar incelediğinde çalışmaların büyük bölümünün çimento-beton alanında gerçekleştiği, bunu demir-çelik, plastik ve ahşap alanlarının izlediği, 2022 yılında çimento-beton ve demir-çelik alanlarında bilimsel yayınların sayısında önceki yıllara göre belirgin bir artış yaşandığı gözlenmektedir. Bu artışlardan Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Paris İklim anlaşmasının getirdiği/getireceği bağlayıcı uygulamalara uyum için bilimsel çalışmalara ağırlık verildiği anlaşılmaktadır.

İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Yeşil Dönüşüm için Ar-Ge ve İnovasyon Rehberi çalışmaları kapsamında, Yeşil Mutabakat'a uyum için üniversite-sanayi iş birliğinde öncelikli konular ve iş birliği modellerinin belirlenmesi amacıyla 01.12.2022 tarihinde üniversite ve sektör temsilcilerinden oluşan toplam 41 katılımcı ile paylaşım ve ortak akıl toplantısı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantıda üniversite-sanayi iş birliği potansiyelini yeşil dönüşüme odaklamak için etkin yöntem alternatiflerinin değerlendirilmelerinde, özellikle üniversite-sektör-kamu iş birliklerinin çeşitlendirilmesi ve yeni modeller geliştirilmesi başlığı öne çıkarken, bu başlık ile direkt ilişkili olarak değerlendirilebilecek teşvik ve finansal kolaylıkların sağlanması, bu konuya odaklı enstitülerin kurulması, taraflar arası güven ortamının oluşturulması çalışma grupları tarafından ortaya konan önemli çözüm önerileri olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyumun gerektirdiği acil ihtiyaçları karşılamakta öncelikle yoğunlaşılması gereken konuların odağında mevzuat ve teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi, yetkin insan kaynağı yetiştirilmesi ve dijitalleşme başlıkları tartışılmıştır. Bunlara ek olarak enerji verimliliği, dekarbonizasyon, sürdürülebilirlik temelinde analizler için yaşam döngüsü değerlendirmesi, çevresel etkilerin analizi ve atıkların yönetimi, alternatif ve yerel ham maddeler özellikle sektörü yakından ilgilendiren başlıklar olarak ortaya konmuştur.

Sürdürülebilirlik konularının çok fazla ilgi ve destek kazandığı günümüzde, yeni ve sürdürülebilir iş modellerini hızlandırma çabaları, insan kaynaklı iklim sorununu çözmeye yönelik net bir yol oluşturmak için geleneksel Ar-Ge anlayışının yeniden tasarlanmasını gerektirmektedir. Özel sektör, üniversite ve kamu iş birliğiyle yenilik platformları oluşturularak büyümeyi hızlandıran sürdürülebilir yenilik stratejileri ve uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, Ar-Ge, önemli bir inovasyon yatırımı gerektirmektedir ve bu konuda ülkemiz sektör temsilcilerinin ulaşabileceği en önemli kaynakların başında AB, Dünya Bankası ve TÜBİTAK destekli çeşitli kaynaklar gelmektedir. Ancak, önemli bir gerçek de unutulmamalıdır ki, şirketler için küresel rekabet, hızla değişen müşteri ihtiyaçları ve çok daha geniş alanlardan gelen teknolojik değişimlerle karşı karşıya kaldıkça, Ar-Ge'nin tüm potansiyelini ortaya koymak ve sürdürülebilirlik odaklı Ar-Ge ve inovasyon için finansman kaynakları bulmak pek de kolay olmamaktadır. İnovasyon yatırımını ve uzun vadeli şirket değerini maksimize etmek için kurumsal stratejiyi destekleyen ve bilgilendiren, açıkça ifade edilmiş bir Ar-Ge stratejisi gerekliliği doğmaktadır.

İnşaat malzemeleri sanayisinde sürdürülebilirlik odaklı Ar-Ge ve inovasyon alanında sera gazı emisyon azaltımı, enerji verimliliğinde artış, döngüsel malzeme kullanım oranında artış, üretimden çıkan atık miktarında azaltım gibi sürdürülebilirliği artırmaya yönelik önemli parametreler dikkate alınarak sektörden derlenen iyi uygulama örnekleri öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu tür iyi uygulama örneklerinin Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyum kapsamında Ar-Ge ve İnovasyon çalışmalarının çıktıları olarak artarak devam etmesi beklenmektedir.

1. Giriş

1. Giriş

1.1. Yeşil Dönüşüm ve Sürdürülebilir Üretim

Günümüzde **küresel ısınma** ve buna bağlı oluşan iklim değişikliği dünya için varoluşsal bir tehdit haline gelmiştir. Fosil yakıtların kullanımının sanayi devrimin başlamasından bu yana sürekli olarak artması ve ormanların tahribi, küresel ısınmaya neden olan **antropojenik sera gazı emisyonlarında** önemli artışlara neden olmaktadır. Bu gazlardan karbondioksit (CO₂) sera gazı emisyonlarının yaklaşık %70'inden sorumlu gaz olarak çarpıcı bir paya sahiptir.¹

Önemli Tanımlar:

Küresel ısınma: Su buharı, metan, ozon, CO₂, kloroflorokarbonlar ve azot oksit gibi sera gazlarının Dünya atmosferindeki konsantrasyonlarının artışı nedeniyle "Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığındaki artış" olarak tanımlanmaktadır.

Antropojenik emisyonlar: İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, sera gazı öncülleri ve aerosollerdir. Bu faaliyetler arasında fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımı değişiklikleri, hayvancılık üretimi, gübreleme, atık yönetimi ve endüstriyel süreçler yer almaktadır.

İmalat sanayi küresel fosil yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonlarında önemli bir rol oynamaktadır. En güncel uluslararası verilere göre küresel enerji tüketiminin %38'² ve küresel CO₂ emisyonlarının %34'ü imalat sanayisinden kaynaklanmaktadır.¹ Bu nedenle, imalat sanayisinde daha sürdürülebilir bir üretim yaklaşımına geçiş büyük önem taşımaktadır. İnovasyon, imalat sanayisinin sürdürülebilir üretime doğru taşınmasında kilit bir rol oynamaktadır. Her tür sanayi kaynaklı emisyonun yönetiminde temiz üretim anlayışının uygulanması, emisyonların yönetimi süreçlerinde yaşam döngüsü yaklaşımının benimsenmesi, döngüsel ekonomi prensibinin etkin şekilde uygulanması gibi sürdürülebilir üretim girişimleri, inovasyonun temellerini oluşturmaktadır.

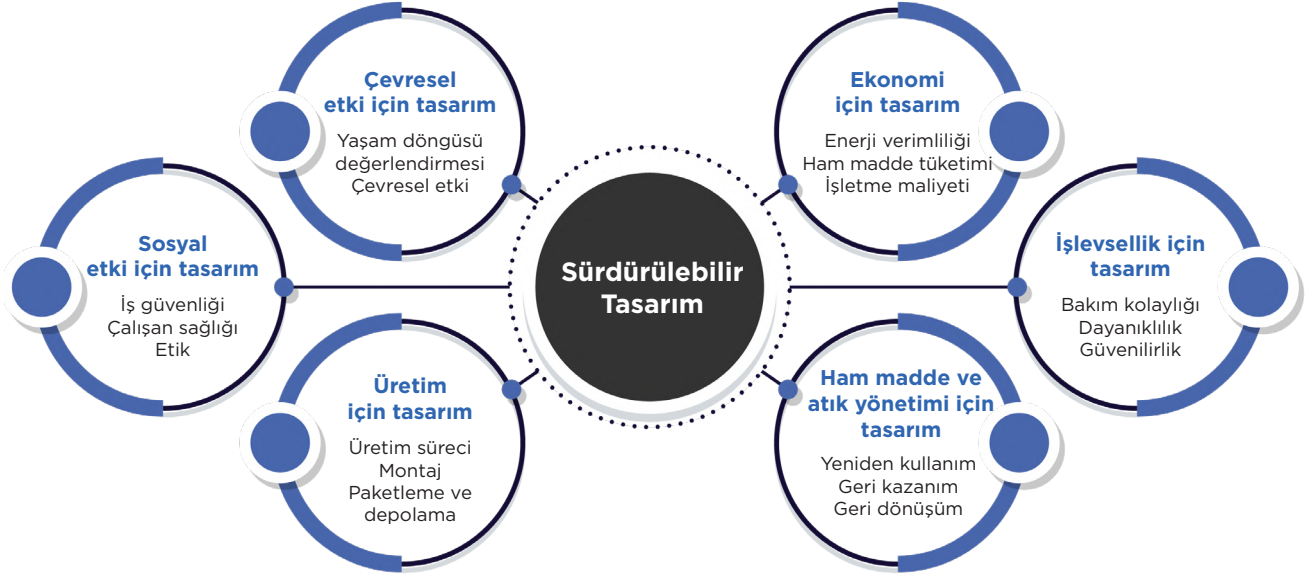
Sürdürülebilir üretim, bugün tüm Dünya'da inşaat malzemeleri üretiminde benimsenen temel yaklaşımdır. Sürdürülebilir üretim, sadece çevre sorunlarıyla ilgilenmekle kalmayıp sürdürülebilirliğin üç bileşeni olarak tanımlanan sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri de birlikte ele alır. Sürdürülebilir üretim için tek bir tanım olmamakla beraber ABD Ticaret Bakanlığı sürdürülebilir üretimi "olumsuz çevresel etkileri en aza indiren, enerji ve doğal kaynakları koruyan, çalışanlar, toplum ve tüketiciler için güvenli olan ve ekonomik olarak sağlam süreçleri uygulayarak üretim" şeklinde tanımlamaktadır.³ Bu tanıma göre, sürdürülebilir üretim; çevresel etkiler en aza indirildiğinde, sosyal gereksinimler göz önünde bulundurulduğunda ve ekonomik fayda yaratıldığında söz konusu olabilir. Sürdürülebilir üretim için tasarım genel anlamda **Şekil 1**'de gösterilmiştir. Bu tür çok yönlü bir yaklaşımın uygulanması;

¹ UNEP, "Emissions Gap Report 2022: The Closing Window" <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>

² IEA (2022), "Industry" <https://www.iea.org/reports/industry>

³ OECD, "Organisation for Economic Co-operation and Development Sustainable Manufacturing Toolkit" <https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/48704993.pdf>

maliyetten tasarruf, ürün geliştirme, operasyonları daha verimli hale getirme ve satışları artırma gibi çeşitli faydalar sağlayacaktır.¹



Şekil 1. Sürdürülebilir üretim tasarımı

1.2. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'ye Yansımaları

Geçtiğimiz yüzyılda küresel atmosferik sıcaklık, dalgalanmalarla birlikte, istikrarlı bir şekilde artmış ve 2015'ten 2021'e kadar geçen süre, küresel olarak kaydedilen en sıcak yedi yıl olmuştur.² Bu nedenle küresel ısınma ve iklim değişikliği konusu giderek daha fazla endişe sebebi haline gelmiştir. 1990'lardan günümüze kadar iklim değişikliği ile ilgili mücadelede dünyada yaşanan gelişmeler **Şekil 2'**de gösterilmiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 9 Mayıs 1992'de New York'ta kabul edilmiş ve 1992'de Rio de Janeiro'daki Dünya Zirvesi'nde 150'den fazla ülke ve Avrupa Ekonomik Topluluğu (European Economic Community) tarafından imzalanmıştır. 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen 'Dünya Zirvesi' bu anlamda büyük başarılar imza atan ilk adımlardan biri olmuştur. 1992'den beri, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) tarafları, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını "iklim sistemine tehlikeli antropojenik müdahaleyi" önleyecek bir seviyede sabitlemek için önlemler üzerinde çalışmaktadır.³

Uluslararası iklim yönetimi, hem mevcut konunun zorluğu hem de devletlerin iklim değişikliğiyle mücadele kapasitesindeki eşitsizlik nedeniyle oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. BMİDÇS kapsamında atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını dengelemek için kabul edilen ana araç olan 1997 Kyoto Protokolü, temelde bu eşitsizliği kabul etmektedir. Sözleşmede yer alan 'gelişmiş' ve 'gelişmekte olan' ülkeler arasındaki farklılaşmaya dayanan Protokol, yalnızca gelişmiş ülkeleri bağlayıcı emisyon azaltma hedefleri koymuştur. Bununla birlikte, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomilerde

¹ OECD, "Organisation for Economic Co-operation and Development Sustainable Manufacturing Toolkit" <https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/48704993.pdf>

² WMO, "World Meteorological Association, The State of the Global Climate 2021." <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>

³ UN, "United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992" <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>

TÜRKİYE İMSAD GELECEĞE YATIRIM ÖDÜLLERİ'NE AKÇANSA İMZASI

2030 Sürdürülebilirlik Hedefleri kapsamında çevre, ekonomi ve sosyal alanlarda çalışmalarına hızla devam eden **Akçansa, Türkiye İMSAD Geleceğe Yatırım Ödülleri**'nde **üç ödüle birden layık görüldü!**

Çevre alanında
'Artık Değilsin'
projesine **1'lik**
Ödülü

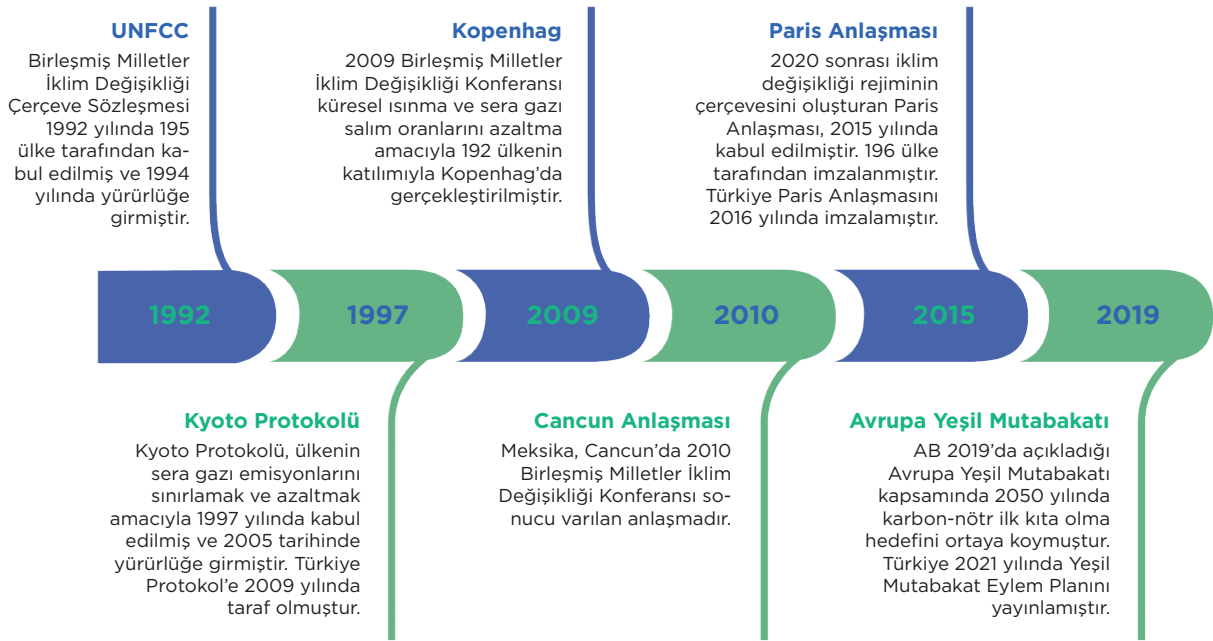


Ekonomi alanında
Greenformulation –
Sürdürülebilir Ürünler
projesine **2'lik**
Ödülü



Sosyal alanda
Gençiz Uzun Dönem Kadın
Staj Programına **2'lik**
Ödülü

sürekli artan emisyonlarla birlikte, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), yalnızca gelişmiş ülkelerdeki emisyonların azaltılmasının yeterli olmayacağına işaret etmiştir. Paris Anlaşması (Paris Agreement), Aralık 2015'te Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı'nda (COP21) kabul edilen ilk evrensel, yasal olarak bağlayıcı küresel iklim değişikliği anlaşması olarak kabul edilmiştir. BMİDÇS'nin 196 tarafı, Paris Anlaşması'nı imzalamıştır. Türkiye, Paris Anlaşması'nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York'ta düzenlenen yüksek düzeyli imza bir töreninde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamıştır.¹



Şekil 2. İklim değişikliği ile ilgili yaşanan gelişmelerin tarihçesi

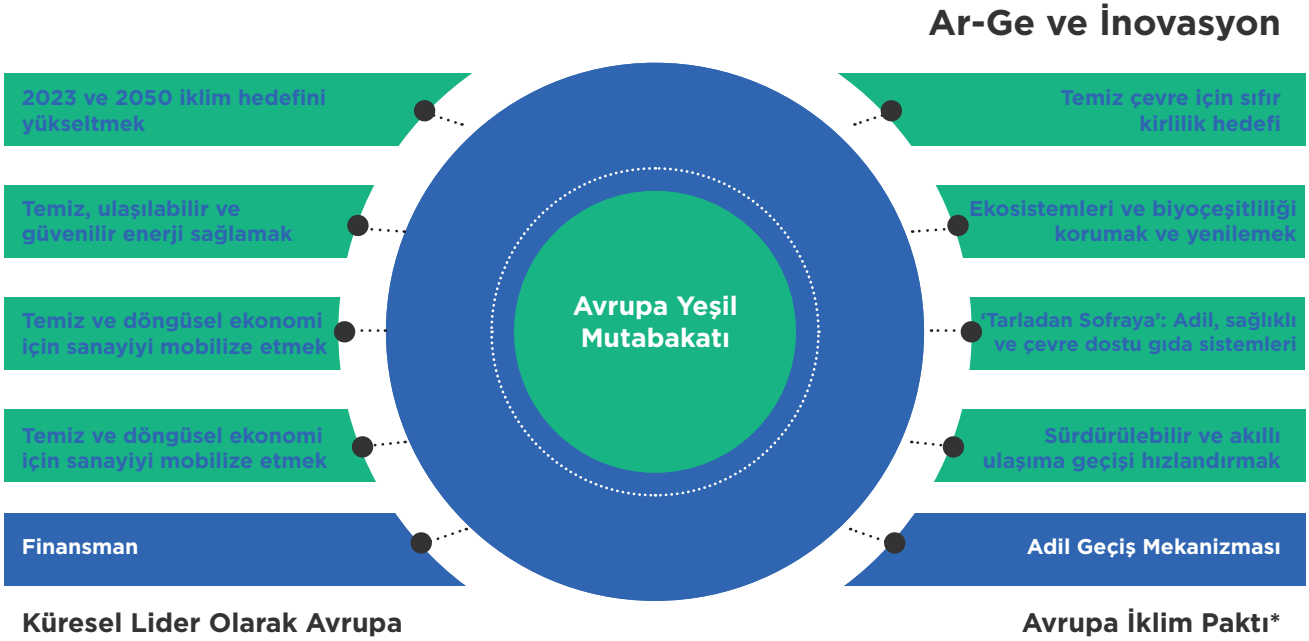
Paris Anlaşması'na göre Türkiye'nin sera gazı emisyonlarını 2030 yılında, referans senaryoya göre artıştan %21 oranına kadar azaltması öngörülmüştür.¹ Paris İklim Anlaşması'nı takiben Avrupa Birliği (AB) 2019 yılında iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler konusunda kendi yol haritasını belirlediği Avrupa Yeşil Mutabakatı'nı (European Green Deal) yayınlamıştır. Avrupa Yeşil Mutabakatı hem AB'ye üye hem de AB ülkeleriyle iş birliği ve ticaret yapan ülkeler için oldukça kapsamlı ve ciddi bir yeşil dönüşüm politikası içermektedir (**Şekil 3**). Yeşil Mutabakat, AB'nin 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla karbon emisyonlarını %55 oranında azaltma ve 2050 yılına kadar iklim açısından nötr bir kıta olma yönündeki hedefini gerçekleştirmeye yönelik net bir yol haritası ortaya koymaktadır. Bu kapsamda AB tarafından ortaya konulan 55'e Uyum paketi (Fit for 55), AB'nin 2030 yılına kadar net sera gazı emisyonlarını en az %55 azaltma hedefini ifade eder. Yeni Nesil AB İyileşme Planı kapsamındaki 1,8 trilyon Euro'luk yatırımın üçte biri ve AB'nin yedi yıllık bütçesi, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nı finanse edecektir. AB, Adil Geçiş Mekanizması sistemi ile yeşil ekonomiye geçişten en çok

¹CSB, "Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Paris Anlaşması." <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34>

²Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" <https://ticaret.gov.tr/haberler/yesil-mutabakat-eylem-planini-yayimlandi>

etkilenenlere yardım etmek için mali destek ve teknik yardım sağlamayı da taahhüt etmektedir. Böylelikle, bu geçişten en çok etkilenen bölgelere 2021-2027 yılları arasında en az 100 milyar Euro kaynak tahsis edilecektir. Böylece Avrupa Yeşil Mutabakatı hedeflerinden olan kimsenin ve hiçbir bölgenin geride bırakılmaması hedefi de sağlanmış olacaktır.¹

Avrupa Yeşil Mutabakatı ile AB üyesi ülkelerin rekabet edebilirlik güçlerinin korunması ve artırılması amaçlandığından, değişen dünyaya uyum sağlamak için Türkiye'nin de şartlarını rekabete uygun hale getirerek gerekli yasal düzenlemelerle birlikte, uygulama olarak yeniliklere ayak uydurması gerekmektedir. Bu kapsamda 2021 yılında T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından yeşil yatırımların ülkemize çekilmesi ve ilgili tüm politika alanlarında yeşil dönüşümün desteklenmesini hedefleyen bir yol haritası niteliğindeki "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" yayınlanmıştır. Eylem planında; Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın öngördüğü politika ve uygulamalar ile küresel düzeyde gerçekleşmesi beklenen değişikliklere uygun olarak Türkiye'nin bu değişikliklere uyum sağlayacağı, kaynakların etkin ve verimli kullanıldığı, yeşil dönüşüm ile uyumlu bir kalkınmanın hedeflendiği belirtilmektedir. Plan, 32 hedef ve 81 eylemi içeren 9 başlık altında gerçekleştirilmesi planlanan eylemleri sıralamaktadır. Bu başlıklar şu şekildedir: sınırda karbon düzenlemeleri; yeşil ve döngüsel bir ekonomi; yeşil finansman; temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı; sürdürülebilir tarım; sürdürülebilir akıllı ulaşım; iklim değişikliği ile mücadele; diplomasi; Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri.¹



Şekil 3. Avrupa Yeşil Mutabakatı (Kaynak: Avrupa Komisyonu 2019, Türkçe hali: DEİK Sanayide Yeşil Dönüşümü Destekleme Projesi 2022)

¹ Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" <https://ticaret.gov.tr/haberler/yesil-mutabakat-eylem-planı-yayimlandi>

AB sınırları içerisindeki uygulamaların Türkiye’de faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarınca benimsenmesi, gelecekte avantaj sağlayacak adımlar olacaktır. İnşaat malzemeleri sanayisinde atıkların azaltılması ve geri dönüşümü, karbonsuzlaştırmaya yönelik her türlü eylem, enerji verimliliği ve endüstriyel simbiyoz uygulamaları, sürdürülebilir ürün tasarımı, toplumun farkındalık düzeyinin artırılması ve tüketici davranışlarının yönlendirilmesi gibi alanlarda yapılan her türlü çalışma, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında Türkiye’de gündeme gelebilecek yükümlülük ve uygulamalar karşısında olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda, bahse konu alanlara yatırım yapılması, bu yatırımların çeşitli fonlar ve teşvikler ile desteklenmesi, inşaat malzemeleri sanayisinin yeşil dönüşümü için oldukça önemlidir.¹

1.3. Avrupa Yeşil Mutabakatı’nın İnşaat ve İnşaat Malzemeleri Sektörüne Yansımaları

Avrupa Yeşil Mutabakatı’nın genel çerçevesi (**Şekil 3**) içinde yer alan “enerji ve kaynak verimli inşaat ve renovasyon”, “temiz ve dögüsel ekonomi için sanayiye mobilize etmek” ve “sürdürülebilir ve akıllı ulaşım geçişi hızlandırmak” başlıkları, inşaat ve inşaat malzemeleri sektörünü doğrudan ilgilendirmektedir. Bu başlıklar kapsamında; bina inşası ve kullanımı sırasında enerji tüketimi kaynaklı CO₂ emisyonlarının azaltılması ile inşaat malzemeleri sanayisinde enerji verimliliği, karbonsuzlaştırma, dögüsel kaynak kullanımı konuları ön plana çıkmaktadır.

Dünya genelinde binalarda enerji kullanımı, 2021 yılında bir önceki yıla göre %4 artarak yaklaşık 135 EJ değerine ulaşmış ve son 10 yılın en yüksek yıllık artışı yaşanmıştır. Buna paralel olarak, 2021 yılında bina kullanımlarından kaynaklanan CO₂ emisyonları, 2020’ye göre yaklaşık %5 ve bir önceki zirvenin olduğu 2019’a göre %2 yükselerek yaklaşık 10 GtCO₂ ile tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaşmıştır.² Dünya genelinde inşaat malzemeleri üretiminden kaynaklanan (çimento, demir-çelik, alüminyum, cam ve seramik) tahmini 3,6 Gt düzeyindeki CO₂ emisyonu dahil edildiğinde, binalar 2021 yılında küresel CO₂ emisyonunun yaklaşık %37’sini oluşturmuştur. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre bina ve bina dışı inşaatlarda kullanılan malzemelerin üretimi ve inşa faaliyetleri sırasında oluşan CO₂ emisyonu, 2021 yılında 4,7 Gt düzeyinde gerçekleşmiş olup toplam küresel CO₂ emisyonunun yaklaşık %13’ünü oluşturmuştur (**Tablo 1**). Buna ek olarak, binaların kullanımı sırasında tüketilen enerji (yakıt+elektrik) kaynaklı CO₂ emisyonların küresel emisyondaki payı ise 2021 yılında %27 olarak gerçekleşmiştir. Öte yandan 2021 yılında inşaat malzemeleri üretimi ile inşa faaliyetleri küresel enerji tüketiminin yaklaşık %7’sini oluştururken, küresel enerji tüketiminin %30’u binaların ısıtılma, soğutulma ve aydınlatılmasında kullanılmıştır (**Tablo 2**).

¹ DEİK, “Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu. DEİK Yeşil Dönüşüm.”
<https://www.org.tr/deik-yesil-donusum>

² UNEP, “2022 Global Status Report for Buildings and Construction”
<https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

Tablo 1. 2021 yılı küresel enerji tüketimi ve endüstriyel prosesler kaynaklı emisyonların inşaat sektörü ve diğer alanlara dağılımı¹

Emisyon kaynakları	Küresel Emisyon, Gt CO ₂	Küresel Emisyon Payı
Bina inşaatları (malzeme üretimi + inşa faaliyetleri)	2,3	%6,4
Bina dışı inşaatlar (malzeme üretimi + inşa faaliyetleri)	2,4	%6,6
Konut binalarının kullanımı (ısıtma, soğutma, aydınlatma vd.)	6,1	%16,6
Konut dışı binaların kullanımı (ısıtma, soğutma, aydınlatma vd.)	3,8	%10,3
Diğer endüstriler	10,9	%30
Ulaşım	7,9	%21,8
Diğer	3,0	%8,2
TOPLAM	36,3	%100

Tablo 2. 2021 yılı küresel enerji tüketiminin inşaat sektörü ve diğer alanlara dağılımı¹

Enerji tüketim noktaları	Küresel Enerji Tüketimi EJ	Küresel Enerji Tüketim Payı
Bina inşaatları (malzeme üretimi + inşa faaliyetleri)	16,5	%3,7
Bina dışı inşaatlar (malzeme üretimi + inşa faaliyetleri)	15,6	%3,5
Konut binalarının kullanımı (ısıtma, soğutma, aydınlatma vd.)	94,3	%21,2
Konut dışı binaların kullanımı (ısıtma, soğutma, aydınlatma vd.)	39,2	%8,8
Diğer endüstriler	138,4	%31,1
Ulaşım	114,8	%25,8
Diğer	26,2	%5,9
TOPLAM	445	%100

Yukarıda verilen enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu verileri ışığında; Avrupa Yeşil Mutabakatı ve bununla ilgili olarak ülkemizde hazırlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı çerçevesinde yer alan sınırdaki karbon düzenlemeleri, yeşil ve döngüsel ekonomiye geçiş ve iklim değişikliği ile mücadele gibi unsurların hayata geçirilmesinde, inşaat malzemeleri sanayisinin ve genel olarak inşaat sektörünün önemli bir rol üstleneceği açıktır. Zira, küresel olarak endüstriyel üretimlerden kaynaklanan doğrudan CO₂ emisyonlarında; çimento, demir-çelik, kimya/petrokimya ve alüminyum gibi inşaat malzemeleri sanayi sektörleri öne çıkmaktadır (**Tablo 3**). Sayılan sektörler başta olmak üzere inşaat malzemeleri sanayisinin Yeşil Mutabakat'ın getirmekte olduğu karbon emisyon düzenlemelerine uyumu için yeşil dönüşümü, acil ve öncelikli bir husus olarak ortaya çıkmaktadır.

¹ IEA, 2022, "Buildings"
<https://www.iea.org/reports/buildings>

Tablo 3. 2021 yılı endüstri kaynaklı doğrudan CO₂ emisyonlarının (tüketilen elektrik enerjisinin üretimi kaynaklı dolaylı emisyonlar hariç) sektörlere dağılımı¹

Sanayi Sektörü	Küresel CO ₂ Emisyonu	Endüstriyel Emisyonlar İçindeki Payı
Çimento	2,52 Gt	%27
Demir-çelik	2,70 Gt	%29
Kimya ve petrokimya	1,37 Gt	%14
Alüminyum	0,28 Gt*	%3
Diğer	2,50 Gt	%27
Toplam	9,37 Gt	%100

*Alüminyum üretiminde yoğun olarak kullanılan elektrik tüketimiyle ilgili dolaylı emisyonlar dahil edildiğinde değer 1,1 Gt'a ulaşmaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı bir taraftan Avrupa'daki mevcut yapı stokunu iyileştirme veya yenileme yoluyla daha enerji verimli hale getirerek dekarbonizasyonunu hedeflerken diğer taraftan AB Emisyon Ticaret Sistemi (EU ETS) ile Avrupa'da üretilen endüstriyel ürünlerin, sınırda karbon düzenleme mekanizması ile de Avrupa'ya dışarıdan girecek ürünlerin karbon ayak izlerinin azaltılmasını amaçlamaktadır. AB Emisyon Ticaret Sistemi'ne benzer karbon piyasa mekanizmalarının ülkemizde de hayata geçirilmesine yönelik çalışmaların devam ettiği bilinmektedir.²

1.4. Küresel Enerji Krizi ve Yeşil Dönüşüme Etkileri

Sürdürülebilir ve düşük-karbonlu üretime geçiş için yeşil dönüşüm oldukça kritik bir mekanizmadır. Yeşil dönüşüm günümüzde tüm dünya için bir kalkınma modelidir ve küresel ısınmanın kontrolünde önemli bir rolü vardır. Yeşil dönüşüm ile gerçekleşen yeşil üretim, tasarım aşamasında ve üretim aşamasında tehlikeli maddelerin oluşumunu azaltan yeni süreçlerin keşfi ve geliştirilmesi yoluyla kirliliği önlemeyi ve enerji tasarrufu sağlamayı temel alır. Yeşil üretim, üretim planlamasını ve kontrolünü etkileyen ürün ve süreç tasarım konularını detaylı şekilde ele alacak, ayrıca atık akışını tanımlayacak, ölçecek, değerlendirecek, yönetecek ve çevre üzerindeki etkiyi azaltma ve en aza indirme hedefiyle çalışacak bir sistemdir. Aynı zamanda kaynak verimliliğini en üst düzeye çıkarmak da yeşil üretimin hedeflerinden biridir¹. İnşaat malzemeleri sanayisinde enerji, girdi ve atık yoğun süreçlere sahip birçok sektör bulunduğu için yeşil dönüşüm bir ihtiyaç haline gelmiştir. Halihazırda yaşanan küresel enerji krizinin elbette yeşil dönüşümle bağlantısı oldukça önemlidir.

Nüfus artışı, teknolojik gelişme ve sanayileşme ile insanların yaşam standartlarının yükselmesi gibi birçok nedenden dolayı ülkelerin enerji talebi ve kurulu kapasiteleri her geçen gün artmaktadır. Günümüzde enerji sorunu artık ülkelerin bir iç sorunu olmaktan çıkmış, küresel bir kriz haline dönüşmüştür. Enerji fiyatları; hızlı ekonomik toparlanma, dünyanın çeşitli yerlerindeki hava koşulları, pandemi nedeniyle ertelenen bakım çalışmaları ve petrol ve gaz şirketleri ile ihracatçı ülkelerin daha önce aldığı yatırımları azaltma kararları nedeniyle 2021'den bu yana yükselmektedir. Enerji piyasalarında 2021'de başlayan daralma Şubat 2022'de Rusya-Ukrayna arasındaki savaşın ardından dramatik bir şekilde

¹ IEA, 2022, "Industry"
<https://www.iea.org/reports/industry>

² CSB, Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Emisyon Ticaret Sistemi Nedir? Nasıl çalışır?"
https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/full_taslak-20191127113907.pdf

tırmanarak tam bir küresel enerji krizine dönüşmüştür. Doğal gaz fiyatı rekor seviyelere ulaşmış ve bunun sonucunda bazı pazarlarda elektrik fiyatları da yükselmiştir. Petrol fiyatları 2008'den bu yana en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre günümüzde yaşanan enerji krizi, 1970'lerin petrol kriziyle bazı paralellikler gösterse de önemli farklılıklara sahiptir. 1970'lerdeki petrol krizi, küresel ekonominin petrole çok daha fazla ve doğal gaza daha az bağımlı olduğu bir dönemde büyük ölçüde petrolle sınırlıyken, günümüz krizi, tüm fosil yakıtları kapsamaktadır. Ülke ekonomilerinin, 50 yıl öncesine göre çok daha fazla birbirine bağlı olması, enerji krizindeki etkiyi büyütmektedir.¹

Uluslararası Enerji Ajansı'nın analizine göre Dünya ekonomisinin Covid-19 salgınından sonra hızla toparlanmasıyla fosil yakıtlardan kaynaklanan karbon emisyonları 2 milyar ton artmıştır.¹ 2022 yılında ise enerji krizi nedeniyle kömüre olan talebin artmasına rağmen enerji elde edilmesiyle ilgili küresel CO₂ emisyonlarındaki artış %0,9 (321 milyon ton) olarak gerçekleşmiştir. Dünya'da güneş ve rüzgardan elektrik üretiminin 2022 yılında 275 teravatsaat'lik rekor düzeyde bir yıllık artış ile en yüksek seviyesine ulaşmış olması, elektrikli araç kullanımının ve ısı pompalarının yaygınlaşması, karbon emisyonlarında daha büyük artışı engelleyen faktörler olarak öne çıkmaktadır.²

Enerji teminine ilişkin risklerle karşı karşıya olan bazı Avrupa ülkelerinin kömürle çalışan elektrik santrallerini yeniden gündemlerine almış olması, yeşil dönüşüm faaliyetlerinin kısıtlanacağına dair endişe yaratmaktadır. Almanya, Fransa, Avustralya ve Hollanda gibi bazı Avrupa ülkeleri kömürle çalışan elektrik santrallerinin bir kısmının çalışma sürelerini uzatmış veya faaliyetlerini yeniden başlatma kararı almıştır. AB'nin, Rusya'yla yaşanan krizi fosil yakıt tedarikine olan bağımlılığın enerji güvenliği konusunda yarattığı risk üzerinden değerlendirdiği söylenebilir. Nitekim AB bu krizi fosil yakıt bağımlılığını azaltmak için kullanmayı amaçlamaktadır. Dışa bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerji kaynakları lehine dönüşümü hızlandıran Avrupa, bu kaynaklar devreye girene kadar da kömürle çalışan santralleri kısmen devreye almaktadır. Kömürle çalışan elektrik santrallerinin devreye girmesiyle AB sera gazı emisyonunun kısa vadede %1,3 artabileceği, ancak sonrasında yenilenebilir kaynaklarda görülecek artışla söz konusu emisyon yükselişinin dengeleneceği düşünülmektedir. AB ülkelerinin emisyon azaltım taahhütleriyle ilgili bir esnemeye henüz yönelmedikleri de göz önüne alındığında, kısa vadede kömüre kısmen yönelmenin yeşil dönüşümde bir duraksamaya veya bunun Türkiye gibi ülkelerin iklim-dış ticaret ekseninde yaratacağı yükümlülüklerde anlamlı bir azalmaya neden olmayacağı düşünülmektedir.³

1.5. Yeşil Dönüşümün Anahtarı Olarak Ar-Ge ve İnovasyon

Avrupa Komisyonu tarafından küresel ısınma ve iklim değişikliğinin getirmekte olduğu zorluklara karşı yeni bir büyüme stratejisi olarak duyurulan Avrupa Yeşil Mutabakatı (**Şekil 3**) çeşitli çevresel, ekonomik ve sosyal unsurları içermektedir. Bu çerçevede yer alan, iklim hedeflerinden temiz ve güvenilir enerjiye; döngüsel ekonomiden enerji ve kaynak verimli inşaat ve renovasyona; sağlıklı ve çevre dostu gıdadan sürdürülebilir ulaşım ve bunların finansmanına kadar pek çok unsurun hayata geçirilmesinde başvurulacak bir anahtar olarak "Ar-Ge ve İnovasyon" diğer unsurların üzerinde önemli bir yere konumlandırılmıştır. Mutabakat metninde "Ar-Ge ve İnovasyon" ile ilgili başlıkta geleneksel yaklaşımların yeterli olmayacağı, çerçevede yer alan unsurların hayata geçirilebilmesi için sektörler ve disiplinler arası özel sistematik yaklaşımların gerekliliği özellikle vurgulanmıştır. Ayrıca, erişilebilir ve üzerinde birlikte çalışılabilir (interoperable) verilerin dijital altyapı ve yapay zeka çözümleriyle birlikte kullanımının, çevresel zorlukların daha iyi anlaşılmasını ve bunları aşacak yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesini kolaylaştıracağı öngörülmüştür.

¹ IEA, "Global Energy Crisis"
<https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>

² IEA, "CO₂ Emissions in 2022"
<https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>

³ Türkiye Bankalar Birliği, "Yeşil Dönüşüm ve Enerji"
https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/8871/Yesil_Donusum_ve_Enerji_degerlendirme.pdf

Fosil yakıtlara ve karbon yoğun endüstrilere bağımlı ülkelerin/ekonomilerin iklim-nötr hale geçişi çeşitli zorluklar içermekle birlikte köklü ekonomik, çevresel ve sosyal dönüşümler gerektirmektedir. Dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecek zorlukların aşılmasında sistematik ve ileri görüşlü bir araştırma ve yenilik stratejisi kilit rol oynayacaktır. Bilim ve iş dünyasının eş güdüm içerisinde belirleyecekleri araştırma ve yenilik yol haritalarının iş birliği içinde hayata geçirilmesi, ihracatının önemli bir bölümünü Avrupa'ya gerçekleştiren ülkemiz sanayi sektörlerinin karşılaştıkları engel ve zorlukların hızlı ve etkin şekilde aşılabilmesinde kritik önem taşımaktadır. Hem enerji-yoğun bir sektör olarak hem de Yeşil Mutabakat çerçevesinde doğrudan yer alan “enerji ve kaynak verimli inşaat” ile “sürdürülebilir ve akıllı ulaşım” unsurları için ürünler sunan ülkemiz inşaat malzemeleri sanayisinin mutabakata uyum sürecinin ve buna yönelik dönüşümünün kolaylaştırılması da yine güdümlü bir araştırma ve inovasyon yaklaşımı ile mümkün olabilecektir.

Sanayi ürünlerinin sera gazı salımları başta olmak üzere geniş bir yelpazedeki çevresel etkilerinin, değer zincirinin tüm aşamalarında bütüncül ve somut olarak değerlendirilebilmesi için Yaşam Dönüşü Değerlendirmesi (YDD)/Life Cycle Assessment (LCA) yaklaşımının önemli bir araç olarak benimsenmesi gerekmektedir. YDD yaklaşımının otuz yılı aşkın bir süredir sayısız ürün ve sistemin çevresel etkilerinin bilimsel olarak ortaya konulmasındaki başarısı ve etkinliği, YDD'yi yeni teknolojilerin potansiyel çevresel etkilerini henüz araştırma ve geliştirme aşamasındayken değerlendirmek için tercih edilmesi gereken bir seçenek haline getirmiştir. YDD'nin Ar-Ge çalışmalarına entegre edilmesi, bir teknolojinin potansiyel çevresel etkilerinin, gelişme eğrisinin erken bir aşamasında daha büyük ve daha az maliyetli değişim fırsatlarının ölçülebilir olduğu bir aşamada değerlendirilebilmesini mümkün kılacaktır. Teknoloji geliştiricileri, YDD çalışmalarının sonuçları rehberliğinde, sonunda daha yüksek bir çevresel etkiye sahip olduğu ortaya çıkacak teknolojilere yapılacak verimsiz yatırımları önlemek için, teknolojinin geliştirilmesinin erken bir aşamasında uygun önlemleri alabilirler. YDD'nin araştırmaya dayalı sürdürülebilir ve yenilikçi ürünler/sistemler geliştirmedeki rolüne ve kullanımına bu rehberde ayrı bir başlık altında geniş şekilde yer verilmiştir.

Dalmaçyalı®

İLERİ ISI YALITIM SİSTEMİ

'DOĞRUSU'



**Binanızı ve sağlığınıza
koruyan mantolama
Dalmaçyalı'da.**



DANIŞMA MERKEZİ
444 1 222



2. Kavramlar, Tanımlar ve Bilgi Kaynakları

2.1. 55' e Uyum (Fit for 55)

Avrupa İklim Kanunu ile yasalaşan hedeflere ulaşmak amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından 14 Temmuz 2021 tarihinde bir dizi yasal düzenleme içeren “Fit for 55” paket taslağı sunulmuştur. 55'e Uyum, AB'nin 2030 yılına kadar net sera gazı emisyonlarını, 1990 yılına göre en az %55 azaltma hedefini ifade etmektedir. Önerilen paket, AB mevzuatını 2030 hedefiyle uyumlu hale getirmeyi amaçlarken AB'nin iklim hedeflerine ulaşmak için tutarlı ve dengeli bir çerçeve sağlamaktadır. 55'e Uyum paketi, AB'nin iklim hedeflerine uyum sağlaması amacıyla AB mevzuatını gözden geçirmek, güncellemek ve yeni girişimleri uygulamaya koymak için bir dizi tekliftir. Bu paketin yasalaşması için süreç halen devam etmektedir. 55'e Uyum paketi, 2030 ve sonrasında kadar adil, rekabetçi ve yeşil bir dönüşümün sağlanması hedefi doğrultusunda ilerleyen birbiriyle bağlantılı ve birbirini tamamlayan tekliflerden oluşmaktadır. Bu tedbirler aşağıda özetlenmiştir.¹



Mevcut Emisyon Ticaret Sistemi (ETS)'nin sıkılaştırılması, yeni sektörler genişletilmesi, havacılık sektöründeki serbest tahsisatların kademeli olarak sona erdirilmesi ve emisyon azaltımında istenen seviyede artış sağlanamayan karayolu taşımacılığı ile binalar için yeni bir ETS tesis edilmesi öngörülmektedir.



“Çaba Paylaşımı Yönetmeliği” ile; binalar, karayolu ve ulusal denizyolu taşımacılığı, tarım, atık ve küçük sanayiler için her bir üye ülkeye güçlendirilmiş emisyon azaltım hedefleri tayin edilmektedir. Söz konusu hedefler, her bir üye ülkenin farklı kapasiteleri göz önünde bulundurularak kişi başına düşen GSYİH gözetilerek belirlenmiştir.



“Arazi Kullanımı, Ormancılık ve Tarım” tüzük teklifi ile doğal yutaklar yoluyla 2030 yılına kadar 310 milyon ton emisyonu eşdeğer oranda karbon azaltımı hedefi ortaya konmuştur.



“Yenilenebilir Enerji Direktifi” ile 2030 yılında enerjinin %40'ının yenilenebilir kaynaklardan sağlanması hedefi belirlenmiştir. Ayrıca, biyoenerji kullanımında sürdürülebilirlik kriteri güçlendirilmiş ve üye ülkelere biyoenerjiyi teşvik mekanizması geliştirmesi yükümlülüğü verilmiştir.



“ReFuelEU Havacılık” ve “FuelEU Denizcilik” girişimleri ile havayolu ve denizyolu taşımacılığında kullanılan temiz yakıt miktarının artırılması hedeflenmektedir.



“Enerji Vergilendirmesi Direktifi”nin yenilenmesi ile enerji ürünlerinin vergilendirilmesinin AB'nin enerji ve iklim politikaları ile uyumlu hale getirilmesi ve temiz teknolojilerin desteklenmesi öngörülmektedir.



Paket kapsamında son olarak “Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)” teklifi açıklanmıştır. SKDM'nin tasarımı, sektörel kapsamı ile uygulama usul ve esasları detaylı şekilde aşağıda verilmiştir.

¹ European Council, “Fit for 55”

<https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/#council>

2.2. Sera Gazı Emisyonlarıyla İlgili Kavramlar

İnşaat ekosisteminden kaynaklanan sera gazı emisyonları esas olarak iki temel kaynağa sahiptir. Bunlar, inşaat malzemelerinin üretimi için ham madde işleme (yıllık toplam inşaat emisyonlarının yaklaşık %30'u, büyük ölçüde çimento ve çelik üretiminden kaynaklanmaktadır) ve binaların kullanımı (yaklaşık %70) olarak ortaya çıkmaktadır. Binaların ve altyapı sistemlerinin 30 ila 130 yıllık tipik varlık ömürleri göz önüne alındığında, 2050 yılına kadar iklim değişikliğini azaltma hedeflerini tutturmak için bu yapıların yaşam döngülerinin sonuna kadar beklemek mümkün değildir. 2050'ye kadar net sıfıra ulaşmak, binaların ve inşaat sektörünün önümüzdeki 30 yıl içinde önceki 30 yıla kıyasla üç kat daha hızlı karbonsuzlaşmasını gerektirmektedir. Bu kapsamda, yapılı çevrenin yaşam döngüsü boyunca net-sıfır karbon emisyonlu, verimli ve esnek bir hale geçişi, dögüsel tasarım ve ekonomi ilkelerini uygulayan sektör çapında bir dönüşümü gerektirmektedir.¹

Aşağıdaki bölümlerde, sera gazı emisyonları ile ilgili başlıca kavramlar ele alınmaktadır.

2.2.1. Sera Gazları

Sera gazı emisyonları, atmosferdeki kızılötesi radyasyonu tutan gazlar olarak nitelendirilmektedir. Başlıca sera gazları; su buharı, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), azot oksit (N₂O), hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler), ozon (O₃), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler), ve kükürt heksaflorür (SF₆) olarak listelenebilir. Farklı sera gazlarının iklim üzerindeki görece farklı etkilerini hesaba katarak ortak bir temele oturtmak amacı ile belirli bir sera gazı karışımı ve miktarı için, belirli bir süre boyunca ölçüldüğünde aynı küresel ısınma kabiliyetine sahip olacak CO₂ miktarı, eşdeğer karbondioksit (CO₂e) olarak tanımlanmaktadır. Sera gazı emisyonları (aksi belirtilmedikçe), Kyoto Protokolü Ek A'da listelenen ve 100 yıllık bir küresel ısınma potansiyeli varsayılarak CO₂e olarak ifade edilen sera gazının toplamıdır.²

2.2.2. Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi; bir kuruluşun, sürecin ya da ürünün doğrudan ve dolaylı olarak yaşam evreleri boyunca neden olduğu net sera gazı emisyonlarının ton CO₂ eşdeğeri (tCO₂e) cinsinden bir ölçüsüdür. Karbon ayak izi, bir ürün/hizmet ya da kuruluşun yaşam döngüsü boyunca ürettiği ve tükettiği sera gazı emisyonlarının miktarını dikkate alır. Ürün ayak izi, yıllık etki olarak veya kullanım başına veya dozaj bazında ifade edilebilir. Yapılan karbon ayak izi hesaplamaları, mevcut verilere dayalı olarak belirli bir anlık durumu yansıtabilecek şekilde yapılan en iyi emisyon tahminine karşılık gelmektedir.³ Sera gazı emisyonlarının veya karbon ayak izinin kuruluş seviyesinde hesaplanmasında ise kuruluşun kendi faaliyetlerinden kaynaklanan doğrudan emisyonlar ile kuruluşun faaliyetleriyle ilgili olup kuruluş dışındaki diğer kuruluşların faaliyetlerinden, kuruluşun ürünlerinin kullanımından ve atıklarının bertarafından kaynaklanan tüm dolaylı emisyonlar dikkate alınmaktadır.

Ülkemizde de yürürlükte olan ISO 14067 standardı (TS EN ISO 14067) bir ürünün yaşam döngüsü boyunca yol açtığı karbon ayak izinin belirlenmesine yönelik yöntemsel yaklaşımı ve çerçeveyi ortaya

¹ McKinsey & Company, "Decarbonizing the built environment: Takeaways from COP26". <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/decarbonizing-the-built-environment-takeaways-from-cop26>

² UNEP, "Emissions Gap Report 2021: The Heat IS ON" <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021>

³ Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint

koyarak şirketlerin ürettikleri ürünlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını ürün birim miktarı başına hesaplamaları için kullanılmaktadır. Bu standart çerçevesinde yapılan karbon ayak izi hesaplamaları, sadece iklim değişikliği etki kategorisini ele almakta ve ürünlerin sağlanmasından kaynaklanan diğer potansiyel sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri değerlendirmemektedir.

Önemli Tanımlar:

Dekarbonizasyon/Decarbonisation: Karbon içeren fosil yakıtlara ve karbon emisyonlarına neden olan diğer sosyal ve endüstriyel işlemlere (seyahat, imalat gibi) bağımlılığın ortadan kaldırılması

Net sıfır: Atmosfere salınan sera gazlarının atmosferden uzaklaştırılarak dengelendiği durumu ifade eder.

Karbon salımı: Fosil yakıtların yakılması sonucunda ortaya çıkan karbon içerikli gaz salımları

Karbon nötr olmak: Küresel CO₂ emisyonlarına net katkının sıfır olduğunda elde edilir.

Karbon ayak izi: Belirli bir politika, birey, olay, gelişim veya ürünle ilişkili toplam sera gazı emisyonlarını ifade eder.

Dünyada en yaygın şekilde kullanılan sera gazı hesaplama ve raporlama standardı olan Sera Gazı Protokolü'ne (GHG Protocol)¹ göre kurumsal emisyon ayak izi değerlendirmelerinde doğrudan (kurum/kuruluşun kendisinden kaynaklanan ve kontrol edilen) ve dolaylı (kuruluşun faaliyetleri sonucunda oluşan ancak başka kuruluşlardan kaynaklanan ve kontrol edilen) sera gazı emisyonlarını kaynakları açısından daha net ve açık şekilde hesaplamak ve raporlamak için üç ayrı kapsam (Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3) tanımlanmaktadır. Bu kapsamlar arasındaki ayrıştırma hesaplamalarda mükerrer veri sayma hatalarını ortadan kaldırmak için önemlidir. Sera Gazı Protokolü'ne (GHG Protocol) göre kapsam tanımları aşağıda verilmiştir:

- **Kapsam 1:** Şirketin sahip olduğu veya şirket tarafından kontrol edilen kaynaklardan ortaya çıkan doğrudan emisyonlar (örneğin sahip olunan veya kontrol edilen kazanlar, fırınlar, yakıt yakma prosesleri, kimyasal proses ve ekipmanlar, taşıt araçları vb.)
- **Kapsam 2:** Şirket tarafından satın alınan ve kullanılan elektriğin üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonlar
- **Kapsam 3:** Şirketin diğer faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ancak şirketin sahip olmadığı veya şirket tarafından kontrol edilmeyen dolaylı emisyonlar (örneğin satın alınan malzemelerin veya yakıtların doğadan çıkarılması ve/veya üretilmesi ve nakliyelerinden, şirket tarafından satılan ürünlerin ve hizmetlerin kullanımlarından, taşeronların faaliyetleri ve bu faaliyetler sırasında kullanılan taşıt araçlarından, atık bertarafından, çalışanların iş seyahatleri vb. kaynaklı emisyonlar)

¹ Greenhouse Gas Protocol, <https://ghgprotocol.org/>

Sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının kuruluş seviyesinde hesaplanması ve raporlanmasına ilişkin temel prensipler ve gereklilikler TS EN ISO 14064-1 standardında belirtilmektedir. Standart aynı zamanda bir kuruluşun sera gazı envanterinin tasarımı, geliştirilmesi, yönetimi ve raporlanması için gereklilikleri de içermektedir. Her ne kadar standart metni içerisinde “kurumsal karbon ayak izi” şeklinde bir tanımlama yer almıyor olsa da kurumsal sera gazı emisyonlarının eşdeğer karbon dioksit emisyonuna dönüştürülerek dikkate alınması yoluyla “kurumsal karbon ayak izi” ifadesi uygulamada kullanılabilir.

2.2.3. Karbon Denkleştirme (Ofsetleme)

Önemli Tanımlar:

Karbon denkleştirme (ofsetleme)/Carbon offsetting: CO₂ emisyonlarını, ana faaliyet alanı dışındaki çeşitli yollarla telafi etmek suretiyle azaltmak veya ortadan kaldırmaktır.

Karbon denkleştirme ve karbon denkleştirme kredisi (veya basitçe “denkleştirme kredisi”) terimleri, biraz farklı anlamlara gelse de birbirinin yerine kullanılabilir. Karbon denkleştirme, genel olarak, başka yerlerde meydana gelen sera gazı emisyonlarını telafi etmek için üretilen sera gazı emisyonlarının azaltılması ya da ortadan kaldırılması (örneğin, arazi restorasyonu veya ağaç dikme yoluyla); ya da bir kişi veya kuruluşun karbon ayak izini azaltmak için satın alabileceği bir kredi olarak tanımlanmaktadır. Bir ton karbon denkleştirme kredisi, bir ton CO₂ veya eşdeğer miktarda başka sera gazı emisyon azaltımını temsil eder. Karbon dengelemenin amacı, karbon ayak izinin tamamını veya bir kısmını azaltmaktır. Karbon denkleştirme kredisi devletler veya bağımsız sertifikasyon kuruluşları tarafından onaylanan, devredilebilir bir araçtır.

Karbon denkleştirme kredileri, sera gazı emisyonlarını azaltan veya karbon tutulmasını artıran çeşitli faaliyetlerle üretilebilir ve çoğu durumda, bu faaliyetler ayrı “karbon denkleştirme projeleri” olarak yürütülür. Kalitesi sıradan alıcıların değerlendirmesi zor olan birçok üründe olduğu gibi, karbon denkleştirmeleri için kalite güvencesi sağlamak üzere standart belirleyen kuruluşlar bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) Yürütme Kurulu gibi uluslararası kuruluşlar veya resmi düzenleyici kurumlardan bağımsız sivil toplum kuruluşları (STK), “karbon denkleştirme programları” olarak da isimlendirilen bu organizasyonlar arasında yer almaktadır. Başlangıçta hükümet organları düzenleyici amaçlar için denkleştirme kredilerini onaylayıp (“uygunluk programları”), STK’lar ise öncelikli olarak gönüllü alıcılara hizmet ederken (“gönüllü programlar”); daha yakın zamanlarda, her iki program türü de her iki pazar türüne hizmet etmeye başlamıştır.¹

2.2.4. Karbon Tutma ve Yakalama

“Karbon tutma” atmosferde bulunan CO₂’in yakalanması ve uygun koşullarda depolanması süreci için kullanılan bir terimdir. Karbon tutma yaklaşımı atmosferin ısınmasına neden olmayacak şekilde karbonu katı veya çözünmüş formlarda stabil hale getirmeyi hedeflemekte ve insan kaynaklı karbon emisyonlarını azaltmak için oldukça etkin bir potansiyel sunmaktadır. Karbon yakalama ise genel-

¹ Carbon Offset Guide, <https://www.offsetguide.org>

likle kullanma ve depolama ile birlikte “karbon yakalama ve depolama” şeklinde CO₂ emisyonlarını azaltarak iklim değişikliği ile mücadele edebilen teknolojileri ifade etmek için kullanılan bir terimdir. Karbon yakalama ve depolama teknolojileri, fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkan CO₂'in atmosfere salınmadan önce yakalanmasını kapsamaktadır.

Önemli Tanımlar:

Karbon tutma/Carbon sequestration: Atmosferik karbondioksiti yakalama ve uygun şekilde depolama süreci.

Karbon yutağı/Carbon sink: Serbest bıraktıklarından daha fazla karbonu alan (karbon tutma) ve depolayan karbon rezervuarları ve koşulları. Karbon yutakları, sera gazı emisyonlarını kısmen dengelemeye hizmet edebilir. Ormanlar ve okyanuslar büyük karbon yutaklarıdır.

Genel olarak biyolojik, jeolojik ve teknolojik karbon tutma süreçleri olmak üzere üç tür karbon tutma yaklaşımı bulunmaktadır. Biyolojik karbon tutma, CO₂'in otlaklar veya ormanlar gibi bitki örtüsünde, toprak ortamında veya okyanuslarda depolanması süreçlerini kapsarken, jeolojik karbon tutma ise CO₂'i yer altı jeolojik oluşumlarında veya kayalarda depolama süreçlerine işaret etmektedir. Öte yandan bilimsel araştırma süreçleri sonrasında geliştirilen, atmosferden karbon gidermeyi, depolamayı ve yeni üretimler için kaynak olarak kullanmayı sağlayan yenilikçi yaklaşımlar da bulunmakta ve teknolojik karbon tutma süreçleri olarak nitelendirilmektedir.^{1,2}

2.3. Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ve Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması

Emisyon ticaret sistemi (ETS), Avrupa Birliği'nin iklim değişikliğiyle mücadele politikasının ve 55'e uyum sürecinin önemli bir parçasıdır. ETS, bir coğrafi alan üzerinde sera gazı emisyonu hakkına bir üst sınırın (cap) yerleştirildiği ve şirketlerin bu alan içinde emisyon haklarının ticaretini yapabildikleri “üst sınır ve ticaret” planıdır. Elektrik üretimi ve endüstriden kaynaklanan CO₂ gibi sera gazı emisyonlarını azaltmak için temel araç niteliği taşımaktadır.

AB ETS sistemi;

- Tüm AB ülkelerine ek olarak İzlanda, Lihtenştayn ve Norveç'i kapsamaktadır,
- Enerji sektörü ve imalat sektöründeki yaklaşık 10.000 tesisin ve bu ülkeler arasında faaliyet gösteren havayollarının emisyonlarını sınırlar,
- AB'nin sera gazı emisyonlarının yaklaşık %40'unu kapsar.

AB ETS, “üst sınır ve ticaret” (cap and trade) ilkesini esas alarak çalışır. Bu, sera gazı tahsisatlarının AB karbon piyasasında ticareti yapılabilecek bir mal veya ürün olarak ele alındığı anlamına gelmektedir. AB ETS tarafından düzenlenen faaliyet alanları arasında sabit tesisler (enerji santralleri, endüstriyel tesisler ve diğer büyük enerji kullanıcıları gibi) ve havayolları bulunmaktadır. ETS kapsamındaki tüm

¹ Clear Center, “What is Carbon Sequestration and How Does it Work?”. <https://clear.ucdavis.edu/explainers/what-carbon-sequestration>

² Climate Portal, “Carbon Capture”. <https://climate.mit.edu/explainers/carbon-capture>

şirketler tarafından salınabilecek toplam sera gazı hacmi, AB düzeyinde belirlenen bir sınıra tabidir. AB ayrıca toplam emisyon miktarına ve emisyon azalma hızına da karar vermektedir. Bu emisyon azaltma hedefini karşılamak için sınırın her yıl aşağı doğru hareket etmesi öngörülmüştür.¹

ETS kapsamı içerisinde yer alan tesislere sınır değer içinde her yıl belirli miktarda sera gazı emisyonu tahsisi yapılmaktadır. Tahsis edilen değer üzerinde emisyonu olan tesislerin fazlalık miktarı kadar **karbon kredisini** temin etmesi gerekmektedir. Sınır değerden daha az emisyon üreten tesisler ihtiyaç fazlası karbon kredilerini satabilmektedir. Toplam tahsis miktarından daha fazla emisyonu neden olacağını öngören tesisler, emisyonlarını azaltacak teknolojilere ve önlemlere yatırım yapabilmekte ya da fazlalıklarının bir kısmını veya hepsini karşılamak için piyasadan karbon kredisi satın alabilmektedir. Böylece bir karbon piyasası oluşturulmakta, daha sürdürülebilir pratiklere sahip olan tesisler (sattıkları krediler yoluyla) ödüllendirilmekte ve henüz bu seviyeye gelememiş tesisler de bir nevi yaptırımlara tabi tutularak daha iyi uygulamalar için teşvik edilmektedir.²

AB ETS içerisinde yer alan sektörler ve bu sektörler için izlenen sera gazları aşağıda verilmiştir:

- Elektrik ve ısı enerjisi üretimi (CO₂)
- Petrol rafinerileri, demir çelik, alüminyum, metal, çimento, kireç, cam, seramik, kâğıt hamuru, kâğıt, karton, asit ve dökme organik kimyasalların üretimi dahil enerji yoğun endüstri sektörleri (CO₂)
- Ticari havacılık (CO₂)
- Nitrik asit, adipik asit, glioksilik asit ve glioksal üretimi (N₂O)
- Alüminyum üretimi (Perflorokarbonlar - PFC'ler)

Ülkemizde ETS'nin başlatılmasına yönelik hazırlıklar kapsamında gerçekleştirilen PMR Türkiye (Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı) projesi ile karbon fiyatlandırma araçları hakkında kapasite geliştirilmesi ve altyapı oluşturulması hedeflenmiştir.³ Türkiye'de ETS'nin hayata geçirilmesine yönelik çalışmaların Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı altında oluşturulan Karbon Fiyatlandırma Dairesi tarafından halen sürdürülmekte olduğu bilinmektedir.⁴

Genel olarak karbon vergilendirmeleri ve ETS gibi düzenlemelerin küresel ticarete kritik bir rol oynayarak ve ülkelerin uluslararası rekabet gücünü etkileyerek yeni bir ekonomik işleyiş getirmesinin kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Genel olarak ETS düzenlemelerinin şirketlere getireceği yeni kısıt ve gereklilikler şu şekilde özetlenebilir:

- ETS kapsamında yer alan şirketler için sera gazı emisyonu üst limitini içeren emisyon izni tanımlanmaktadır.
- Şirketlerin kendilerine tahsis edilen emisyon iznini aşmadıklarını göstermek üzere emisyonlarını izlemeleri ve raporlamaları gerekmektedir.
- Şirketler emisyon kısıtlamalarına uyabilmek ve emisyon yönetimi kapsamında emisyon izinlerinin alış veya satışını gerçekleştirebilmektedirler.
- Kendilerine tanımlanan emisyon limitlerini aşan ve bunlar için satın alma yoluyla ilave emisyon izni bulunmayan şirketler fazladan karbon vergilendirmeleriyle yüz yüze kalabilmektedir.

¹ European Commission Climate Action, "Developing the carbon market".
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en#developing-the-carbon-market-1

² European Commission Climate Action, "Developing the carbon market".
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en#developing-the-carbon-market-1

³ PMR, "Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı (PMR) Programı" <https://pmrturkiye.csb.gov.tr>

⁴ T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Emisyon Ticaret Sistemi Nedir? Nasıl Çalışır?"
https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/full_taslak-2019127113907.pdf

SHERATON HOTEL / ISTANBUL
FIBROFOMBETON®

MARRIOTT HOTEL / IZMIR
FIBRODEKOR®

Since 1987...

FIBROBETON®

Your building is worth it

For further information...



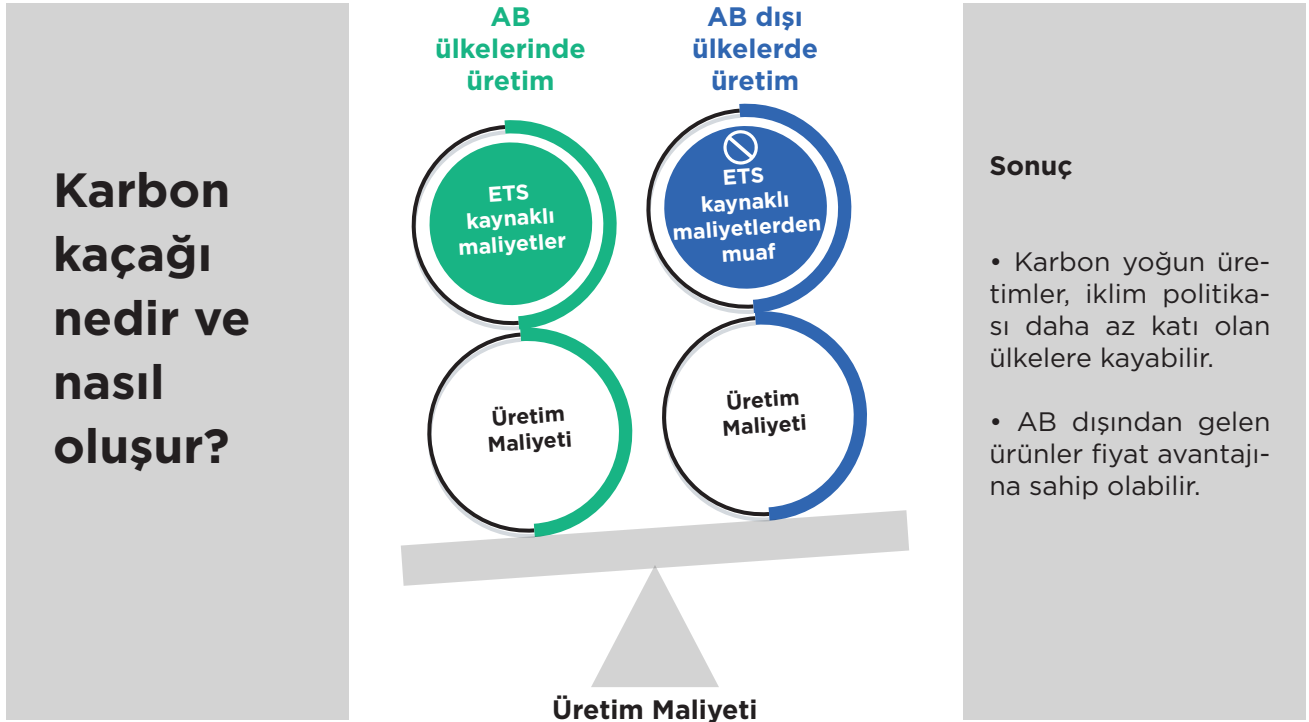
TOWNHOUSE / NEW YORK
FIBROMULTIFORM®

EAST VILLAGE NO:8 / LONDON
FIBROCEPHE®/FIBROPANEL®

HOUSE OF JUSTICE IN GORI / GORI
FIBROFILL®

CHINESE CULTURAL CENTER / BELGRADE
FIBROLIGHT®

Sınırdaki karbon düzenleme mekanizması (SKDM)/Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) AB tarafından sunulan ve **karbon kaçağı/carbon leakage** riskinin önlenmesi için oluşturulmuş bir mekanizmadır. SKDM ile AB ülkelerinin ürettiği ürünler ile ithal ettiği ürünler arasındaki karbon maliyetinin eşitlenmesi ve üretimin daha fazla karbon salımına sahip ülkelere taşınmasıyla AB'nin iklim hedeflerinin üzerine çıkılmasının engellenmesi öngörülmüştür.¹ SKDM'ye geçiş aşamasının 2023'te başlayarak 2025'te sona ermesi ve kesin sistemin 2026'da tam olarak faaliyete geçmesi planlanmaktadır. Geçiş dönemi sonrasında 2026 yılından itibaren başlayacak olan uygulama döneminde oluşacak maliyet ise AB ETS fiyatlarına dayalı olarak Euro/ton CO₂ için hesaplanacaktır. Bu mekanizmanın temel amacı karbon kaçağını önlemek ve ortak ülkeleri iklim değişikliğiyle mücadele için karbon fiyatlandırma politikaları oluşturmaya teşvik etmektir. SKDM, ETS kaynaklı maliyet dezavantajını ve beraberinde getirdiği karbon kaçağını AB içi üreticiler lehine dengelemeyi ve küresel ölçekte sera gazı emisyonlarında azaltım sağlamayı hedeflemektedir. Yüksek karbon kaçağı riskine ve görece yüksek karbon emisyonuna sahip olan çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre, plastik ve elektrik üretimi sektörleri AB SKDM için öncelikli olan sektörlerdir.



Türkiye'nin en büyük ticaret pazarlarından birinin Avrupa olması nedeniyle bu mekanizma Türkiye için de oldukça kritik önem taşımaktadır. Bu doğrultuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ismi 29 Ekim 2021 tarihinde ve 31643 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 85 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile "Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı" olarak değiştirilmiştir. Aynı tarihte Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı bir kuruluş olarak İklim Değişikliği Başkanlığı kurulmuştur.²

TÜİK tarafından açıklanan verilere göre 2022 yılında yapılan toplam ihracatın yaklaşık %41'i Avrupa Birliğine gerçekleşmiştir.³ Bu durum ülkemizdeki inşaat malzemeleri üreticilerinin üretim süreçlerinin

¹ Clear European Union, "Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers." https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661

² T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "İklim Değişikliği Başkanlığı" <https://iklim.gov.tr>

³ T.C. Ticaret Bakanlığı, "Yeni Başımızdaki Dev Pazar Avrupa Birliği" <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/avrupa-birligi/yeni-basimizdaki-dev-pazar-avrupa-birligi>

daha sürdürülebilir ve yeşil alternatiflere dönüşümünü hızlı bir şekilde teşvik etmektedir. Yeşil Mutabakat Eylem Planı kapsamında yürütülen faaliyetler çerçevesinde İklim Değişikliği Başkanlığı'na bağlı olarak İklim Finansmanı ve Teşvikler Dairesi Başkanlığı, İklim Müzakereleri ve Uluslararası Politikalar Dairesi Başkanlığı, Karbon Fiyatlandırma Dairesi Başkanlığı, Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliğine Uyum ve Yerel Politikalar Dairesi Başkanlığı ve Sera Gazı Azaltım Politikaları Dairesi Başkanlığı birimleri kurulmuş ve gerekli aksiyonları alması amacı ile görevlendirilmiştir. Her bir başkanlığın özellikle Yeşil Mutabakat'a uyum sürecinde oldukça etkili rol oynaması beklenmektedir.

SKDM esasen Avrupa Birliği'ndeki karbon kaçağı riskini azaltmak için tasarlanmış bir mekanizma olmakla birlikte iklim değişikliği ile mücadele sürecinde ETS kapsamında sağlanan ücretsiz karbon emisyon haklarının zaman içinde azaltılması ve hatta sıfırlanması planı çerçevesinde firmaların karbon maliyetlerinin yükselmesini ve dolaylı olarak karbon kaçağı riskini artırma potansiyelini de barındırmaktadır. SKDM ile mevcut uygulamadaki ETS'ye eş değer bir karbon fiyatlandırma düzenlemesinin Avrupa Birliği'ne ithal edilen ürünlere de uygulanması hedeflenerek Avrupa Birliği'nde faaliyet gösteren işletmelerin üretimlerini yurtdışına taşıması sonucu oluşabilecek karbon kaçağı riskinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Avrupa Birliği'ndeki ETS'ye eş değer bir karbon fiyatlandırma mekanizmasına sahip ülkeler AB SKDM kapsamı dışında tutulacağından, özellikle SKDM kapsamındaki demir-çelik, çimento, alüminyum, gübre ve elektrik üretim sektörlerinin AB'ye olan ihracatlarının olumsuz etkilenmemesi için ülkemizde AB ile uyumlu bir ETS sisteminin hayata geçirilmesi ve bu konudaki güncel gelişmelerin takibi kritik önem taşımaktadır.¹

Önemli Tanımlar:

Karbon fiyatı/Carbon price: Önlenen veya salınan CO₂ veya CO₂e emisyonlarının fiyatı. Karbon fiyatı, karbon vergisi oranı veya emisyon izinlerinin fiyatı anlamına gelebilir. Emisyon azaltmanın ekonomik maliyetlerini değerlendirmek için kullanılan birçok modelde, karbon fiyatları, azaltım politikalarındaki çaba düzeyini temsil etmek için bir tanım olarak kullanılır.

Karbon piyasası/Carbon market: Ülkelerin, Kyoto Protokolü veya diğer anlaşmalar kapsamında kendi ulusal emisyon limitlerini karşılama çabası içinde, sera gazı emisyon birimleri satın alabilecekleri veya satabilecekleri bir karbon ticaret sistemi terimi. Terim, CO₂'nin baskın sera gazı olduğu ve diğer gazların CO₂ eşdeğeri olarak adlandırılan birimlerle ölçülmesinden dolayı karbon piyasası olarak adlandırılmaktadır.

Karbon kredisi/Carbon credit: Üretim sahibine bir ton CO₂ veya eşdeğer başka bir sera gazı salma hakkı veren, ticareti yapılabilen bir izin veya sertifikadır.

Döngüsel ekonomi, kullanılan kaynakları her zaman en yüksek fayda ve değerde tutmayı amaçlayan, bu kaynakları mümkün olduğu kadar uzun süre döngüde tutarak atık üretimini ve risklerini en aza indirmek amacıyla her ölçekte etkili çalışabilen bir piyasa ekonomisidir. Bu ekonomik modelde, kaynaklar için üretim ve tüketim sistemi içerisinde, alternatif kapalı veya daraltılmış döngüler yaratılması hedeflenmektedir. Böylece, kaynak kullanımı optimize edilerek üretim ve tüketim süreçlerinin her aşamasında kaynak kullanımının azaltılması, mümkün olduğu kadar az atık oluşturulması, oluşan atıkların ise ekonomik döngüye tekrar dahil edilmesi amaçlanmaktadır. Döngüsel ekonomi sisteminde, enerji ve malzeme döngülerini yavaşlatarak, kapatarak ve daraltarak; kaynak girişi ve atık üretimi,

¹ İMMİB, "Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasında Son Durum"
<https://immib.org.tr/tr/sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasinda-son-durum>

emisyonlar ve enerji kaçağı en aza indirilir. Bu ekonomi modeli, geleneksel veya lineer olarak bilinen ekonomi modeli ile kıyaslandığında “Al-Yap-At” yerine “Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür” prensiplerini benimser.¹

İnşaat malzemeleri sanayisi için dögüsel ekonomiye geçişin temel amacı, değer zincirinin tüm aşamalarında kullanılan kaynakları ve malzemeleri korumak, yeniden kullanmak, yenilemek ve/veya geri dönüştürmek olacaktır. Böylece, inşaat malzemeleri sanayisinde dögüsel ekonomi uygulamaları ile sektörün çevresel etkilerinin azaltılmasına önemli katkı sağlanabilir.

2.4. Dögüsel Ekonomi ve Endüstriyel Simbiyoz

Dögüsel ekonomi kavramının yanı sıra inşaat malzemeleri sanayisi için bir diğer önemli kavram ise endüstriyel simbiyoz kavramıdır. Endüstriyel simbiyoz, normalde birbirinden bağımsız çalışan iki veya daha fazla işletmenin bir araya gelerek hem çevresel performansını hem de rekabet gücünü arttırmak için birinin yan ürününün başka birinin ham maddesi olarak kullanıldığı şirketler arası bir birlikteliktir. Böylelikle, endüstriyel simbiyoz daha sürdürülebilir bir kaynak kullanımı ile emisyon ve atık bertaraf maliyetlerinin azaltılması, atıklardan veya yan ürünlerden gelir sağlanması ve yeni iş fırsatlarının oluşmasına olanak sağlayarak aynı zamanda bölgesel kalkınmaya da katkıda bulunur.

Dögüsel ekonominin temel kavramları:

Azaltma: Üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan atıkların ve kirleticilerin azaltılması,

Yeniden kullanım: Atıkların tamir, yenileme veya yeniden üretim ile ya tamamen ya da diğer ürünlerin üretiminde kısmen kullanılması,

Geri kazanım: Atıkların doğrudan kullanımı için geri dönüştürülmesi veya atık geri kazanımının işlevsel hale getirilmesi olarak ifade edilmektedir. Geri kazanım üç temel sınıfta ele alınmaktadır:

- **Aşağı Dönüşüm:** Atıkların kendisinden daha düşük değere sahip bir maddeye dönüştürülmesi,
- **İleri Dönüşüm:** Atıkların kendisinden daha büyük bir değere sahip maddeye dönüştürülmesi,
- **Geri Dönüşüm:** Atıkların tekrar işlemden geçirilmesi sonucunda kendisiyle eşit değere sahip maddeye dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır.

2.5. Yaşam Dögüsü Değerlendirmesi

Yaşam dögüsü değerlendirme (YDD), bir ürün ya da hizmetin ham madde çıkarmadan başlayarak üretim, taşıma, kullanım ve kullanım sonrası bertarafını kapsayan, bütünsel olarak yaşam dögüsünün her aşamasında oluşan çevresel etkilerin belirlenmesi ve raporlanması için kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. TS EN ISO 14040² ve TS EN ISO 14044³ standartlarına göre yapılan **YDD** dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; amaç ve kapsam tanımı, envanter analizi, etki değerlendirme ve yorumlama aşamalarıdır. Amaç ve kapsam aşamasında, her bir ürün grubu için YDD'nin amacı, kapsamı ve çalışmanın yürütülmesinin sebepleri açık ve net bir şekilde belirlenip tanımlanır.

¹ Ellen MacArthur Foundation, “Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition” <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

² TSE, 2007, TS EN ISO 14040 standardı, Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve

³ TSE, 2007, TS EN ISO 14044 standardı, Çevre yönetimi- Hayat boyu değerlendirme- Gereklere ve kılavuz

Envanter analizi aşaması, bir ürünün ilgili girdilerini (enerji, su, ham madde vs.) ve çıktıları (kirletici emisyonları, atık vb.) hesaplamak için veri toplandığı aşamadır. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi, çeşitli yöntemler kullanılarak çevresel etki kategorilerine ilişkin sonuçların elde edildiği safhadır. Yorumlama, YDD çalışmasının, envanter analizine ve etki değerlendirmesine ait bulguların birlikte göz önünde bulundurulmasıyla yorumlandığı son aşamadır. YDD'ye yönelik detaylı bilgi, bu rehberin "Sürdürülebilir Ürün Geliştirmede Etkin Bir Araç Olarak Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi" bölümünde yer almaktadır.

YDD birçok sektörde ürün ve hizmetlerin çevresel performanslarını ölçmek, takip etmek ve iyileştirmek için son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte YDD, çevreci tasarım, sürdürülebilir ürün geliştirme ve pazarlama amaçları içinde etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. **Çevre etiketi**, çevresel ürün beyanı (EPD) gibi birçok belgelendirme ve sertifikasyon sisteminde de YDD önemli bir yere sahiptir. Çevresel olarak tercih edilebilir olduğu kanıtlanmış çevre dostu ürünler veya hizmetler çevre-etiketine sahip olabilmektedir. Çevre etiketi uygulamaları Avrupa Birliği (AB)'nde "EU Ecolabel", Almanya'da "Blue Angel", İskandinav ülkelerinde "Nordic Swan" adlı eko etiket oluşumları uluslararası ölçekte kabul görmüş uygulamalardır. Dünya genelinde uygulamada olan eko-etiket sistemi, Türkiye'de ise T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2018 yılında yayımlanan Çevre Etiket yönetmeliği ile uygulanmaya başlanmıştır. TS EN ISO 14024¹ standardına göre uygulanan Türkiye Çevre Etiket sistemi, YDD esaslı olarak belirlenen Çevre Etiket kriterlerini sağlayan firmalara başvurdukları ürün veya hizmet için Çevre Etiket alma hakkı sağlar. Yapı malzemeleri, deterjan, tekstil ürünleri gibi birçok ürün grubu için belirlenmiş olan Çevre Etiket kriterlerine ve çevre etiketi uygulamasına yönelik birçok bilgiye <https://cevreetiketi.csb.gov.tr/> web sayfasında erişilmektedir.

Çevre Etiket'i'nin yanı sıra, TS EN ISO 14025² standardına göre "Tip 3 Çevresel Beyanlar" olarak bilinen EPD belgeleri, ürünün YDD yöntemi ile değerlendirilip çevresel etkileri şeffaf ve karşılaştırılabilir olarak açıklayan ve çevresel açıdan şeffaf bir üretim politikasına sahip olduğunu beyan eden bağımsız doğrulanmış belgelerdir. TS EN ISO 14025² standardına göre ve TS EN 15804+A2/AC³ standardında belirtilen kurallar çerçevesinde yapı ürünlerine özel hazırlanabilen EPD belgeleri, yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin üreticisi tarafından şeffaf ve karşılaştırılabilir şekilde kullanıcılar ile paylaşımını sağlamaktadır. EPD belgeleri hazırlanırken yapılacak YDD çalışmalarında ürün kategori kuralları (PCR) esas alınmakta ve bu sayede aynı ürün grubuna ve kategori kurallarına sahip farklı EPD belgeleri arasında karşılaştırma yapılmasına olanak sağlanmaktadır.

Önemli Tanımlar:

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD)/Life Cycle Assessment (LCA): Bir ürünün, ham madde tedarikinden başlayıp nihai bertarafına kadar birbirini takip eden ve birbirine bağlantılı olan üretim, kullanım ve bertaraf aşamalarının tümü yaşam döngüsü olarak tanımlanır. YDD, bir ürün, süreç veya hizmetin üretiminde kullanılan ham maddelerin elde edilmesinden başlayarak, üretim, nakliye, tüketici tarafından kullanım ve kullanım sonrası bertarafına kadar bütün yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini belirlemek için kullanılan uluslararası standartlaştırılmış bir metodolojidir.

Çevre Etiket Sistemi: Sürdürülebilir çevre hedefleri doğrultusunda, yaşam döngüsü değerlendirmeleri yapılarak çevresel etkileri azaltılmış ürün veya hizmetlerin üretimini teşvik etmek, tüketicilere doğru ve bilimsel bilgi akışını sağlamak için dünya çapında uygulanan gönüllü bir çevresel performans sertifikasyonu ve etiketleme yöntemidir.

¹ TSE, 2018, TS EN ISO 14024 standardı, Çevre etiketleri ve beyanları - Tip 1: Çevre etiketleme - Prensipler ve yöntemler

² TSE, 2008, TS EN ISO 14025 standardı, Çevre etiketleri ve beyanları - Tip III çevre beyanları - Prensipler ve prosedürler

³ TSE, 2021, TS EN 15804+A2/AC standardı, Yapıların sürdürülebilirliği - Mamullere ilişkin çevresel beyanlar - Yapı mamullerinin mamul kategorisi için ana kurallar

2.6. Bilgi Kaynakları

Avrupa Yeşil Mutabakatı, ETS, sınırda karbon düzenleme mekanizmaları ve ülkemiz Yeşil Mutabakat Eylem Planı'na uyuma yönelik olarak yürütülecek sektörel ve endüstriyel faaliyetler ile Ar-Ge çalışmalarına yön vermede güncel gelişmelerin güvenilir bilgi kaynaklarından takibi önem taşımaktadır. Bu kapsamda takip edilmesi önerilen bilgi kaynakları genel içerik ve erişim adresleriyle birlikte **Tablo 4**'te sunulmuştur.

Tablo 4. Takip edilmesi önerilen bilgi kaynakları, erişim adresleri ve içerikleri

Kaynak Adı	Erişim Adresi	İçeriği
Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı - İklim Değişikliği Başkanlığı	https://iklim.gov.tr/	Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri doğrultusunda iklim değişikliğine uyum ve azaltımı yönünde yapılan ve yapılacak ulusal ve uluslararası düzeyde politika, strateji ve eylemlerle ilgili bilgi mevzuat, eylem planları, ulusal ve uluslararası bildirimler, duyuru ve haberler.
TOBB İklim ve Çevre Portalı	https://iklim.tobb.org.tr/	https://iklim.tobb.org.tr/ Avrupa Yeşil Mutabakatı başta olmak üzere iklim konusundaki ülkede hazırlanmış tüm rapor, eylem planı, eğitim ve toplantılar, destek, hibe ve teşvikler ile finansman kaynaklarına ilişkin bilgi, haber ve duyurular.
Avrupa Komisyonu- Avrupa Yeşil Mutabakatı Ana Sayfası	https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en	Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki faaliyetler, zaman planları ve son gelişmelere ilişkin bilgi ve belgeler.
Avrupa Komisyonu Araştırma ve İnovasyon Web Sayfası	https://research-and-innovation.ec.europa.eu/index_en	AB araştırma ve inovasyonu, Paris Anlaşması'nı uygulayarak ve yeşil ve dijital geçişi gerçeğe dönüştürerek net sıfıra ulaşma yarışında sektörlerle özel başarı hikayeleri, projeler, destek kaynaklarını sunmaktadır.
Avrupa Komisyonu-Avrupa Yeşil Mutabakatı için Araştırma ve İnovasyon Web Sayfası	https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/environment-and-climate/european-green-deal_en	Araştırma ve inovasyonun Avrupa Yeşil Mutabakatı'ndaki rolü, Ufuk Avrupa ve onun çevre dostu misyonları ve ortaklıkları, AB destekli projelerle ilgili haber ve içerikler.
Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği Web Sayfası	https://cedbik.org/	Türkiye'nin ilk ulusal sertifikasını geliştirerek yeşil bina sektöründe önemli adımlar atmış olup hem yurt içi hem yurt dışı projelerle bu çalışmalarına devam etmektedir.

Kaynak Adı	Erişim Adresi	İçeriği
İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye)	http://www.skdturkiye.org/	Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi'nin (WBCSD- World Business Council for Sustainable Development) Türkiye'deki bölgesel ağı ve iş ortağı olan SKD Türkiye, bu iş birliğinin beraberinde getirdiği sürdürülebilirlik birikimini de çalışma grupları faaliyetleri aracılığıyla üyeleriyle ve çeşitli platformlarda paydaşlarıyla paylaşmaktadır.
Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) Web Sayfası	https://www.ebrd.com/	Finansal dayanıklılığı, bilgi ekonomisini güçlendirmeye, kapsayıcılığı teşvik etmeye ve yeşil ekonomiye geçişi hızlandırmaya odaklanmaktadır.
Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu Web Sayfası	https://donguselekonmiplatformu.com/	Bilgi merkezi niteliğindeki platformda, bir e-ticaret platformu (TMM), ölçüm araçları ve döngüsel ekonomiye geçişlerini gerçekten hızlandırmak isteyen şirketler için eğitim, finansal fırsatlar ve danışmanlık hizmetleri bulunmaktadır.
Avrupa Paylaşılan Yeşil Mutabakat Web Sayfası	https://sharedgreendeal.eu/	Temel amacı, yerel ve bölgesel düzeyde 8 Avrupa Yeşil Mutabakat politika alanının uygulanmasını desteklemek için Sosyal Bilimler ve Beşeri Bilimler (SSH) araçları sağlayarak Avrupa genelinde Yeşil Mutabakat girişimlerine ilişkin ortak eylemleri teşvik etmektir.
ICLEI Avrupa- Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler Web Sayfası	https://iclei-europe.org/	ICLEI - Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler, sürdürülebilir kentsel kalkınmaya kendini adanmış 2.500'den fazla yerel ve bölgesel yönetimden oluşan küresel bir ağıdır. 125'ten fazla ülkede aktif olarak düşük emisyonlu, doğaya dayalı, adil, esnek ve döngüsel kalkınma için yerel eylemlere yön vermektedir. ICLEI Avrupa, çok çeşitli konularda geniş bir yerel ve bölgesel yönetimler ağı ve ortaklarla yakın iş birliği içinde çalışmaktadır.
Sürdürülebilir ürün girişimini içeren ve tekstil, inşaat, elektronik ve plastik gibi kaynak yoğun sektörlere özel olarak odaklanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı	https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf	Ürünlerin yaşam döngüsü ve performansı, atık yönetmeliği ve üretim süreçlerinde kullanılan zararlı kimyasallar gibi pek çok konuda düzenlemeleri içermektedir.

Kaynak Adı	Erişim Adresi	İçeriği
Sürdürülebilirlik için kimyasallar stratejisi	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A667%3A-FIN	Tüketici ürünlerinde daha güvenli ve daha sürdürülebilir maddelere, malzemelere ve ürünlere geçişin toksik olmayan malzeme döngülerine ve daha temiz bir döngüsel ekonomiye yol açacağı gerçeği ışığında, döngüsel ekonominin uygulanmasını tamamlamak ve katkıda bulunmaktadır.
AB Sanayi Stratejisi	https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_en	Bu strateji kapsamında AB, enerji yoğun endüstrileri modernize etmek ve karbondan arındırmayı, sürdürülebilir ve akıllı mobilite endüstrilerini desteklemeyi, enerji verimliliğini artırmayı, rekabetçi fiyatlarla yeterli ve sürekli düşük karbonlu enerji tedarikini güvence altına almayı hedefleyerek ilgili önlemleri hayata geçirecektir. Dolayısıyla AB ile ticari ilişkileri olan Türk sanayisinin ve işletmelerinin alınacak önlemlerden doğrudan etkileneceği düşünülmektedir.
Avrupa Birliği'nin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması, Ticaret Bakanlığı	https://ticaret.gov.tr/dis-iskiler/avrupa-birligi/sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi	AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele çabalarının, AB'nin stratejik vizyonuna katkıda bulunacak ve Türkiye'deki şirketlerin bu konudaki çabalarını destekleyecek ortaklıklar ve mekanizmaları aktarmaktadır.
İklim Eylem Ağı (CAN) Avrupa	https://caneurope.org/about-us/	Tehlikeli iklim değişikliğiyle mücadele eden Avrupa'nın önde gelen STK koalisyonudur. CAN Avrupa, 38 Avrupa ülkesinde faaliyet gösteren, 1.500'den fazla STK'yı ve 47 milyondan fazla vatandaşı temsil eden 170'ten fazla üye kuruluşla, Avrupa genelinde sürdürülebilir iklim, enerji ve kalkınma politikalarını desteklemektedir.
Türkiye Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı (PMR) Projesi	https://pmrturkiye.csb.gov.tr/	Türkiye'de karbon fiyatlandırma politikaları ile Türkiye için pilot emisyon ticaret sistemi uygulamasına yönelik yasal ve kurumsal altyapının geliştirilmesi konusundaki proje çalışmalarına ait raporlar ve sunular paylaşılmaktadır.

+GF+

221 yıldır değişmeyen güven ve kalite

1802 yılından beri öncü teknolojilerimiz, güvenilirliğimiz ve kalitemizle, sektöre yön veriyoruz.

Plastik boru sistemlerimiz ile beraber 60.000'den fazla ürün çeşidimiz ile her türlü üstyapı, altyapı ve endüstriyel projelerin vazgeçilmezi olmaya devam ediyoruz.

Bugün 221 yıllık tecrübemiz, 30'dan fazla üretim tesisimiz ve 100'ü aşkın ülkede kullanılan güvenilir kaliteli ürünlerimizle suyun, kimyasalın ve gazın hem güvenli hem de sağlıklı taşınmasında global liderliğimizi koruyoruz ve her zaman ilk tercih olmanın gururunu yaşıyoruz.

www.gfps.com/tr

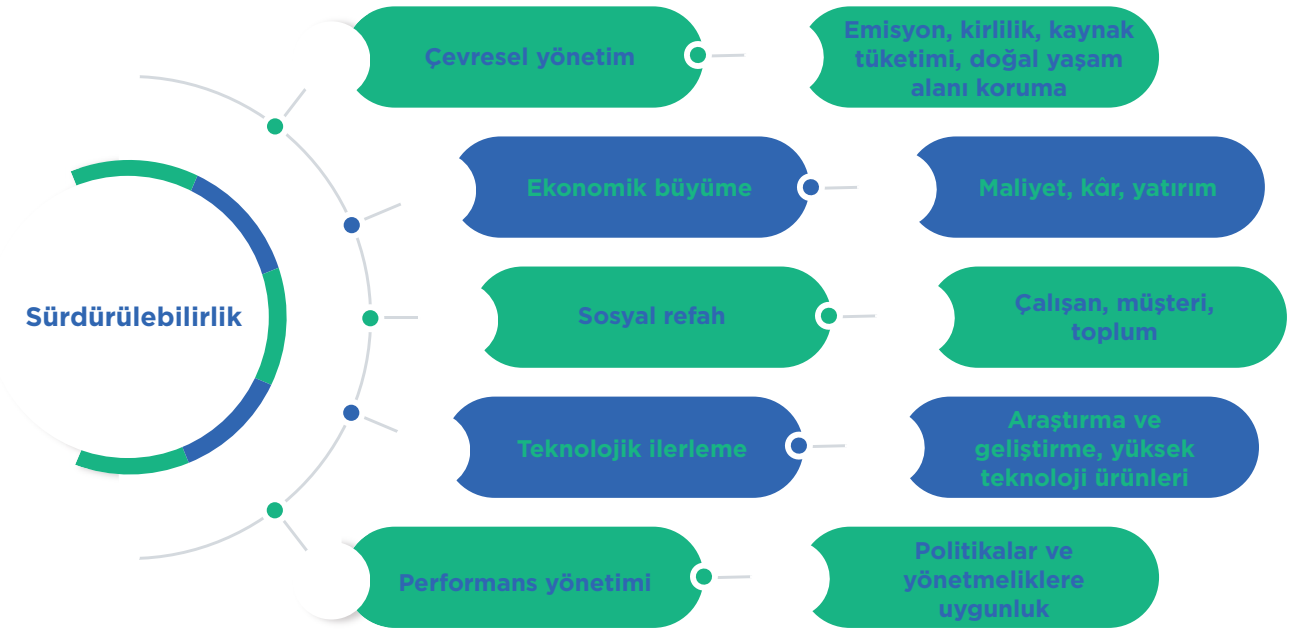
[f](#) [@](#) [t](#) [v](#) [in](#) gfhakanplastik



3. Sürdürülebilir Üretim Göstergeleri ve Ölçümü

Son yıllarda, şirketlerin süreçleri ve ürünleri kaynaklı ekonomik kazanımların yanı sıra çevresel ve sosyal etkilerini de dikkate almaları yönünde artan baskı, üreticilerin üretim süreçlerini ve ürünlerini, sosyal ve ekonomik faydalar ile birlikte çevresel etkilerini en aza indirecek şekilde uygulamaları ya da üretmeleri hedefine yönlendirmiştir. Bu durum, Dünya'nın dört bir yanındaki üreticileri, sürdürülebilir üretim teknikleri ve araçları geliştirip uygulayarak pazarda rekabet edebilmeye zorlamaktadır.

Süreçlerin ve ürünlerin ne derece sürdürülebilir olduğunun analizine yönelik olarak, pek çok farklı performans göstergesi ya da gösterge setleri geliştirilmiştir. Bunlar, Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative - GRI), Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksleri (DJSI), Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) Temel Çevresel Göstergeler (CEI) ve Avrupa Çevre Ajansı Temel Gösterge Seti (EEA-CSI) olarak sıralanabilir. Sanayiciler ve üreticiler, süreçlerinin ve ürünlerinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için hangi göstergeleri seçecekleri ve bu göstergeleri nasıl kullanacakları ve yorumlamayacakları konusunda zorlanabilmektedir. OECD sürdürülebilir üretimin çevresel etkilerini ölçmek için 18 gösterge belirlerken¹, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu ise insan faaliyetleri nedeniyle çevre bozulmasını ele almak için 96 gösterge belirlemiştir. İnşaat malzemeleri sanayicileri için de süreçlerinin ve ürünlerinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için bu durum aynen söz konusudur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology-NIST), çok sayıda göstergeyi uygun kategoriler ve alt kategoriler halinde sınıflandıran sürdürülebilirlik göstergeleri sınıflandırması geliştirmiştir. NIST gösterge sınıflandırma yapısı, sürdürülebilirliğin **çevresel, ekonomik ve sosyal** olmak üzere üç ana boyutunu ve **teknolojik ilerleme ve performans yönetimi** olmak üzere iki ek boyutunu içermektedir. **Şekil 4**'te bu sınıflandırma verilmiştir.



Şekil 4. NIST sürdürülebilirlik gösterge sınıflandırma yapısı²

¹ OECD, "Organisation for Economic Co-operation and Development Sustainable Manufacturing Toolkit"
<https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/48704993.pdf>

² Jung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. Ecological indicators, 24, 148-157
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>

Sürdürülebilir üretimin çevresel boyutunda; emisyonlar, kaynak tüketimi ve doğal yaşam alanlarının korunması göstergeleri ele alınırken ekonomik büyüme boyutunda; üretim organizasyonu tarafından yapılan yatırımlarla birlikte tahakkuk eden maliyetler, karlar ve faydalar dikkate alınmaktadır.

Sosyal refah, sağlık ve güvenlik programlarının, memnuniyet değerlendirmelerinin, kariyer/egitim gelişiminin çalışanlar, müşteriler ve toplum üzerindeki etkilerini gösterge olarak kabul etmektedir. Teknolojik ilerleme ve performans yönetimi göstergeleri, sürdürülebilirliğin temel boyutları arasında yer almasa da dolaylı olarak sürdürülebilirlik göstergelerine katkı sunmaktadır. Teknolojik ilerleme göstergeleri, üretici şirketlerin yeni teknolojileri uygulama ve Ar-Ge kabiliyetlerini ölçmek için kullanılan göstergelerdir. Odak noktası, şirketlerin teknolojik ilerlemeyi teşvik etme becerisidir. Bu göstergeler, üreticilerin üretim süreçlerini iyileştirmek için kullandıkları, sattıkları ve satın aldıkları yeni teknoloji miktarını ölçmek için tasarlanmıştır. Teknolojik ilerleme kategorisinde en önemli alt başlıklardan olan Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) alt kategorisi, şu göstergeleri içermektedir:

- Ürün ve süreç geliştirmede inovasyon için Ar-Ge departmanındaki personelin deneyimi
- Bir şirketin Ar-Ge projeleri için parasal ve zaman yatırımları
- Patentler ve yayınlanmış bilimsel makaleler, yeni teknolojiler ve ürünlere yapılan katkı

Yeni teknolojilerin uygulanması ile ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi; ekonomik büyüme, artan talep oluşumu ile sosyal refahın artması ve yeni ve yenilikçi teknolojilerle çevre yönetimi konusunda sürdürülebilirliğe ciddi katkılar sağlayacaktır.¹

Performans yönetimi göstergeleri ise, sürdürülebilirlik programlarının ve politikalarının uygulanması ve yönetmeliklere uygunluk düzeyinin ölçülmesine yöneliktir. Bu göstergeler, şirketlerin üst düzey performanslarının sürdürülmesi, standartlara ve güvenlik düzenlemelerine uyumun devam ettirilmesi için gereklidir.

**Sürdürülebilir
üretim
göstergeleri
üreticiye ne
sağlamaktadır?**



İlerlemeleri takip etmek



Sorunları çözmek ve performansı artırmak için harekete geçmek



Üreticinin analizinde eksik olabilecek hususları ve daha fazla ölçümün daha eksiksiz bir yaklaşım sağlamaya yardımcı olabileceği noktaları belirlemek

Sürdürülebilirliğin üç boyutu dışındaki bu iki önemli öge (teknolojik ilerleme ve performans yönetimi) ile sürdürülebilir üretim daha uygulanabilir ve anlamlı hale gelmektedir. İnşaat malzemeleri sanayicileri tarafından üretimlerinde sürdürülebilirlik belirleme çalışmaları yapmayı planlayanlar için bu rehber dokümanda bahsedilen tüm göstergeler ölçülmesede dahi şirketlerin kendi iç değerlendirmeleri ile başlangıç gösterge setlerinin belirlenmesi sayesinde sürdürülebilirlik süreçleri gelişim gösterecektir.

¹ Joung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Ecological indicators*, 24, 148-157
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>

Bu kapsamda ilk aşamada belirlenen sürdürülebilirlik amaç/hedeflerini yansıtan bazı göstergelerle başlamak ve şirketler deneyim kazandıkça yeni hedefler belirlemek ve sürdürülebilir üretim için ek göstergelerin eklenmesi söz konusu olabilecektir. Bu şekilde, sürdürülebilir üretim göstergelerinin ölçümü sürekli bir dönüşüm, gelişim ve ilerleme halinde olacaktır.

Bu rehber dokümanda kullanılan çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri OECD-Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu'ndan (Sustainable Manufacturing Toolkit)¹, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri ise hem literatürden hem de Küresel Raporlama Girişimi'nin (Global Reporting Initiative-GRI)² hazırlanmış olduğu göstergelerden alıntı yapılarak hazırlanmıştır.

3.1. Çevresel Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü

OECD, herhangi bir işletmedeki üretim tesislerinin çevresel performansını ölçmek ve iyileştirmek için, bir dizi uluslararası düzeyde uygulanabilir performans göstergesinin kullanılmasını öneren bir "Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu" geliştirmiştir. Kılavuz KOBİ'ler düşünülerek geliştirilmiş olmasına rağmen, Kılavuz'da önerilen metodoloji, her büyüklükteki kuruluşun, üretimini hangi ölçüde sürdürülebilir gerçekleştirdiğini ölçmeye yönelik olarak uygulanabilir niteliktedir. Kılavuz'da yer alan temel metodoloji **Şekil 5**'te gösterilmiştir. Önerilen metodoloji; uygulanabilir ve kullanışlı olup, aşağıdaki 7 adımdan oluşmaktadır (**Şekil 5**):

- **Adım 1- Çevresel etki haritasının çıkarılması ve önceliklerin belirlenmesi:** Hedefleri belirlenmesi, şirketin çevresel etkilerinin gözden geçirilmesi ve bu amaçla şirket içinden bir "sürdürülebilirlik ekibinin" oluşturulması.
- **Adım 2- Faydalı performans göstergelerinin seçimi:** İşletme için önemli olan göstergeleri belirlemek ve sürekli iyileştirmeye yardımcı olmak için hangi verilerin toplanması gerektiğinin öğrenilmesi.
- **Adım 3- Üretimde kullanılan girdilerin ölçümü:** Üretim süreçlerinde kullanılan ham madde ve bileşenlerin çevresel performansı nasıl etkilendiğinin belirlenmesi.
- **Adım 4- Üretim sürecinin değerlendirilmesi:** Tesisteki operasyonların etkisi ve verimliliğinin değerlendirilmesi (Örneğin; enerji yoğunluğu, sera gazı üretimi, hava ve su emisyonları).
- **Adım 5- Ürünlerin değerlendirilmesi:** Nihai ürünün ne kadar sürdürülebilir olduğunu belirlemeye yardımcı olan kullanım sırasındaki enerji tüketimi, geri dönüştürülebilirlik ve tehlikeli maddelerin kullanımı gibi faktörlerin belirlenmesi.
- **Adım 6- Sonuçların anlaşılması:** Göstergelerin okunması, yorumlanması ve performanstaki eğilimlerin anlaşılmasının öğrenilmesi.
- **Adım 7- Performansı artırmak için harekete geçilmesi:** Performansı iyileştirmek için fırsatların seçilmesi ve bunları uygulamak için eylem planları oluşturulması.

Metodoloji; yukarıda verilen adımların uygulanmasının süreklilik içermesini; faaliyetlerin sürekli olarak iyileştirilmesi için sürecin düzenli olarak (örneğin yılda bir veya birkaç yılda bir) tekrar gözden geçirilmesini gerekli görmektedir.

¹ OECD, "Organisation for Economic Co-operation and Development Sustainable Manufacturing Toolkit"
<https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/48704993.pdf>

² GRI (Global Reporting Initiative), 2006, "Sustainability Reporting Guidelines"
<http://www.globalreporting.org>

Hazırlık

- Adım 1:** Etki haritası çıkarma ve öncelikleri belirleme
Adım 2: Kullanışlı göstergelerin seçimi

Ölçüm

- Adım 3:** Girdilerin ölçümü
Adım 4: Üretim sürecinin değerlendirilmesi
Adım 5: Ürünlerin değerlendirilmesi

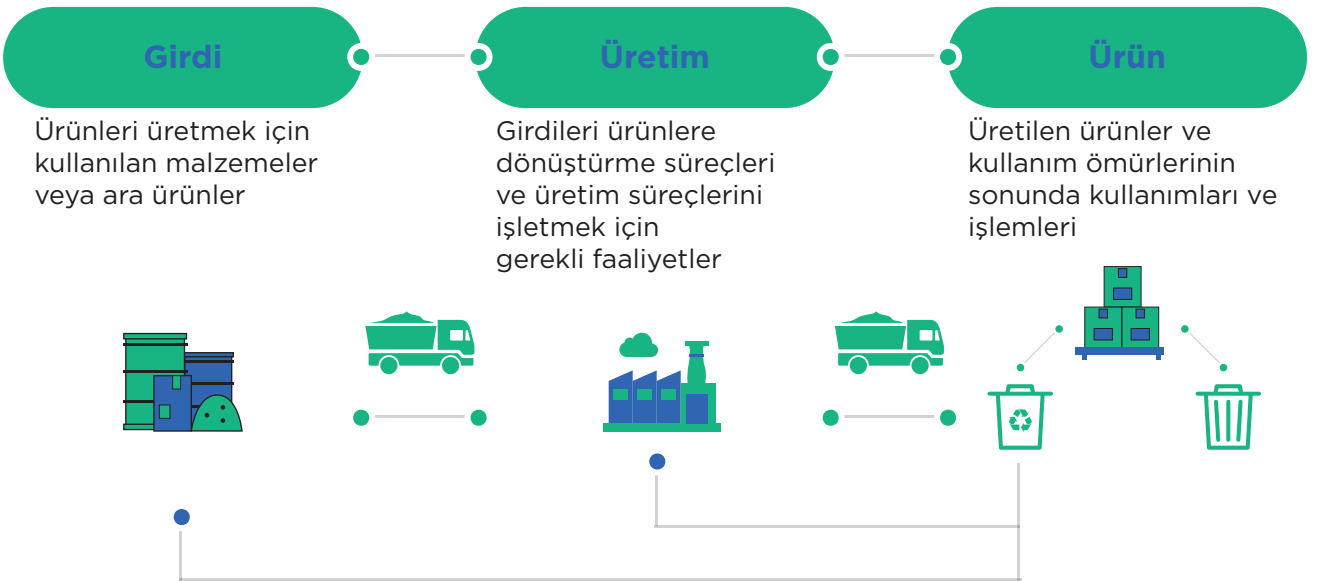
Geliştirme

- Adım 6:** Sonuçların anlaşılması
Adım 7: Performansı artırmak için harekete geçilmesi

Şekil 5. OECD Sürdürülebilir Üretim Kılavuzu temel metodolojisi

Bu kılavuzun ve içerdiği performans göstergelerinin, inşaat malzemeleri sanayisinde tüketicilere satılan direkt ürünler veya diğer işletmelere taşınan ve oradan satılan ürünler veya hizmetler için uygulanabilmesi mümkündür. İnşaat malzemeleri sanayisi, doğal kaynakları (örneğin metaller, malzemeler, fosil yakıtlar, toprak, su, biyolojik çeşitlilik) kullanarak üretim gerçekleştirmekte ve çevreye “yan ürünler” (örneğin atıklar, emisyonlar) bırakmaktadır. Tüm ilişkin üretim süreçlerinin çevre üzerindeki etkileri bilindiğinden, bu rehber dokümanda, sektöre yönelik çevresel etkilerin haritasının çıkarılması, bu etkileri azaltmanın en etkin yolunun bulunması ve yapılan iyileştirmelerden elde edilen faydaların en üst düzeye çıkarılmasına yardımcı olacak göstergeleri adım adım gösteren bir sürecin sunulması hedeflenmiştir.

Şekil 6’da üretim tesisi ile çevre arasındaki temel etkileşim ve üretilen ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevre ile olan ilişkisi gösterilmektedir. Asıl üretim süreçleri çok daha karmaşık olsa da çevresel etkiler temel olarak aşağıda gösterilen üç aşama sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir üretim için girdi, üretim ve ürün göstergeleri ölçümü ile ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.



Şekil 6. Üretim ve çevre arasındaki temel ilişkiler

OECD, sürdürülebilirliğin ölçülmesi için 18 adet gösterge önermektedir (**Şekil 7**).¹ Bu göstergeler esas olarak iç yönetime ve karar vermeye yardımcı olacak göstergeler olup, her tür üretim tesisi için kullanılabilir. Göstergelerin ölçümü sonucunda, bir tesisin ve ürünlerinin çevresel performansları değerlendirilebilir ve bu yolla müşterilere, çalışanlara ve diğer paydaşlara bilgi iletebilir. Ayrıca, firmaya ait farklı tesislerin performansı bu göstergeler yardımıyla karşılaştırılabilir, bu şekilde şirketler genel kurumsal performansını iyileştirebilir.

Görüldüğü gibi, bazı göstergelerin hesaplanabilmesi kapsamlı veri gerektirmektedir. Her üretici, bu verilere sahip olmayabilmektedir. Göstergeler için gereken verinin eksik olması, göstergelerin kullanımına başlamayı ve ilerlemeyi engellememelidir. Üretim sürecinin bir parçası olarak rutin olarak toplanan bazı verilere muhtemelen sahip olunacağı değerlendirildiğinde sürdürülebilir üretim performansını ilk aşamada olabildiğince daha iyi anlamak için göstergelerin tespitine devam edilmelidir. Çevresel performansı yönetmek ve iyileştirmeye başlamak için eksiksiz tüm göstergelerin ölçülmesi gerekli değildir. Birkaç gösterge temelinde çevresel performansı iyileştirmeye başlamak oldukça önemlidir. Sonrasında, bu konuda tecrübe sahibi olduğunça ve göstergeleri kullanmanın değeri netleştikçe zaman içinde kullanım geliştirilebilecektir.



Şekil 7. OECD sürdürülebilir üretim göstergeleri¹

Tesisin çevresel etki haritası çıkartılırken, etki listesinde çok fazla parametre ve/veya bazı alanlarda öncelikler ortaya çıkabilir. Örneğin, öncelikli alanlar olarak şunlar tanımlanabilir:

¹ OECD, "Organisation for Economic Co-operation and Development Sustainable Manufacturing Toolkit"
<https://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/48704993.pdf>

- Hızlı kazanımlar: Enerji verimliliğini artırmak gibi hızlı ve olumlu bir etkiye sahip olabileceği bilinen alanlar.
- Sıcak konular: Örneğin yerel topluluklar arasında tesisten kaynaklanan emisyonlarla ilgili halihazırda tartışma veya endişelerin olduğu alanlar.
- Stratejik zorunluluklar: Örneğin yasal gereklilikleri karşılamak veya belirli müşterilere ürünlerin belirli çevre standartlarına göre üretildiğine dair güvence sağlamak gibi ana iş için gerekli olan girişimler.

Çevresel etki haritası çıkarılırken, önemli iç ve dış hedef paydaşları ile bunların şirketin çevresel performansı hakkındaki endişelerini yansıtmak yararlıdır. Görüşleri dikkate almak herhangi bir etkiyi veya fırsatı belirlemeye veya düşünülen daha önemli bir şeyin altını çizmeye yardımcı olabilecektir. Paydaşlar; çalışanları, yatırımcıları, yerel toplulukları, düzenleyicileri, rakipleri, tedarik zinciri ortaklarını ve müşterileri içerebilir. Üretici şirketin ekibi belirli gruplarla düzenli olarak iletişim kurabilir ve bu değerlendirmeleri paydaş geri dönüşleri ile yapabilir. Paydaşları bir tabloda listelemek ve ortaya çıktıkça temel ilgi alanlarını veya endişelerini yakalamak yararlı olacaktır.

Tüm bu bilgilerle ne yapılmalı? Takip etmek için bilgiler ve eylemler nasıl düzenlenmeli?

Şirketler sürdürülebilirlik çalışmalarını yaparken, tesislerinin faaliyetleri ve çevresel etkisi hakkında çeşitli bilgiler toplayacaktır. Ayrıca, daha fazla bilgi veya araştırmaya ihtiyaç duyulan veya işin diğer bölümleriyle veya dış paydaşlarla daha fazla tartışma yapılması gereken alanları da belirleyecektir. Geri bildirim için net bir zaman çizelgesiyle birlikte, bu takip eylemlerini kaydetmek ve bireylerin veya işletmenin bölümlerinin bunları uygulamaktan sorumlu olmasını sağlamak yararlı olacaktır. Takip eylemleri tamamlandığında şirket, tesislerindeki öncelikler hakkında çok daha net bir fikre sahip olmaya başlayacak ve sonraki adımlarda tartışılan en yararlı göstergeleri belirlemek için daha iyi bir konuma sahip olacaktır. Elektronik tablolar ve veri tabanları gibi merkezi olarak depolanan bilgi toplama ve bilgi yönetimi araçlarını kullanmak, şirketin bilgi paylaşma ve büyük resmi görme becerisinde önemli faydalar sağlayacaktır.

3.1.1. Girdi Göstergeleri ve Ölçümü

İlk çevresel gösterge seti, ürünleri üretmek için kullanılan ham maddeler ve ara ürünlerle ilgilidir. Girdilerin genel çevresel performansının belirlenmesinde önemli bir etkisi olacaktır. Bu nedenle, daha

Tüm bu bilgilerle ne yapılmalı? Takip etmek için bilgiler ve eylemler nasıl düzenlenmeli?

Ham madde kullanımını azaltmak ► Ham madde masraflarını azaltır.

Kısıtlanmış ham madde kullanımını azaltmak ► Taşıma, depolama ve işleme ile ilgili maliyetleri azaltır.

Zararlı ham maddeleri daha az zararlı alternatiflerle değiştirmek ► Daha düşük bir yasal uyumluluk yükü taşır.

Yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımını artırmak ► Atık bertaraf gereksinimlerini azaltır.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİN ARKASINDA İZOCAM VAR

İZOCAM
STANDS BEHIND
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

Birleşmiş Milletler'in küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında geliştirdiği Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın 8'ine doğrudan katkı sağlayarak geleceğe yatırım yapıyoruz.

We invest in the future with our direct contribution to 8 of United Nations Sustainable Development Goals aiming to strengthen the ability to deal with the impacts of climate change.


Sağlık ve Kaliteli Yaşam
Good Health and Well-being


Erişilebilir ve Temiz Enerji
Affordable and Clean Energy


İnsana Yakınsır İş ve Ekonomik Büyüme
Decent Work and Economic Growth


Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı
Industry, Innovation and Infrastructure







Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar
Sustainable Cities and Communities


Sorumlu Üretim ve Tüketim
Responsible Consumption and Production


İklim Eylemi
Climate Action


Amaçlar için Ortaklıklar
Partnerships for the Goals

www.izocam.com.tr

 izocam
 izocam
 izocamofficial
 izocamofficial
 izocamofficial

#arkasindaizocamvar

İZOCAM

çevre dostu girdileri tercih etmek, olumsuz etkileri azaltabilecek ve üretim faaliyetlerinin daha başında riskleri ortadan kaldıracaktır. Genel olarak, girdilerin çevresel performansı, kazan-kazan faydaları ve maliyet tasarrufu sağlayan çeşitli yollarla iyileştirilebilir.

Girdiler ile ilgili her bir göstereyi hesaplamak için, yenilenemeyen malzemelerin ve kısıtlanmış maddelerin oranlarını ve üretimde kullanılan geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılmış malzemelerin miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Ham madde tedarikçileri de bu bilgilerin çoğunu üreticiye sağlayabilmelidir. Hem ham madde hem de ara ürünler olmak üzere her bir malzeme girdisinin ağırlığını ve ayrıca tüm malzeme girdilerinin toplam ağırlığını kaydetmek gerekecektir.

3.1.2. Üretim Süreci Göstergeleri ve Ölçümü

Operasyonlar ve üretim süreçleri dahil olmak üzere, bir üretim tesisinin tasarımı ve yönetimi genel çevresel performans üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tesisler ve uygulanan iç süreçler doğrudan üreticinin kontrolü altında olduğundan, çevresel etkinin nasıl azaltılacağı ve performansın nasıl iyileştirileceği en çok bu noktada müdahale edilebilir durumdadır.

Sürdürülebilir üretim süreçlerinin temel faydaları nelerdir?

Enerji kullanımını azaltmak ► Enerji maliyetini düşürür.

Atık oluşumunu ve emisyonları azaltmak ► İzleme, arıtma ve bertaraf maliyetlerini azaltır. Ayrıca malzemelerin ekonomik değer kaybını azaltır.

Yaşam döngüsünü tamamlamış malzemeleri yeniden işleme/yeniden üretme ► Ham madde girdilerinin değerini artırır.

Ekipmanı ve/veya üretim hattını değiştirmek veya iyileştirmek ► Operasyonların verimliliğini artırır.

Üretim süreci göstergelerini ölçmek için, su ve enerji tüketimine ve bu enerjiyi üretmek için kullanılan kaynaklara ilişkin verilere ihtiyaç vardır. Ayrıca, sera gazları da dahil olmak üzere üretilen emisyon ve atık miktarlarının da bilinmesi ve ölçülmesi gereklidir. Atıklar doğrudan ölçülebilirken, diğer bazı girdi ya da çıktı miktarlarının malzeme kullanımına göre tahmin edilmesi gerekir. Örneğin; sera gazları, bir dönüştürme tablosu kullanılarak, enerji kaynaklarına ve tüketimine göre tahmin edilebilir.

3.1.3. Ürün Göstergeleri ve Ölçümü

Ürünlerin özellikleri, işletmenin çevresel performansının yanı sıra müşterilerin kendi çevresel etkilerini yönetme becerileri açısından da kritik öneme sahiptir. Bir ürünün çevresel performansını birçok faktör etkilerken, ürünün tasarımı aşamasında çevresel performansı büyük ölçüde belirlenmektedir.

3.1.4. Sonuçların Anlaşılması ve Çevresel Performansın Artırılması

Sürdürülebilir ürünlerin temel faydaları nelerdir?

Yenilenemeyen ham maddeler yerine geri dönüştürülmüş/yenilenebilir olanları kullanmak ► Malzeme maliyetinden tasarruf sağlar. Bazı alıcılar için daha cazip bir ürün oluşturur.

Ürünlerdeki kısıtlanmış ham maddeleri azaltmak ► İzleme, arıtma ve bertaraf etme maliyetlerini azaltır. Ürünler daha güvenli ve daha arzu edilir hale gelir.

Ürünlerin geri dönüştürülebilirliğini veya biyolojik olarak parçalanabilirliğini iyileştirmek ► Malzeme girdilerinin değerini artırır. Bertarafla ilgili maliyeti azaltır.

Daha düşük ürün enerji gereksinimleri ► Kullanım maliyetini düşürür. Ürün çekiciliğini artırabilir. Yönetmelik gerekliliklerini ve gelecekteki standartları öngörür.

Ürün dayanıklılığını iyileştirmek ve ürünün beklenen ortalama ömrünün uzaması ► Yenilenemeyen ham maddelere olan ihtiyacı azaltır. Ürün değerini artırır.

Belirli bir süre boyunca (haftalar, aylar veya yıllar) tesiste kullanılan ham maddeler, üretim süreci ve ürünlerle ilgili veri toplandıığında, çevresel performansın hangi aşamada iyi olduğu, hangi aşamada iyi olmadığı veya performanstaki eğilimlerin nasıl olduğu anlaşılabilir. İyileştirme gereken aşamalar için, aşağıda belirtilen 5 aşamalı çalışma ile çevresel performansın iyileştirilmesi mümkün olabilir.

Göstergeleri kullanarak çevresel performansını iyileştirmek için 5 aşama

1. İyileştirme fırsatlarını değerlendirmek için mevcut gösterge verilerini incelemek
2. Kıyaslama ya da hedef noktası belirlemek
3. İyileştirme seçeneklerini belirlemek ve değerlendirmek
4. İyileştirme senaryoları geliştirmek ve seçenekleri karşılaştırmak
5. Kar-zarar dengesi ile en iyi seçeneği belirlemek

Çevresel performansın düşük ya da yüksek olduğunu belirlemek amacıyla zaman içinde ve emsallerle karşılaştırmayı mümkün kılan bir kıyaslama noktası ya da hedef oluşturmak oldukça önemlidir. Performansı kıyaslamak için belirli bir süre boyunca veri toplamak gereklidir. Bir şirketin kendi performansını her yıl aynı temel verilere göre ölçmesi durumunda, zaman içinde daha iyiye mi yoksa daha kötüye mi gittiğini değerlendirmesi mümkün olabilir. Ek olarak; tek bir tesis değerlendirmesi dışında, genel kurumsal performansı toplu olarak iyileştirmek için, bir şirketin farklı tesislerini kıyaslaması ve performansını karşılaştırması da mümkündür. Bu noktada her tesiste ölçümlerin aynı şekilde yapılmasını sağlamak oldukça kritiktir. Şirket tüm tesislerden gelen verileri toplayarak, performansı organizasyon düzeyinde de izleyebilir ve değerlendirebilir. Kendi şirket verilerine ek olarak, sektörde, paydaşlarından iyi performans ve uygulama konusunda değerli bilgiler sağlayabilir. Performans verileri ve istatistikleri genellikle endüstri veya ticaret birliklerinden alınabilir ve bazı bireysel rakipler de performanslarını çeşitli göstergelere göre kamuya açıklayabilir. Ancak bu karşılaştırmalar yapılırken dikkatli olmak gerekir - dış kaynaklardan gelen veriler şirketin kendi göstergeleri ile tam olarak aynı olmayabilir ve bu durumda karşılaştırma için uygun bir temel sağlanamaz.

3.2. Ekonomik Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü

NIST tarafından, ekonomik büyüme göstergeleri, bir kuruluşun karlarını, maliyetlerini ve yatırımlarını ölçmek olarak tanımlanmaktadır.¹

- Kar göstergeleri, şirketin kazandığı karı ölçmek için kullanılır.
- Maliyet göstergeleri, malzeme alımı, üretim, müşteriye ürün transferi ve yaşam döngüsü sonu ürünün işleme dahil edilmesi olmak üzere üretim maliyetlerini ölçmek için kullanılır. Bu göstergeler, birçok üretici tarafından temel finansal muhasebe ve yaşam döngüsü maliyeti yoluyla belirlenir.
- Yatırım göstergeleri, bir kuruluşun ekonomik sağlığını toplu olarak ölçen genel yatırımlardan ve çevre dostu yatırımlardan kaynaklanan etkileri hesaplamak için kullanılır. Yatırımlar ve yatırım yönetimi, ekonomik büyümenin kilit yönleridir. Yatırımlar, bir ürünün ve/veya şirketin büyümesini ve bir organizasyonun sürdürülebilirliğini sağlar. Yatırımlar boyutunda, çevre dostu yatırımları teşvik eden sürdürülebilirlik için Ar-Ge ve inovasyon yatırımlarının yanı sıra kuruluşun finansal ve sosyal büyümesini destekleyen genel yatırımlar da yer almaktadır. Tüm bunların ayrı şekilde ölçülmesi ve belirlenmesi oldukça önemlidir.

İnşaat malzemeleri sanayicileri için ölçülmesi gereken temel ekonomik sürdürülebilirlik göstergeleri şunlardır:

- Toplam ciro, kar ve devlete ödenen vergi miktarı
- Çalışanlara ödenen ücretler
- Toplam yatırım miktarı
- Sürdürülebilirlik odaklı yatırım miktarı
- Toplam Ar-Ge bütçesi
- Bağış-sponsorluk-kurumsal sosyal sorumluluk (KSS) bütçesi
- Çalışanın eğitime ve mesleki/kişisel gelişimine yapılan yatırımlar
- Çevre koruma yatırımları
- Yerel tedarikçilere yapılan yatırımlar
- İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili maliyetler
- Ulusal veya uluslararası alınan dış kaynaklı mali destek miktarı (Yatırım teşviği, Ar-Ge, Ür-Ge desteği vb.)

3.3. Sosyal Sürdürülebilirlik Göstergeleri ve Ölçümü

Sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri, bir kuruluşun genel sağlık ve güvenlik uygulamalarını geliştirme yönetimi ve insan hakları aracılığıyla üretim süreçlerinin ve üretilen ürünlerin toplumsal etkisini ölçer. Sosyal refah boyutu üç temel yönde incelenir: çalışanlar, müşteriler ve çevredeki topluluk. Bu üç taraf da bir kuruluşun eylemlerinden doğrudan ve dolaylı olarak etkilenir ve bu etkilerin dikkate alınması,

¹ Jung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Ecological indicators*, 24, 148-157
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>

sosyal olarak sürdürülebilir operasyonlar ve genel kurumsal sürdürülebilirlik sağlamak için önem taşımaktadır.¹

- Çalışan göstergeleri, çalışanların genel sağlık ve güvenliğini, mesleki gelişimlerini ve bir kuruluş içindeki memnuniyetlerini kapsar. Çalışan boyutundaki göstergeler, insan hakları sorunları ve aynı zamanda çalışan ve ürün kalitesi arasındaki yakın ilişki sosyal sürdürülebilirlik açısından gereklidir. Ayrıca çalışanlar için daha adil ve eşit çalışma ortamları sunmak sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunur. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden olan toplumsal cinsiyet eşitsizliği, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme ve eşitsizliklerin azaltılması hedefleri bu konuya öncülük etmektedir.
- Müşteri göstergeleri, üretim ve ürün kullanımından kaynaklanan sağlık ve güvenlik etkilerini, operasyonlardan ve ürünlerden müşteri memnuniyetini ve müşteriler için belirli hakların dahil edilmesini kapsar. Müşteri alt kategorisi, kuruluşun müşterilerin istek ve isteklerini karşılama veya aşma yeteneğini yansıtan göstergeler içerir. Bu göstergeler, bir kuruluşun varlığı için baskın faktörler olan müşteri memnuniyetini ve refahını ölçmek için gereklidir.
- Topluluk göstergeleri, bir kuruluşun eylemleriyle doğrudan ilişkilidir. Alt kategoriler ürün sorumluluğu, adalet ve topluluk geliştirme programlarıdır. Adalet, hakkaniyet, insan hakları ve yolsuzluk, sosyal refah boyutunun adalet yönü içinde yer almaktadır.

İnşaat malzemeleri sanayicileri için ölçülmesi gereken temel sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri şunlardır:

- Toplam çalışan sayısı
- Toplam çalışan sayısındaki kadın, erkek, mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışan sayıları
- Çalışanların yaş grubu, eğitim düzeyi ve kıdemleri
- Çalışanlara verilen/sağlanan toplam eğitim saati
- Ar-Ge personeli sayısı
- İş kazası sayısı, sıklık oranı, ölümlü kaza sayısı ve oranı
- Hastalık veya yaralanma nedeniyle kayıp iş günü sayısı
- Yerel tedarikçinin toplam satın alma bütçesindeki oranı
- Toplam yerel tedarik edilen ham maddenin toplam ham maddeye oranı

3.4. Türkiye İnşaat Malzemeleri Sanayisinin Sürdürülebilirliğine Yönelik Değerlendirmeler

Bu rehber dokümanın hazırlanması çalışmaları kapsamında Türkiye İnşaat Malzemeleri Sanayisi'nin sürdürülebilirliğini değerlendirmeye yönelik gerçekleştirilen anket çalışmasında 11 farklı alt sektörden toplam 15 firmadan anket verileri toplanmıştır. Türkiye İMSAD üyelerine gönderilen ankette şirketlere toplam 62 sürdürülebilirlik göstergesine yönelik sorular sorularak sektörel bazlı değerlendirme yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasına yanıt veren firmalar enerji ve atık yönetimi ile Ar-Ge personel dağılımı başlıklarında sınıflandırılarak rehber dokümanın bu bölümünde paylaşılmaktadır.

¹ Joung, C. B., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. C. (2013). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Ecological indicators*, 24, 148-157
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.030>

İnşaat malzemeleri sanayisinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için kullanılacak en önemli çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinden biri enerji tüketimidir. Yaygın olarak kullanılan birçok inşaat malzemesi yoğun enerji gerektiren üretim prosesleri ile üretilmektedir. Çimento sektörü yoğun enerji tüketimine sahip sektörlerin başında gelmektedir. AB tarafından yayınlanan “Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı’nda (CLM BREF)¹ çimento ürünü için ton başına enerji tüketimi üretim tesisinin büyüklüğüne, kullanılan fırın, ham madde ve yakıt özelliklerine göre 4.125 ile 4.375 MJ aralığında değişmektedir (Tablo 5). Yapılan anket çalışması ile Türkiye’de örnek bir çimento tesisinden alınan enerji tüketimi 3.870 MJ/ton olarak belirtilmiştir. Bununla birlikte seramik endüstrisi için AB tarafından yayınlanan BREF dokümanında² seramik karo için ton başına enerji tüketimi üretim tesisinin büyüklüğüne, kullanılan fırın türüne, öğütme ve kurutma yöntemlerine göre 3,44 ile 8,56 GJ aralığında değişmektedir. Türkiye’de örnek bir seramik tesisinden alınan enerji tüketimi 7,77 GJ/ton olarak belirtilmiş olup örnek tesis verisi AB ortalamasında olduğu görülmektedir. İnşaat malzemeleri sanayisinin bir diğer önemli alt sektörü olan plastik sektörü pencere profilleri, kablo, boru gibi birçok inşaat malzemesini içine alan büyük bir sektör olup plastik ürünlerin üretilmesinde yüksek miktarda enerji harcanmaktadır. 2007 yılında yayınlanan BREF dokümanında³ ton başına enerji tüketimi PVC süspansiyon için 2,7-4,1 GJ/ton, PVC emülsiyon için 7,4-11,2 GJ/ton, Polistiren için 1,08-1,80 GJ/ton ve EPS için 1,8-2,5 GJ/ton aralığında değişmektedir. Plastik sektöründe faaliyet gösteren Türkiye’deki bir tesisten alınan enerji tüketim değeri 2,61 GJ/ton olarak belirtilmiştir.

Tablo 5. Ankete yanıt veren firmalar bazında ürün başına enerji tüketimi ve BREF değerleri

Ürünler	Türkiye için Tipik Bir Tesisin Enerji Tüketimi	Birim	BREF Değerleri	Birim
Ahşap	18,2	MJ/m ^u	MDF panel için 0,88-1,63	MWh/m ³
Alçı	1207	MJ/ton		
Boya	292,09	MJ/ton		
Çimento	3870	MJ/ton	Çimento için 4.125-4.375	MJ/ton
Gazbeton	382,3	MJ/m ³		
Plastik	2,61	GJ/ton	S-PVC için 2,7-4,1 E-PVC için 7,4-11,2 Polistiren için 1,08-1,80 EPS için 1,8-2,5	GJ/ton
Prefabrik Yapı Elemanları	0,65	MJ/kg		
Seramik	7,77	GJ/ton	Seramik Karo için 3,44-8,56	GJ/ton
Yalıtım Malzemeleri	15,9	MJ/kg		
Yapı Kimyasalları	3,6	MJ/ton		

¹ European Commission, “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide”
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CLM_Published_def_0.pdf

² European Commission, “Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry”
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/cer_bref_0807.pdf

³ European Commission, “Reference Document on Best Available Techniques in Production of Polymers”
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/pol_bref_0807.pdf

Ankete yanıt veren Türkiye İMSAD üyesi firmaların beyanlarına göre yalıtım malzemeleri üretiminde enerjinin tamamını, plastik üretiminde %49'unu ve boya üretiminde %33'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır (**Tablo 6**). İnşaat malzemeleri sanayisinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için gerçekleştirilen anket çalışmalarında ankete yanıt veren firmalardan alınan yenilenebilir enerji kullanım oranları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6. Ankete yanıt veren firmaların üretim tesisleri bazında yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı (%)
Boya	33
Boya ve Vernik/Yapı Kimyasalları/Yalıtım Malzemeleri	25
Çimento	1
Prefabrik Yapı Elemanları	49
Yalıtım Malzemeleri	100

Yine anket verilerine göre geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı, ürünlerdeki yeniden kullanılan malzeme oranı ve geri dönüştürülebilir içerik verileri aşağıda sunulmuştur. Türkiye için tipik bir tesisin ürünlerindeki geri dönüştürülen malzeme oranı yalıtım ürünlerinde %75 ve seramik ürünlerinde %17 değerlerinde raporlanırken diğer ürünlerde bu değer %5'i geçmediği görülmektedir (**Tablo 7**). İnşaat malzemeleri sanayisi alt sektörlerinden toplanan ürünlerdeki yeniden kullanılan malzeme oranı verilerinde yapı kimyasalları ve yalıtım malzemeleri üreten tesisler öne çıkarken diğer ürünlerde yeniden kullanılan malzeme oranları düşük kalmaktadır (**Tablo 8**).

Tablo 7. Ankete yanıt veren firmaların ürünleri bazında geri dönüştürülen malzeme oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Ürünlerindeki Geri Dönüştürülen Malzeme Oranı (%)
Ahşap	3
Boya	2,43
Boya ve Vernik/Yapı Kimyasalları/Yalıtım Malzemeleri	2
Plastik	3,1
Prefabrik Yapı Elemanları	2,5
Seramik	17
Yalıtım Malzemeleri	75
Prefabrik Yapı Elemanları	3
Yapı Kimyasalları	2

Tablo 8. Ankete yanıt veren firmaların ürünlerdeki yeniden kullanılan malzeme oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Ürünlerindeki Yeniden Kullanılan Malzeme Oranı (%)
Alçı	1
Gazbeton	11
Plastik	3
Prefabrik Yapı Elemanları	2
Yalıtım Malzemeleri	85

Ankete katılan firmaların tesislerinden alınan verilere göre, ürünlerdeki geri dönüştürülebilir içerik oranı oldukça yüksektir (**Tablo 9**). Yukarıda yer alan anket verilerine ek olarak, sektörel bazda Ar-Ge giderlerinin toplam ciroya oranı aşağıda verilmiştir. Ar-Ge giderlerinin toplam ciroya oranında yapı kimyasalları sektörü %20 gibi yüksek bir oranla başta gelmektedir. Bunun dışında veri alınabilen sektörlerin değerleri %0 ile %1,5 arasındadır (**Tablo 10**).

Tablo 9. Ankete yanıt veren firmaların ürünlerdeki geri dönüştürülebilir içerik oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Ürünlerindeki Geri Dönüştürülebilir İçerik Oranı (%)
Ahşap	90
Alçı	100
Boya	100
Gazbeton	100
Plastik	100
Prefabrik Yapı Elemanları	50
Seramik	100
Yapı Kimyasalları	30

Tablo 10. Ankete yanıt veren firmalar için Ar-Ge giderlerinin toplam ciroya oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Ar-Ge Giderlerinin Toplam Ciroya Oranı (%)
Boya	0,74
Çimento	0,04
Plastik	0,48
Prefabrik Yapı Elemanları	1,5
Seramik	0,9
Yalıtım Malzemeleri	1
Yapı Kimyasalları	20

Yukarıda verilen anket verilerine ek olarak, lisans ve üstü eğitim almış ve Ar-Ge personeli olma potansiyeli olan personel sayısının toplam personele oranı aşağıda **Tablo 11**'de sunulmuştur.

Tablo 11. Ankete yanıt veren firmalar için Ar-Ge personelinin toplam personele oranı (%)

Ürünler	Ankete Katılan Firmaların Ar-Ge Personelinin Toplam Personele Oranı (%)
Ahşap	1
Alçı	38
Boya	6
Gazbeton	3
Seramik	4
Plastik	1,5
Prefabrik Yapı Elemanları	3,5
Yalıtım Malzemeleri	7,5
Prefabrik Yapı Elemanları	4
Yapı Kimyasalları	18

4. İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Dekarbonizasyon Teknolojileri ve Yenilikçi Yaklaşımlar

2021 yılı küresel sera gazı emisyon tahminlerine göre inşaatlarda kullanılan malzemelerin üretimi kaynaklı eşdeğer CO₂ emisyonu 3,6 Gt seviyesinde olup bu değer toplam küresel emisyonun yaklaşık %10'una karşılık gelmektedir. Bununla birlikte binalardaki enerji verimliliği ile bağlantılı olarak bina işletiminden kaynaklı eşdeğer CO₂ emisyonu ise yaklaşık 10 Gt düzeyinde gerçekleşerek toplam emisyonların %27'sini oluşturmaktadır.¹ Buradan hareketle inşaat sektörünün iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında küresel dekarbonizasyon hedeflerine hem yapıları çevrenin sürdürülebilir hale geçişi hem de inşaat malzemeleri sanayisinin dönüşümü yönlerinden önemli katkılar sağlama potansiyeli olduğu açıkça görülmektedir.

İnşaat sektöründe bina stoku genelinde uygulanan malzeme verimliliği stratejileri ile büyük sera gazı emisyonları azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Yalnızca G7 ülkelerinde, geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı da dahil olmak üzere malzeme verimliliği stratejilerinin, konut binalarının malzeme döngüsündeki sera gazı emisyonlarını 2050 yılı itibarıyla %80'in üzerinde azaltma potansiyeli taşıdığı raporlanmıştır.² Bu potansiyelin hayata geçirilebilmesinde YDD yaklaşımının kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve çalışmalar hem malzeme üretimi hem de binaların işletimi kaynaklı emisyonlara eş zamanlı bir şekilde eğilmenin gerekliliğine işaret etmektedir. Bir taraftan malzemelerin daha verimli ve etkin kullanımları yoluyla daha uzun ömürlü ve düşük işletim emisyonlarına sahip yapı tasarımlarına odaklanılırken, diğer taraftan düşük-karbon ayak izli malzemelerin üretimi ve döngüsel üretim yaklaşımları da göz ardı edilmemelidir.

İnşaat sektörü kaynaklı sera gazı salımlarının azaltılması için uygulanan malzeme verimliliği stratejilerinde şu başlıklar öne çıkmaktadır: Binaların daha yoğun ve verimli kullanımı, kullanım ömrünün uzatılması, hafif tasarım, malzeme ikamesi, daha fazla geri kazanım, temiz enerji geçişi, üretim verimliliği artışı. Belirtilen stratejik yaklaşımlarla emisyonların yarıya yakınına azaltma potansiyeli bulunmakla birlikte bu düzey iklim hedefleri için halen yetersiz kalacaktır. Dolayısıyla sektörün hızlı ve iklim hedefleri için yeterli ölçüde dekarbonizasyonu sağlamak üzere inşaat malzemeleri sanayisinin dönüşümünün yanı sıra üretim proseslerinde temel değişikliklerin ve yüksek karbon azaltımlarının mümkün olmadığı durumlarda karbon denkleştirmeyi sağlayacak negatif emisyon teknolojilerine de ihtiyaç duyulacaktır.³

İnşaat malzemeleri sektöründe, sera gazı salımı başta olmak üzere tüm çevresel etkileri geleneksel malzemelere kıyasla azaltılmış, yenilikçi ve eko-verimli üretim süreçlerine ve malzemelere geçiş acil bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. Bu konuda dünyada ön plana çıkan araştırma ve yenilik yaklaşımları incelendiğinde eko-inovasyon kavramı dikkat çekmektedir. Eko-inovasyon "Çevre üzerindeki etkileri önemli ölçüde azaltırken aynı zamanda firma/üretici ve müşteri için değer yaratan yeni ürün ve süreç geliştirme" olarak tanımlanmaktadır. İnşaat sektörü özelinde ise eko-inovasyon, daha az kaynakla, yeni teknolojik tasarımlarla ve süreçlerdeki genel sistematik değişikliklerle daha yüksek işlevsellik elde etmenin yeni veya daha iyi yollarını bulmak olarak tanımlanabilir.⁴ Bu kapsamıyla eko-inovasyon yaklaşımının ve uygulamalarının hem yenilikçi malzeme tasarımı ve geliştirilmesi çalışmalarında hem de fabrika üretim süreçlerinin dönüşümünde temel çerçeve olarak benimsenmesinin isabetli olacağı değerlendirilmektedir.

İnşaat malzemeleri sanayisinin dekarbonizasyonunda öne çıkan teknolojiler ve yaklaşımlar aşağıda ham maddeler, alternatif enerji kaynakları, atık yönetimi, dijitalleşme ve negatif emisyon başlıkları

¹ UN, "2022 Global Status Report for Buildings and Construction" <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

² UN, "2022 Global Status Report for Buildings and Construction" <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

³ Zhong, X., Hu, M., Deetman, S., Steubing, B., Lin, H. X., Hernandez, G. A., & Behrens, P. (2021). Global greenhouse gas emissions from residential and commercial building materials and mitigation strategies to 2060. *Nature Communications*, 12(1), 6126. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-26212-z>

⁴ Hazarika, N., & Zhang, X. (2019). Factors that drive and sustain eco-innovation in the construction industry: The case of Hong Kong. *Journal of cleaner Production*, 238, 117816. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117816>

altında özetlenmiştir. Ayrıca enerji tüketimleri ile sera gazı emisyonlarının azaltımı açısından öne çıkan çimento, demir-çelik, alüminyum, plastik, cam ve seramik sektörleri özelinde CO₂ emisyonu azaltımına katkı sağlayacak teknolojiler ayrı bir başlık altında bilimsel literatür ve sahadaki gelişmeler ışığında özetlenmiştir.

4.1. Ham Maddeler

Sanayi sektöründe yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşılması, tedariki hem birincil hem de ikincil kaynaklardan çeşitlendirerek sürdürülebilir ham maddelere erişimi gerektirmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın ortaya koyduğu genel yaklaşım çerçevesinde AB Komisyonu tarafından geliştirilen ve zorunlu olmayıp gönüllülük esasına dayalı "AB Sürdürülebilir Ham Madde Prensipleri", çevresel, ekonomik ve sosyal performans açısından sürdürülebilir ham madde çıkarma ve işlemeye yönelik entegre bir yaklaşımı benimsemiştir. Toplam dokuz ayrı prensip arasında, bilgi tabanlı bilimsel yaklaşımlarla yapılacak yeşil mutabakat hedeflerini gözetken fizibiliteleri içeren çevre yönetimi; ham madde ocaklarının işletilmesinde çevresel etkilerin, insan sağlığı üzerindeki etkilerin, enerji tüketiminin ve sera gazı salımlarının minimize edilmesi; çıkarma ve işlemede dögüsel yaklaşımların benimsenmesi gibi prensipler yer almaktadır.¹

Üretim süreçlerinin girdileri arasında yer alan ham maddeler kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasında temel seçenekler, alternatif ham madde kullanımı (ikincil malzemelerin kullanımı dahil) veya CO₂'in bir ham madde olarak kullanımını içermektedir. Özellikle çelik, alüminyum ve plastik sektörlerinde ikincil üretim (geri dönüşüme/kazanıma dayalı) ön plana çıkmaktayken, petrokimya ve çimento endüstrilerinde ise önemli düzeyde alternatif ham madde kullanımı ve bu sayede CO₂ emisyon azaltımı potansiyeli bulunmaktadır.² İnşaat malzemeleri sanayisinin belirli alt sektörlerinde dekarbonizasyonla ilgili ham madde yaklaşımları aşağıda 4.6. başlığı altında literatür atıflarıyla birlikte listelenmiştir.

4.2. Alternatif Enerji Kaynakları

Sanayi sektörü 2021 yılında küresel enerji tüketiminin yaklaşık %38'ini (169 EJ) gerçekleştirmiş olup, 2000 yılında bu oranın %33 düzeyinde olduğu düşünüldüğünde enerji yoğun alt sanayi sektörlerindeki üretim artışı ve büyümenin yansıması açıkça görülmektedir. Öte yandan 2021 yılında küresel sanayi sektöründe gerçekleşen enerji tüketiminin yaklaşık %68 gibi büyük bir bölümü fosil yakıtlardan (kömür, doğal gaz, fuel oil) elde edilmiş (**Şekil 8**) ve bu da sanayi kaynaklı doğrudan CO₂ emisyonlarının artışında etkili olmuştur. Enerji yoğun alt sektörlerden birisi olarak inşaat malzemeleri sanayisinde çimento, demir-çelik ve alüminyum sektörleri, enerji tüketim yoğunluğu açısından öne çıkmakta ve küresel enerji tüketimin yaklaşık %4'ü inşaatlarda kullanılan bu malzemelerin üretiminde harcanmaktadır.³ Dolayısıyla inşaat malzemeleri sanayisinde fosil yakıt tüketimlerini azaltmaya yönelik alternatif enerji teknolojileriyle ilgili güncel gelişmeler aşağıda özetlenmiştir.

¹ EC, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, EU principles for sustainable raw materials, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/09707>

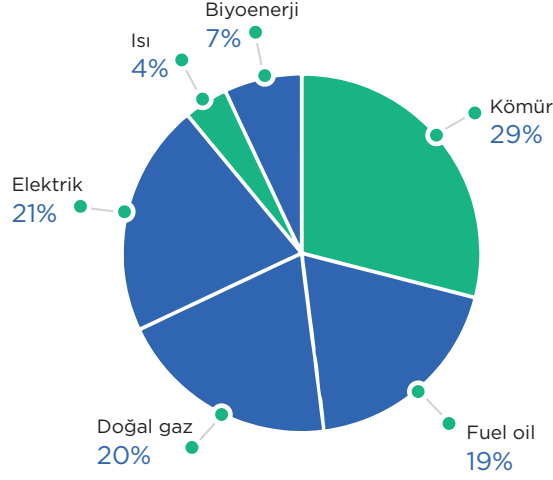
² Daehn, K., Basuhi, R., Gregory, J., Berlinger, M., Somjit, V., & Olivetti, E. A. (2022). Innovations to decarbonize materials industries. *Nature Reviews Materials*, 7(4), 275-294. <https://doi.org/10.1038/s41578-021-00376-y>

³ IEA, "Buildings" <https://www.iea.org/reports/buildings>

Doğa dostu adımlarımız yeşil bir geleceğe dönüşüyor.

#İyiBak Dünyana

Son 7 yıl içinde CO2 salım oranımızı %19 iyileştirerek, 7.317 ağaç dikimine eşdeğer miktarda 3.000 ton karbon emisyonunun doğaya salımını engelledik



Şekil 8. Küresel sanayi sektöründe kullanılan enerji kaynaklarının dağılımı¹

Son yıllarda uluslararası enerji piyasasında yaşanan kısıtlara karşın yenilenebilir ve alternatif kaynakların kullanımı her geçen gün artmakta ve önem kazanmaktadır. Ülkemizde yenilenebilir elektrik üretiminde hidroelektrik tamamen hakimken son on yılda diğer kaynaklar, özellikle rüzgar ve daha yakın zamanda güneş enerjisi kullanımı da hızla artmıştır. Hidroelektrik hala en büyük yenilenebilir elektrik kaynağı olmaya devam etmekte olup, 2019'da toplam elektrik üretiminin %29,2'sini oluşturmuştur. Elektrik üretiminin 2000 yılından bu yana neredeyse üç katına çıkmasıyla hidroelektrik için uzun vadeli eğilim artmakta ve daha fazla büyüme potansiyeli bulunmaktadır. Rüzgar enerjisi, %7,2'lik bir pay ile ikinci en büyük yenilenebilir elektrik kaynağıdır. Yenilenebilir elektriğin geri kalanı, toplam elektrik üretiminin sırasıyla %3,5 ve %2,9'unu oluşturan güneş fotovoltaikleri (PV) ve jeotermal enerjiden üretilirken, biyoenerji 2019'da %1,1'ini oluşturmuştur. Toplamda, yenilenebilir enerji kaynakları 2019'da ülkemizin toplam elektrik üretiminin %44'ünü sağlamıştır. Ülkemiz ile IEA (International Energy Agency) üyesi ülkeler arasında yapılan karşılaştırmada, ülkemizin hidroelektrikte yedinci en yüksek paya ve jeotermal enerjide en yüksek ikinci paya sahip olduğu, biyoenerjide ise en düşük üçüncü paya sahip olduğu görülmektedir. Bu verilerden de anlaşıldığı üzere yenilenebilir enerji kaynakları ülke politikalarında önemle üzerinde durulan başlıklardandır. Özellikle sanayi ve bina sektörlerinde enerji verimliliği projeleri için teşvikleri, piyasa mekanizmalarını ve finansmana erişimi önemli ölçüde güçlendirmeye yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi için uzun vadeli hedefler tanımlanmaktadır.²

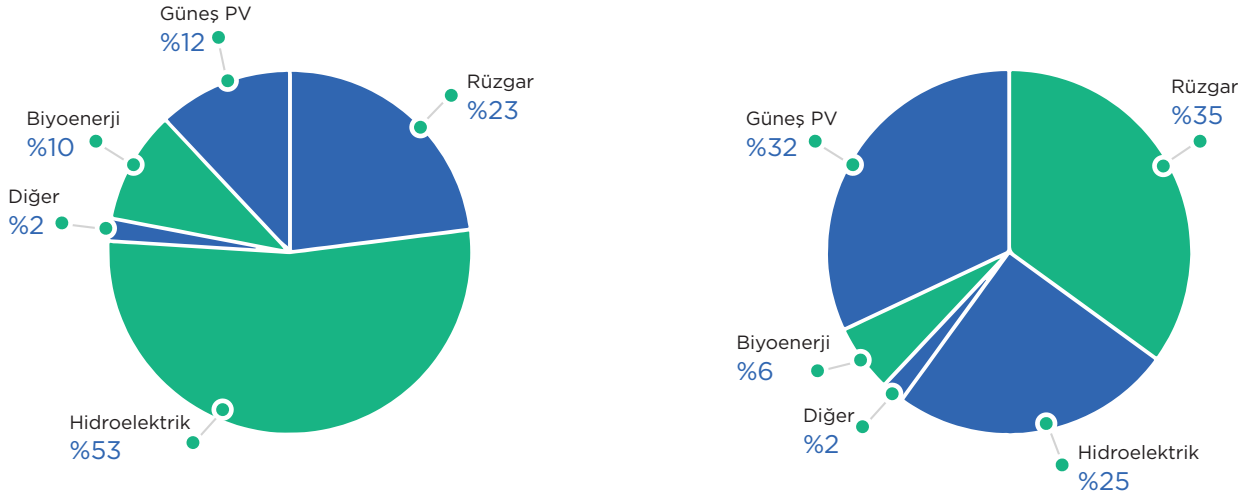
4.2.1. Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretimi

Küresel ölçekte yenilenebilir enerji kaynaklarıyla (güneş, rüzgar, hidroelektrik, biyoyakıtlar vd.) ilgili güncel gelişmelere bakıldığında, politika destekleri ve özellikle fotovoltaik güneş hücreleri ile rüzgar enerji santrali maliyetlerinde yaşanan düşüş sayesinde yenilenebilir enerji üretiminde son yıllarda hızlı bir artış yaşanmıştır. Elektrik sektörü, güneş fotovoltaikleri ve rüzgar enerjisindeki büyüme ile yenilenebilir enerji kaynakları için başlıca alan olmaya devam etmektedir. Küresel yenilenebilir enerji

¹ IEA, "Industry" <https://www.iea.org/reports/industry>

² IEA, "Turkey 2021, Energy Policy Review", <https://www.iea.org/reports/turkey-2021>

kapasitesinin 2022-2027 yılları arasındaki 5 yıllık sürede, geçmiş 20 yılda gerçekleşen artış kadar daha (2.400 GW) genişleyerek 2027 sonunda yaklaşık 4.800 GW düzeyine ulaşması öngörülmektedir. 2021 yılında küresel elektrik gücü üretiminde hidroelektrik %53'lük payla başı çekerken, Uluslararası Enerji Ajansı'nın net sıfır senaryosuna göre 2030 yılında elektrik üretiminde sırasıyla %35 ve %32 paylarla rüzgar ve güneş enerjisinin başta geleceği öngörülmektedir.¹ (Şekil 9).



Şekil 9. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde 2021 ve 2030 (net sıfır senaryosuna göre) yılları için kaynak payları¹

4.2.2. Yenilenebilir Kaynaklardan Isı Üretimi

Isıtma, küresel enerji tüketiminin yaklaşık yarısının kullanıldığı dünyanın en büyük enerji tüketim alanıdır. Endüstriyel süreçler, ısı için tüketilen enerjinin %53'ünden sorumluyken, %44'ü binalarda mekan ve su ısıtma ile daha az ölçüde yemek pişirme için kullanılmaktadır. Geri kalanı ise tarımda seraların ısıtılmasında harcanmaktadır. Isıtma sektöründe küresel ısı talebinin sadece dörtte biri yenilenebilir kaynaklardan karşılanmakta olup geri kalan büyük bölüm için fosil yakıtlar kullanılmaktadır.²

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ısının endüstriyel süreçlerde kullanımı endüstriyel ısıl işlemlerin (kurutma, kalsinasyon, pişirme vb.) elektrifikasyonunu gerektirmektedir. Enerji yoğun olmayan endüstrilerde ve kimyasal üretimde ısı pompalarına daha fazla bağımlılık ve doğrudan elektrik kullanımı ile elektrik ark ocakları kullanılarak atık çelik geri dönüşümünün yaygınlaşması, elektrik talebindeki artışın büyük bölümünü oluşturmaktadır.

Biyoenerji endüstriyel sektörler için önde gelen yenilenebilir ısı kaynağı konumunda olup bu durumun yakın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. Başlıca şeker ve etanol endüstrilerinde küspe kullanımı, gıda sektöründe biyokütle kullanımı, çimento sektöründe ise atık yakma uygulamalarının yaygınlaşması biyoenerji tüketimindeki artışın temel sebepleri olacaktır. Öte yandan, endüstriyel prosesler için güneş ısısının kullanımı (solar heat for industrial processes- SHIP) gelişime açık özel bir alan olarak hali hazırda küresel endüstriyel ısı tüketiminin sadece %0,02'sini oluşturmakta ve birkaç büyük ölçekli proje, kurulu kapasitenin büyük bölümünü oluşturmaktadır. SHIP teknolojisine olan ilgi son yıllarda giderek atmakta olup 2021 yılında dünya genelinde kurulan 71 yeni proje ile 826 MW ısıl kapasiteye ulaşılmıştır. Fransa, Çin ve İspanya'da kurulan tesisler 2021 yılındaki kapasite artışına katkı sağlamıştır. SHIP teknolojisinin uygulandığı başlıca sektörler madencilik, gıda ve tekstil olmakla

¹ IEA, "Renewables", <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>

² IEA, "Renewables 2022, Analysis and forecast to 2027", <https://www.iea.org/reports/renewables-2022>

birlikte, alüminyum sektöründe büyük ölçekli gelişmeler öngörülmektedir. Bir diğer hızlı gelişim alanı ise yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin endüstriyel uygulamalarda kullanımı olup, İspanya'daki uygulamaların bu konuda öne çıktığı bilinmektedir.¹

4.3. Atık Yönetimi ve Döngüsel Yaklaşım

4.3.1. Atıksu Yönetimi

Lif levha, yonga levha ve kontrplak gibi çeşitli ahşap malzemelerin, cam, seramik, beton, alüminyum ve çelik gibi inşaat malzemelerinin üretiminde ağırlıklı olarak enerji kullanımından kaynaklanan hava emisyonları çevresel performansı etkilese de farklı kompozisyonlara sahip atık su oluşumu da ön plana çıkmaktadır. İnşaat malzemeleri üretiminde oluşan atık sularının arıtımında temel hedef, suyun pH'sının deşarj limitlerini sağlamak üzere istenen düzeylere getirmek ve askıda katı madde giderimidir. Atık suyun arıtıldıktan sonra yeniden kullanım olanaklarının değerlendirilmesine bağlı olarak koagülant, flokülant veya korozyon inhibitörlerinin kullanımı ile ileri atık su arıtma prosesleri de gerekli olabilir. Örneğin, cam endüstrisi atık sularının arıtılmasında membran filtrasyonu gibi fiziksel atık su arıtma teknolojileri kullanılmakta olup üretim proseslerinde oluşan atık suyun, proseslerde yeniden kullanılmasına olanak sağlayan sıfır sıvı deşarjı (zero liquid discharge, ZLD) gibi yaklaşımlarının cam üretiminde uygulanması da uzun yıllardır araştırmalara konu olmaktadır.² Ancak atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılmasına olanak sağlayan ileri arıtma teknolojilerin uygulanması, özellikle düşük gelirli bölgelerde hem teknik hem de ekonomik açıdan her zaman mümkün olamamaktadır.

İnşaat sektöründe döküm öncesi agregaların, beton mikseri ve beton santralinin temizliğinde yılda yaklaşık bir trilyon metreküp ve yaklaşık 1 metreküp beton üretiminde yaklaşık 500 L su kullanılmaktadır.¹ Bu yüzden gelişmekte olan ve su krizinin belirgin şekilde yaşandığı ülkelerde atık suların beton yapımında ve kürelemede kullanılması, içme suyu kaynaklarının korunmasında önemli hale gelmektedir.

Önemli Tanım:

Sıfır sıvı atık deşarjı (ZLD): Endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj edilmeden geri kazanım ve yeniden kullanımını sağlayan stratejik bir atık su yönetim sistemidir. Bu atık su yönetimi yaklaşımında atık suyun deşarjı yerine geri kazanımının gerçekleştirilerek kapalı döngü olarak üretim proseslerinde yeniden kullanımı benimsenmektedir.

4.3.2. Katı Atık Yönetimi - Azaltım, Yeniden Kullanım, Geri Dönüşüm

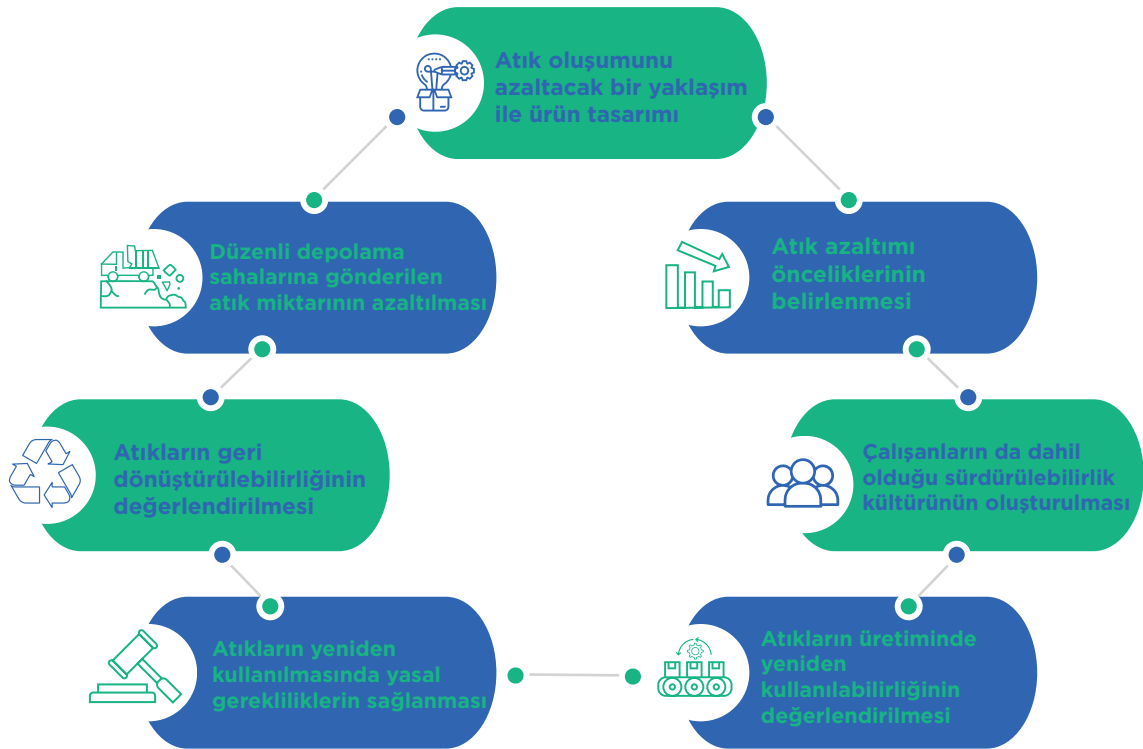
Geleneksel olarak kil, kum, taş, çakıl, çimento, tuğla, blok, kiremit, boya, ahşap ve çelik gibi malzemeler inşaat sektöründe başlıca yapı elemanları olarak kullanılmaktadır. Tüm bu malzemeler mevcut doğal kaynaklardan üretilmekte ve sürekli kullanımları nedeniyle potansiyel çevresel zararlar oluşturabilmektedir. Ayrıca inşaat malzemeleri üretiminde oluşan atıkların yönetiminde benimsenen atık oluşumunun azaltılması, geri kazanım ve yeniden kullanım yaklaşımları bu malzemelerin eko verimliliğini artırarak çevresel performansının iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Enerji tasarrufu ve kaynakların korunmasının önemi göz önüne alındığında, inşaat malzemelerinin üretim aşamalarında oluşan tüm katı atıkların verimli bir şekilde geri dönüştürülmesi, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir

¹ IEA, "Renewables 2022, Analysis and forecast to 2027", <https://www.iea.org/reports/renewables-2022>

² Abubakr, M., Abbas, A. T., Tomaz, I., Soliman, M. S., Luqman, M., & Hegab, H. (2020). Sustainable and smart manufacturing: an integrated approach. Sustainability, 12(6), 2280. <https://doi.org/10.3390/su12062280>

yönetim için daha yeni uygulamaların keşfedilmesi ve mevcut teknolojilerin kullanımının en üst düzeye çıkarılmasına yönelik kapsamlı Ar-Ge çalışmaları gerektiren küresel bir sorun haline gelmiştir. Hali hazırda inşaat malzemeleri endüstrisinde bir malzeme üretiminden kaynaklanan atık yan ürünler farklı bir malzeme üretiminde ham madde ikamesi sağlayan katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamanın en iyi bilinen örneği demir/çelik üretiminde oluşan yüksek fırın cürufunun çimento ikamesi sağlamak ve betonun mekanik özelliklerinin geliştirilmesi hedefi ile kullanımınıdır.¹

Endüstride atıkların yeniden kullanımının ötesinde dögüsel ve verimli malzeme kullanımının sağlanması için mevcut atık yönetimi uygulamalarının gözden geçirilmesi ve öncelikli olarak atık oluşumunun önlenmesini hedefleyen yaklaşımların araştırılması gerekmektedir. Burada en önemli basamaklardan biri atık oluşumunun önlenmesinde üretim proseslerinde uygulanabilecek yenilikçi yöntemlerin ve proses optimizasyonlarının değerlendirilmesidir. Bir atık yönetim planında uygulanabilecek adımlar **Şekil 10**'da verilmiştir.



Şekil 10. Üretimde atık oluşumunun azaltılması, yeniden kullanım ve geri dönüşümün artırılmasında izlenecek adımlar

¹ Kumar, S., Kumar, R., Bandopadhyay, A., Alex, T. C., Kumar, B. R., Das, S. K., & Mehrotra, S. P. (2008). Mechanical activation of granulated blast furnace slag and its effect on the properties and structure of portland slag cement. *Cement and Concrete Composites*, 30(8), 679-685. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2008.05.005>

4.4. İnşaat Malzemeleri Sanayisi için Döngüsel Yaklaşım Uygulama Örnekleri ve Öneriler

Konseptin ilk önerildiği 1970'lerden bu yana döngüsel ekonomi,¹ sürekli artan kaynak akışına odaklanan mevcut doğrusal ekonomi modelinin neden olduğu sorunlara potansiyel bir çözüm olarak küresel ölçekte giderek artan bir ilgi kazanmıştır. Kaynak tüketimi ve atık oluşumunun yüksek olduğu doğrusal ekonomiye karşı geliştirilmiş olan döngüsel ekonomi, kullanılan kaynakları her zaman en yüksek fayda ve değerde tutmayı amaçlayan, bu kaynakları mümkün olduğu kadar uzun sürede tutarak atık ve sistem risklerini en aza indirmek amacıyla her ölçekte etkili çalışabilen bir ekonomi modelidir.² Bu modelin önemli bir parçası olan endüstriyel simbiyoz, bir şirket veya sektörün yan ürünlerinin başka bir şirket veya sektörün ham madde veya girdisi olarak kullanımı ile kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına olanak sağlar.³ Bu model üç temel ilkeye dayanmaktadır:⁴

- Atık oluşumunu ve kirliliği önlemek
- Ürün ve malzemeleri en yüksek oranda kullanımda tutmak
- Doğanın yenilenmesini ve canlandırılmasını sağlamak

İnşaat sektörü, yüksek oranda kaynak tüketimi olan bir sektör olması nedeniyle döngüsel ekonomiye geçişte kritik bir rol oynamaktadır. İnşaat malzemeleri sanayisi için döngüsel ekonomiye geçişin temel amacı, değer zincirinin tüm aşamalarında kullanılan kaynakları ve malzemeleri korumak, yeniden kullanmak, yenilemek ve/veya geri dönüştürmek olacaktır. Böylece, inşaat malzemeleri sanayisinde döngüsel ekonomi uygulamaları ile sektörün çevresel etkilerinin azaltılmasına önemli katkı sağlanabilir. Aşağıda Türkiye'den ve Avrupa'dan bazı döngüsel ekonomi iyi uygulama örnekleri verilmiştir:

Şişecam - Aware Collection

Temel cam ürünleri (düzcam, cam ambalaj ve cam ev eşyası) ile birlikte camın temel ham maddeleri ve kimyasal üretimini yapan Şişecam, cam ev eşyası ürün grubunda Paşabahçe markası altında sunduğu %100 geri dönüştürülmüş ürünleri içeren "Aware Collection" koleksiyonunu geliştirmiştir. Şişecam, Recycled Claim Standard'a göre yapılan denetim sonucunda üçüncü taraf belgelendirme kuruluşları tarafından %100 geri dönüştürülmüş cam içeriği için sertifikası almıştır. Döngüsel ekonomiden beslenen ve çevre dostu olan Aware Collection ile daha önce en az bir kez kullanılmış camlar toplanıp geri dönüştürerek doğanın korunmasına katkıda bulunmaktadır. Bu koleksiyon;⁵

- Ergitme aşamasındaki doğal gaz tüketiminde %39, sera gazı emisyonunda ise %41 azaltım sağlamıştır.
- Yeni ham madde ihtiyacını minimize etmektedir.
- Endüstriyel atık miktarını minimize etmektedir.
- Karbon ayak izini azaltmaktadır.

¹ Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

² Ellen Macarthur Foundation, "Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition."
<https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

³ Oughton, C., Kurup, B., Anda, M., & Ho, G. (2022). Industrial Symbiosis to Circular Economy: What Does the Literature Reveal for a Successful Complex Industrial Area?. *Circular Economy and Sustainability*, 1-28.
<https://doi.org/10.1007/s43615-022-00153-1>

⁴ Ellen Macarthur Foundation, "What Is A Circular Economy?"
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>

⁵ Şişecam, 2021, "Sürdürülebilirlik Raporu"
<https://www.sisecam.com.tr/tr/Documents/Sustainability/Sisecam-2021-Surdurulebilirlik-Raporu.pdf>

Şişecam - "Cam Yeniden Cam" Projesi

Şişecam tarafından 2011 yılından buyana yürütülmekte olan "Cam Yeniden Cam" projesi ile geri dönüşüm konusunda toplumsal farkındalığı artırarak cam ambalaj atıklarının toplama altyapısının geliştirilmesi ve cam ambalaj atıklarının toplanarak işlendiği tesislerin modernize edilmesi hedeflenmiştir.¹ Proje kapsamında 250 binden fazla ilköğretim öğrencisine geri dönüşüm eğitimleri verilmiş, 20 binden fazla cam kumbarası belediyelerin kullanımına sunulmuş ve geri dönüşümü sağlanan yaklaşık 2 milyon ton cam atığı ile 562.239 otomobilin 10 bin kilometre boyunca trafikten çekilmesine eşdeğer sera gazı emisyonu ile 65.595 konutun bir yıllık ısınma ve sıcak su ihtiyacını karşılayacak kadar enerji tasarrufu sağlanmıştır.

FISSAC Projesi

Türkiye'nin aralarında olduğu 9 ülkeden 26 ortaklıktan oluşan konsorsiyum tarafından yürütülen FISSAC projesi ile sektörler arası sanayi atıkları veya yan ürünlerinin yapı malzemeleri üretiminde (çimento, beton, seramik, vb.) alternatif ham madde olarak değerlendirilmesi sağlanacaktır. Avrupa Birliği'nin H2020 araştırma ve yenilik programı tarafından desteklenen proje, endüstriyel ağları destekleyebilecek ve hem yerel hem bölgesel alanlarda pilot uygulamaların çoğaltılabilmesine katkı verecek inşaat sektöründeki yapım ve yıkım aşamalarının her seviyesindeki paydaşları ve bu bilgi paylaşımını kolaylaştıracak bir metodoloji ve yazılım platformu geliştirmeyi kapsamaktadır. Bu projede sürdürülebilirlik üç boyutu (çevresel, ekonomik ve sosyal) ele alınarak oluşturulan modelin diğer bölgelerde de uygulanabilir olması hedeflenmiştir.

Projenin en önemli çıktılarından biri olan YDD ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) temelli FISSAC yazılım platformu ile hem çevresel etkileri azaltan bir atık kullanım metodolojisi, hem de hangi atıkların nereden temin edilebileceği ile ilgili olarak bir endüstriyel simbiyoz modeli geliştirilecektir. Bu yazılım, malzemenin enerji akışının değerlendirmekle beraber incelenen akışların çevresel etkilerini ve maliyetini değerlendirmek için kullanılacaktır. Bununla birlikte, proje kapsamında yaşam döngüsü yaklaşımı kullanılarak çevreci ve yenilikçi yapı malzemelerinin (eko-çimento, yeşil beton, seramik karolar, kauçuk-ağaç ve plastik kompozitler) tasarlanıp üretilmesinden ve gerçekleştirilecek vaka analizleri ile gerçek ölçekte uygulama ve teknik performanslarının belirlenmesinden elde edilecek verilerin sektörlerle paylaşılması önem arz etmektedir.²

Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu

Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, SKD Türkiye ve EBRD ortaklığında döngüsel ekonomi konusunda farkındalık yaratmak üzere 2016 yılında ortaya çıkan ve "Türkiye Materials Marketplace" (TMM) ile yolculuğu başlayan, döngüsel ekonomi kavramının etrafında bir ekosistem yaratma hedefinde olan bir platformdur. TMM, bir endüstriden çıkan malzemelerin başka bir endüstride girdi olarak kullanılmasını amaçlayan; açık, dijital bir pazaryeri olup, döngüsel ekonomiye önemli katkı sağlamayı hedeflemektedir. Platform sunduğu araçlarla sektör temsilcilerine teorik ve pratik öğrenimlerden faydalanmak, iş süreçlerinde döngüsel ekonomiyi kullanmak, ihtiyaç olan danışmanlık

¹ Şişecam "Cam Yeniden Cam" Projesi, <https://sustainability.sisecam.com/tr/projeler/detay/cam-yeniden-cam-kurumsal-sosyal-sorumluluk-projesi-3>

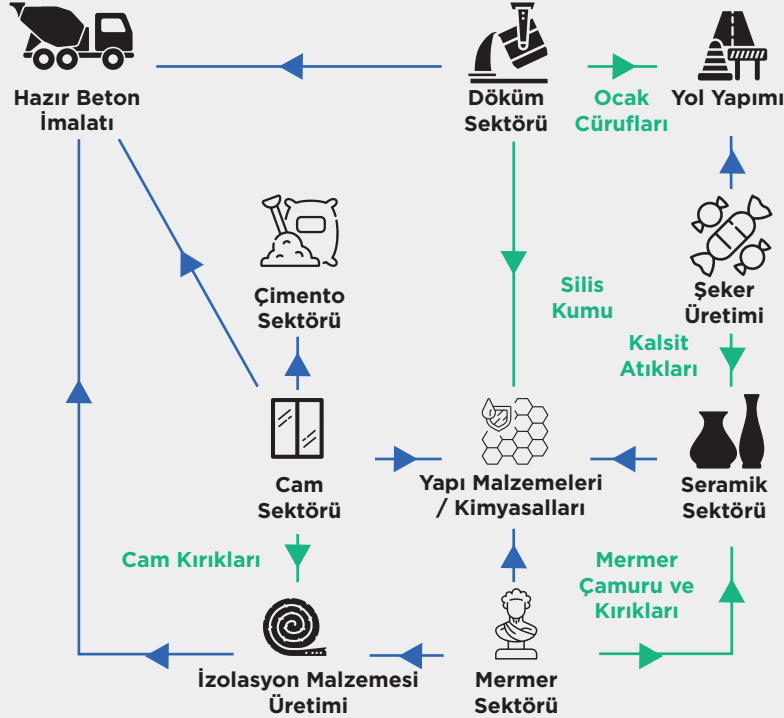
² FISSAC, "Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain" <http://fissacproject.eu/tr/>

hizmeti ve finansal fırsatları sunmak için bilgi paylaşımı, projeler oluşturma ve ortaklaşa çalışma hedefiyle çalışmalarını sürdürmektedir.¹

Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi

Bursa Eskişehir Bilecik Kalkınma Ajansı (BEBKA) tarafından yürütülen projenin temel amacı Eskişehir’de faaliyet gösteren firmaların fayda sağlayabileceği iş birliği potansiyellerinin araştırılması ve hayata geçirilmesi halinde bölgeye sağlayacağı çevresel ve ekonomik kazanımların ortaya konulmasıdır. Bu proje ile Eskişehir’de faaliyet gösteren firmaların çeşitli iş birliği imkânlarını değerlendirerek ve ortaklıklar kurarak çevresel etkilerini (kaynak kullanımı, atık üretimi, karbon salımı vb.) azaltmalarına ve rekabet avantajı sağlamalarına olanak sağlayacak endüstriyel simbiyoz fırsatları belirlenmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilen analizler sonucunda öne çıkan 24 sektör belirlenerek toplam 464 potansiyel endüstriyel simbiyoz olanağı ve 112 farklı atık türünün değerlendirilme potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir. Sektörler belirlenirken ürettiği atık miktarı, çalışan sayısı, elektrik, doğal gaz ve su tüketimleri gibi kriterler değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen çalıştay, saha ve anket çalışmaları neticesinde 5 öncelikli endüstriyel simbiyoz olanağına yönelik fizibilite konsept notları hazırlanmıştır (**Şekil 11**):

- Cam kırığı atıklarının cam yünü üretiminde kullanılması
- Mermer çamuru ve kırıklarının seramik sektöründe ve yapı kimyasalları üretiminde kullanımı
- Şeker üretimi sonucu oluşan kalsit atıklarından seramik ürün imalatı
- Döküm sektöründen kaynaklanan atık silis kumundan yapı malzemeleri üretimi
- Dökümhane ocak cüruflarının yol yapımında kullanımı



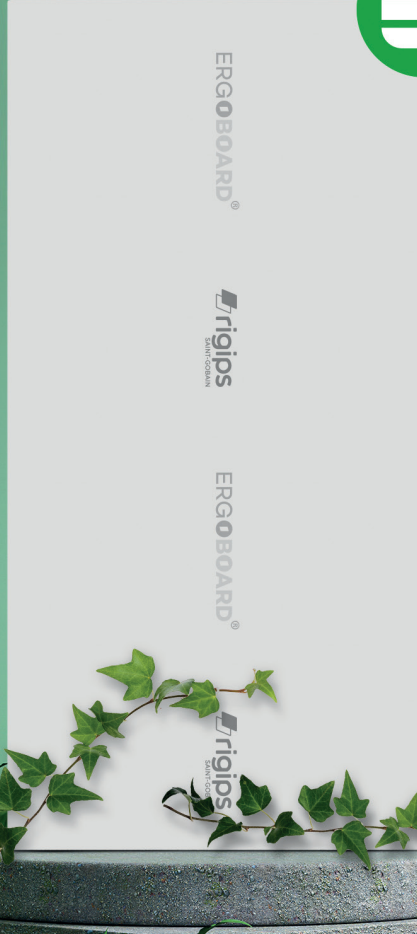
Şekil 11. Eskişehir Potansiyel Endüstriyel Simbiyoz Ağı

¹ Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, "Döngüsel Ekonomi Platformu"
<https://donguseleekonomiplatformu.com/hakkimizda.html>

ÇEVRE DOSTU BİNA PROJELERİNE UZMAN ÇÖZÜM ERGOBOARD®

Çevreye duyarlı ürün Ergoboard®, çekirdek yapısı güçlendirilmiş,
düşük CO₂ emisyonlu yeni nesil alçı levhadır.

ERGONOMİK, EKONOMİK ve EKOLOJİK
avantajlar sunar.



Proje sonunda yukarıda belirtilen endüstriyel simbiyoz olanaklarının uygulanarak hayata geçirilmesi durumunda ham madde tasarrufu ve depolamaya giden atıkların azaltılması gibi çevresel faydaların yanı sıra üretim ve taşıma maliyetlerinde öngörülen azalma ile firmaların rekabet güçlerine de oldukça olumlu etki etmesi beklenmektedir.

Yapılan analizler ve hesaplamalar göstermektedir ki bölge için örnek teşkil edebilecek bu beş endüstriyel simbiyoz olanağı ile yılda 87.870 ton atığın bertarafının önüne geçilerek aynı miktarda ham maddeden tasarruf sağlanabilecektir. Ayrıca, gerçekleştirilecek bu uygulamaların ilgili firmalarda üretim maliyetlerini yıllık toplam 2.150.000 TL seviyelerinde azaltması beklenmektedir. Bununla birlikte, atık taşıma maliyetlerinin ise 1.439.000 TL tutarında düşmesi ile firmaların toplamda yıllık 3.589.000 TL mertebelerinde maliyet tasarrufu sağlayacağı öngörülmüştür. Toplamda 530.000 TL'lik yatırım ile gerçekleştirilebilecek bu uygulamaların 1 yıldan kısa sürede kendisini geri ödeyecek olması, ilgili yatırımların ekonomik olarak oldukça cazip olduğuna işaret etmektedir.¹

ICEBERG Projesi

Türkiye'nin aralarında olduğu 10 ülkeden 35 ortak tarafından oluşturulan konsorsiyum tarafından yürütülen AB H2020 ile fonlanan 15.667.498 Euro bütçeli ICEBERG projesinin temel amacı, tüm dögüsel değer zinciri boyunca ikincil yapı ham maddelerinin geri kazanımı için yeni, uygun maliyetli dögüsel akıllı çözümler geliştirmektir. Bu proje ile ahşap, beton, agrega, alçı levha, cam, polimerik yalıtım köpükleri ve inorganik süper yalıtım malzemelerinin dögüsellliğini kapsayan yüksek saflıkta ikincil ham maddelerin (>%92 ağırlıkça) üretimi için ileri teknolojiler tasarlanması, geliştirilmesi ve doğrulanması amaçlanmaktadır. Bu proje kapsamında, Avrupa'nın yapıli çevresinin ağırlıkça %85'inden fazlasını oluşturan yapı malzemelerini kapsayan 6 pilot vaka çalışması gerçekleştirilecek, bunlardan 1 pilot vaka çalışması Türkiye'deki 4 ortak tarafından yapılacaktır. ICEBERG ayrıca paydaş topluluklar (yerel yönetimler, profesyoneller, öğrenciler ve son kullanıcılar) arasında bina dögüsellığı farkındalığının artırılmasına da katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Mayıs 2020'de başlayan proje kapsamındaki faaliyetler aşağıdaki iş paketlerine ayrılmıştır²:

- Endüstri öncesi ölçekte araçların, teknolojilerin ve ürünlerin optimizasyonu
- Entegre dairesel ICEBERG çözümlerinin gerçek çalışma koşulları altında gösterimi
- Pazarda tutunma için hazırlık

4.5. Karbon Yakalama, Kullanım ve Depolama Teknolojileri

Karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojileri (carbon capture, utilization and storage - CCUS) birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtları veya biyokütle yakan enerji santralleri ve endüstriyel tesisler gibi büyük noktasal kaynaklardan CO₂'i yakalama sürecini ifade eder. CO₂'i doğrudan atmosferden yakalama olanağı da bulunmaktadır. Yakalanan CO₂ yerinde kullanılmıyor ise ya sıkıştırılarak çeşitli uygulamalarda kullanılmak üzere boru hattı, gemi, demiryolu veya kamyonla taşınır ya da derin jeolojik oluşumlara (tükenmiş petrol ve gaz rezervuarları veya tuzlu akiferler gibi) enjekte edilerek kalıcı olarak depolanır. CO₂ biyo-bazlı süreçlerden veya doğrudan atmosferden alındığında,

¹ Kalkınma Kütüphanesi, 2020, "Eskişehir Endüstriyel Simbiyoz Projesi Raporu"
<https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/eskisehir-endustriyel-simbiyoz-projesi-raporu/1409>
² EU CORDIS, "ICEBERG Project Description"
<https://cordis.europa.eu/project/id/869336>

CCUS teknolojileri “negatif emisyonlar” olarak bilinen karbon giderme için de temel oluştururlar. Dünyada yakıtların dönüştürülmesi ve elektrik üretimi de dahil olmak üzere çeşitli endüstriyel işlemler için CCUS kullanan yaklaşık 35 ticari tesis bulunduğu ve bunların 2021 yılında 44 mt CO₂ yakaladıkları bilinmektedir. CCUS'nin yaygınlaşma hızı son yıllarda artmakta olup çeşitli aşamalardaki 300 civarında projenin devam etmekte olduğu ve 2030 yılı itibariyle yıllık yakalama kapasitesinin 220 mt CO₂'yi aşacağı öngörülmektedir. Ancak bu iyimser durum dahi, CCUS kapasitesinin Net Sıfır Senaryosu'nun gerektirdiği yaklaşık 1.300 mt CO₂ yakalama hedefinin oldukça altında kalmaktadır.¹

İşletilmekte olan CCUS tesislerinin uygulandıkları alanlara bakıldığında, doğal gaz işleme tesisleri toplam yakalama kapasitesinin %65'ini oluşturmakta ve en düşük maliyetli karbon yakalama uygulaması niteliği taşımaktadır. İşletilen tesislerde endüstriyel tesislerden karbon yakalama uygulamaları ise toplam kapasitenin %13'ünü oluşturmaktadır. Devam eden projeler tamamlandığında 2030 yılı itibariyle hidrojen üretim tesislerinden 70 mt CO₂, elektrik üretim tesislerinden 70 mt CO₂ ve çimento, çelik ile kimya sektörünü kapsayan endüstriyel tesislerden ise 20 mt CO₂ yakalanacağı öngörülmektedir. “Doğrudan havadan yakalama ve depolama-direct air capture (DAC)”² ve “karbon yakalama ve depolama ile biyoenerji-bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)”³ karbon giderimi için ana teknolojiler olarak öne çıkmaktadır. Dünya genelinde en düşük maliyetli BECCS uygulama alanı olarak 40 biyoetanol tesisi ile 15 biyokütle ve atık yakma yoluyla ısı ve elektrik üretim tesisi karbon yakalama planlarını duyurmuş olup bunların 2030 yılı itibariyle 15 mt CO₂ yakalıyor olacakları tahmin edilmektedir. Dünyadaki ilk megaton ölçekli DAC tesisinin ise 2024 yılında ABD’de işleme girmesi beklenmektedir.⁴

4.6. Belirli İnşaat Malzemeleri İçin Dekarbonizasyonda Öne Çıkan Teknolojiler

Rehberin bu bölümünde inşaat malzemeleri sanayisinde üretilen ve enerji tüketimleri ile sera gazı emisyonlarının azaltımı açısından öne çıkan çimento, demir-çelik, alüminyum, plastik, cam ve seramik sektörlerinde emisyon azaltımı, net-sıfır emisyon ve yeşil büyüme hedeflerine ulaşmaya katkı sağlayacak teknolojiler ile Ar-Ge ve yenilik konuları bilimsel literatür ve sahadaki gelişmeler ışığında özetlenmiştir.

4.6.1. Çimento ve Beton

Çimento ve beton başta olmak üzere çimento esaslı malzemelerin üretiminden kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler genel olarak alternatif enerji kaynakları ve enerji verimliliği, alternatif ham maddeler, proses iyileştirmeleri ve atık yönetimi alanları altında gruplanabilmektedir.^{4,5} Bu grupların her biri için öne çıkan ve dikkate alınması önerilen alt yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 12**'de özetlenmiştir.

¹ IEA, “Direct air capture” <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture>

² IEA, “Bioenergy with carbon capture and storage” <https://www.iea.org/reports/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>

³ IEA, 2022, “Carbon capture, utilization and storage 2” <https://www.iea.org/reports/carbon-capture-utilisation-and-storage-2>

⁴ IEA, 2018, “Technology Roadmap - Low-Carbon Transition in the Cement Industry” <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-low-carbon-transition-in-the-cement-industry>

⁵ TÜBİTAK, “2022-2023 Ar-Ge ve Yenilik Konu Başlıkları SAYEM 2023” https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/21566/sayem-yesil-Ar-Ge_ve_yenilik_konu_basliklari-v6.pdf

Tablo 12. Çimento ve çimento esaslı malzemeler sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Alternatif enerji kaynakları ve enerji verimliliği	<ul style="list-style-type: none"> Güneş ve rüzgar enerjisi ile biyokütle ve atık niteliğindeki alternatif yakıtların kullanımı Yüksek sıcaklıklı güneş reaktörlerinin ham madde kalsinasyonunda kullanımı¹ Ham madde kalsinasyonunda elektrik enerjisi kullanımı² Tesis içi taşıma ve nakliyelerde elektrikli araç ve iş makinelerinin kullanımı Enerji-verimli yenilikçi öğütme teknolojileri
Alternatif ham maddeler ve mineral ve kimyasal katkı malzemeleri	<ul style="list-style-type: none"> Karbondan arındırılmış ham madde kullanımı Endüstriyel atıkların ve inşaat yıkıntı atıklarının dögüsel ekonomi kapsamında kullanıma uygun getirilmesi ve sonrasında üretimde kullanımı Bilinen mineral katkı malzemelerinin yüksek oranlarda kullanımına yönelik teknolojiler ve bunu mümkün kılacak yenilikçi kimyasal katkı malzemelerinin (öğütme kolaylaştırıcı, akışkanlaştırıcı vb.) kullanımı Çimento veya beton karışımlarında kalsine kil ve kireç taşı tozunun birlikte kullanımı Çimento esaslı malzemelerin servis ömrünü artırıcı özel ürün tasarımları
Proses iyileştirmeleri	<ul style="list-style-type: none"> Yüksek verimli atık ısı geri kazanım sistemleri Dijital dönüşüm kapsamında yapay zeka tabanlı analiz, optimizasyon ve karar destek sistemleri içeren otonom üretim süreçleri³ Alternatif ve yenilikçi öğütme prosesleri
Emisyon ve atık yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> Üretim sırasında çıkan filtrelerde tutulan tozların üretimde yeniden kullanımı Çimento üretiminde ortaya çıkan karbon dioksit için karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojileri⁴ Betonun kullanımı sırasında karbonatlaşma yoluyla karbon yakalama Beton karışımlarında CO₂ ile kür teknolojisi

¹ Solpart, <https://www.solpart-project.eu/>

² Cementsa, "CemZero" https://www.cementsa.se/sites/default/files/assets/document/65/de/final_cemzero_2018_public_version_2.0.pdf.pdf

³ Precress IQ, <https://processiq.com.au/>

⁴ Türkçimento, "Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama" https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/karbon_yakalama_ve_depolama.pdf

4.6.2. Demir-çelik

Demir-çelik üretimi kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler genel olarak fırın ve proseste yenilikçi yaklaşımlar, doğrudan indirgeme ve diğer alternatif üretim süreçleri, üretimde enerji verimliliği ve atık yönetimi alanları altında gruplanabilmektedir. Bu grupların her biri için öne çıkan ve dikkate alınması önerilen alt yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 13**'te özetlenmiştir.¹

Tablo 13. Demir-çelik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Fırın ve proseste yenilikçi yaklaşımlar	<ul style="list-style-type: none">• Biyokömür (peletlenmiş biyokütle) kullanımı• Düşük emisyonlu ve verimli kömür harmanlarının kullanımı• Fırın verimliliğinin artırılması amaçlı yenilikçi brülör ve ateşleme sistemlerinin kullanımı• Sinterleme prosesinde kok gazı veya hidrojen kullanımı• Atık plastik, toz hale getirilmiş kömür, karbon kompozit aglomeratlar gibi alternatif girdilerin kullanımı• Haddeleme prosesinde yenilikçi tekniklerin kullanımı (Normalize haddeleme, ferritik haddeleme, termomekanik haddeleme vb.)• Hurdadan çelik üretiminde dolomit ve kireçtaşı yerine daha düşük karbon emisyonlu alternatif cüruf yapıcılarının kullanımı• Ürün korozyon direncini artırıcı kimyasal kaplama teknolojileri
Doğrudan indirgeme ve diğer alternatif üretim süreçleri	<ul style="list-style-type: none">• Görece düşük karbon emisyonlu doğrudan indirgeme süreçlerinin kullanımı• İndirgeyici ergitme süreçlerinin geliştirilmesi ve kullanımı• Yakıt olarak hidrojen veya doğal gazın kullanılabilirdiği süreçlerin geliştirilmesi ve kullanımı• Plazma teknolojisi ile cevherden doğrudan çelik üretimi
Üretimde enerji verimliliği ve atık yönetimi	<ul style="list-style-type: none">• Üretim proseslerinin dijital dönüşümü ve optimizasyonu yoluyla enerji verimliliği uygulamaları• Tesis atık gazlarının ve atık ısının geri kazanımına yönelik teknolojiler• Proseslerden çıkan fitre ve baca tozlarının döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirilmesi veya geri kazanımı• Hurdadan çelik üretiminde elektrik ark fırın tozlarından çinko kazanım teknolojileri• Eklemeli imalat tekniklerinin (3D üretim) döküm süreçlerinde kullanımı• Döküm kumlarının rejenarasyonuna yönelik sistemlerin gelişimi ve kullanımı• Kullanılmış döküm kumlarının döngüsel ekonomi kapsamında diğer sektörlerde kullanımı

¹ TÜBİTAK, "2022-2023 Ar-Ge ve Yenilik Konu Başlıkları SAYEM 2023"
https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/21566/sayem-yesil-Ar-Ge_ve_yenilik_konu_basliklari-v6.pdf

4.6.3. Alüminyum

Alüminyum sektörü kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler genel olarak enerji verimliliği ve proses iyileştirmeleri, ikincil alüminyum üretiminde hurda ayıklama ve hazırlama ile atık yönetimi alanları altında gruplanabilmektedir. Bu grupların her biri için öne çıkan ve dikkate alınması önerilen alt yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 14**'te özetlenmiştir.¹

Tablo 14. Alüminyum sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Enerji verimliliği ve proses iyileştirmeleri	<ul style="list-style-type: none">Enerji verimli alternatif ham maddelerin (diasporit boksit, alunit, kil vb.) kullanımıAlumina üretiminde yan ürünlerin (lityum, galyum vb.) elde edilmesine yönelik teknolojilerElektroliz süreçlerinde iner anot ve ısıtılabilir katot kullanımıİkincil alüminyum üretiminde ergitme verimi yüksek yenilikçi fırın teknolojileriÜretim süreçlerinde dijital dönüşüm yoluyla optimizasyon
İkincil alüminyum üretiminde hurda ayıklama ve hazırlama	<ul style="list-style-type: none">Alaşım özelinde hurda ayırma teknolojileri (sensör ve x-ışını tabanlı sistemler)Isıl hurda hazırlama yöntemlerinin kullanımı
Atık yönetimi	<ul style="list-style-type: none">Tesislerde ortaya çıkan yan ürün ve atıkların değerlendirilmesiAtık ısının ve suyun geri kazanımına yönelik teknolojilerin kullanımı

¹ TÜBİTAK, "2022-2023 Ar-Ge ve Yenilik Konu Başlıkları SAYEM 2023"
https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/21566/sayem-yesil-Ar-Ge_ve_yenilik_konu_basliklari-v6.pdf

4.6.4. Plastik

Plastik sektörü kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler, genel olarak yenilikçi geri dönüşüm süreçleri, proses enerji verimliliği, polimer işleme makinalarının verimliliği, biyobazlı malzemeler alanları altında gruplanabilmektedir. Bu grupların her biri için öne çıkan ve dikkate alınması önerilen yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 15**'te özetlenmiştir.

Tablo 15. Plastik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Yenilikçi geri dönüşüm süreçleri	<ul style="list-style-type: none">• Ham madde tasnif sürecinden gelişmiş dedektör ve separatör kullanımı• Dekontaminasyon sistemleri• Kimyasal ve biyolojik geri dönüşümde gazlaştırma, piroliz, çözücü esaslı saflaştırma, hidrotermal süreçler, depolimerizasyon ve enzimatik geri kazanım teknolojilerinin kullanımı• Ön kurutmaya ihtiyaç duymadan yüksek miktarda vakumla nem alma sistemlerinin kullanımı
Proses enerji verimliliği	<ul style="list-style-type: none">• Ham madde kurutma sürecinde enerji verimliliği teknolojileri• Ham madde ısıtma ve soğutma sürecinde enerji verimliliği teknolojileri
Polimer işleme makinalarının verimliliği	<ul style="list-style-type: none">• Enjeksiyon, ekstrüzyon, şişirme, rotasyon ve basınçlı kalıplamada kullanılan makinaların verimliliğini artırıcı teknolojiler
Biyobazlı malzemeler	<ul style="list-style-type: none">• Mikroorganizma temelli biyobazlı malzeme üretimi• Biyobazlı malzeme üretiminde gıda dışı kaynakların kullanımı• Biyobazlı malzemelerin geri kazanımına yönelik toplama, ayrıştırma ve kompostlama süreçlerinin iyileştirilmesi• Biyobazlı malzemelere özgü geri dönüşüm süreçlerinin geliştirilmesi ve kullanımı

4.6.5. Cam

Cam sektörünün inşaat malzemeleri alanına giren düz cam üretiminde karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler yakıt ikamesi, atık ısının değerlendirilmesi ve proses iyileştirme alanları altında gruplanabilmektedir.¹ Bu grupların her biri için öne çıkan yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 16**'da özetlenmiştir.

Tablo 16. Cam sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler¹

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Yakıt ikamesi	<ul style="list-style-type: none">• Yeşil hidrojen kullanımı• Yüksek elektrik boost kullanımı (yeşil elektrik)• Elektrikle ergitme (batık elektrotlar)• Hibrit yakıtlı fırınlar (elektrik, hidrojen, vd.)
Atık ısı geri kazanımı	<ul style="list-style-type: none">• Atık ısının ham madde harmanı ve cam kırığı karışımının ön ısıtılmasında kullanımı• Atık ısının yakıt ve oksijenin ön ısıtılmasında kullanımı• Atık ısının elektrik üretiminde kullanımı• Termokimyasal ısı geri kazanımı (halen gelişmekte olan teknoloji)
Proses iyileştirme	<ul style="list-style-type: none">• Ergimeyi kolaylaştırıcı kimyasal kullanımı• Seçici harmanlama• Harman peletleme• Dijitalleşme ve ileri proses kontrolü• CO₂ yakalama ve ayrıştırma sistemleri

4.6.6. Seramik

Seramik sektörü kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması konusunda üzerinde durulan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler genel olarak alternatif ham maddeler, proses iyileştirme ve geri dönüşüm alanları altında gruplanabilmektedir.² Bu grupların her biri için öne çıkan yaklaşım ve teknolojiler **Tablo 17**'de özetlenmiştir.

Tablo 17. Seramik sektörü için yeşil dönüşümde öne çıkan yenilikçi yaklaşım ve teknolojiler²

Alan	Yenilikçi Yaklaşım ve Teknolojiler
Ham madde ve proses iyileştirme	<ul style="list-style-type: none">• Düşük termal kütleyle sahip ham madde kullanımı• Yenilikçi seramik formülasyonları (gözenek oluşturucu malzeme ilavesi vb.)• Doğal gazdan biogaz veya biometana geçiş• Elektrifikasyon (kızılötesi kurutma, mikrodalga kurutma ve elektrikli pişirme)• Vakumlu kurutma• Hibrit fırın teknolojileri• Fırın atık ısısının kurutmada kullanımı• Havasız kurutma teknolojisi• Hızlı pişirme tekniği• Düşük termal kütleli fırın arabaları ve fırın için teçhizatları• Fırın egzoz gazlarının anlık izlenmesi yoluyla yanma verimliliği optimizasyonu
Geri dönüşüm ve dögüsel ekonomi yaklaşımları	<ul style="list-style-type: none">• Tesis içi seramik atıklarının geri dönüşümü• Diğer endüstrilerden yan-ürünlerin değerlendirilmesi (kağıt endüstrisi çamuru vb.)• Tesis atıklarının farklı endüstrilerde değerlendirilmesi (yapay hafif agrega üretimi, çimento ve beton endüstrisinde ikame malzeme olarak vb.)

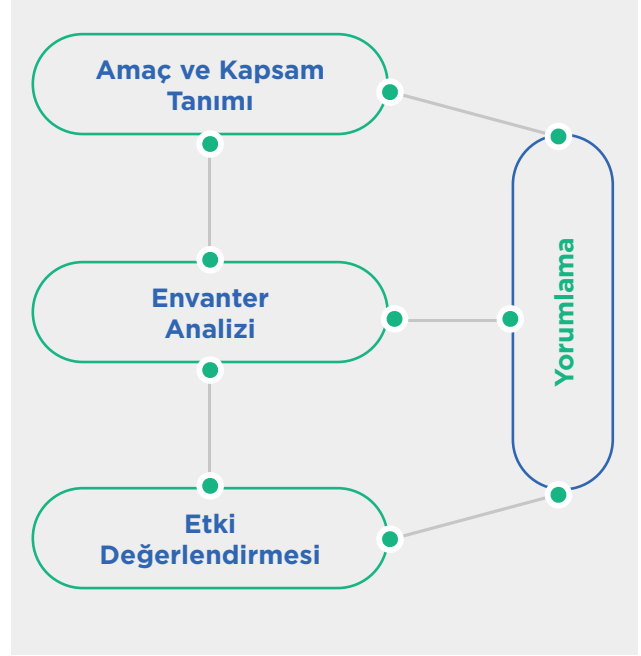
¹ Zier, M., Stenzel, P., Kotzur, L., & Stolten, D. (2021). A review of decarbonization options for the glass industry. *Energy Conversion and Management*: X, 10, 100083. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100083>

² Del Rio, D. D. F., Sovacool, B. K., Foley, A. M., Griffiths, S., Bazilian, M., Kim, J., & Rooney, D. (2022). Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 157, 112081. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112081>

5. Sürdürülebilir Ürün Geliştirmede Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

5.1. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Son yıllarda artan küresel çevre sorunları, bireylerin ve şirketlerin geleneksel performans parametrelerinin yanı sıra çevresel performans parametrelerini de karar verme süreçlerinde dikkate almaları gereken önemli faktörler haline getirmiştir. 1990'ların başında, ilk olarak Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğu (SETAC) tarafından bir ürün, süreç veya faaliyetle ilişkili kaynak tüketimini ve çevresel yükleri azaltmak için geliştirilen YDD, günümüzde ise ürün geliştirme, pazarlama, performans iyileştirme, stratejik planlama ve birçok karar verme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Uluslararası standartlaştırılmış bir metodoloji olan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD), ürün, süreç veya hizmetlerin tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir araçtır.¹ TS EN ISO 14040² /44³ standartlarına göre YDD dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; amaç ve kapsam tanımı, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama aşamalarıdır (**Şekil 12**).



Şekil 12. YDD Aşamaları²

5.1.1. Amaç ve Kapsam Tanımı

YDD'nin ilk aşaması olan amaç ve kapsam tanımı, ürün, süreç veya hizmetlerin yaşam döngüsünün hangi safhalarının ele alınacağını ve değerlendirmenin hangi amaca hizmet edeceğini tanımladığı aşamadır. Bu aşamada, amaç ve kapsam ile birlikte fonksiyonel birimi ve sistem sınırları net ve açık bir şekilde belirlenir. Fonksiyonel birim, YDD sonuçlarının karşılaştırılabilirliğini sağlamak için ürünlerin tanımlanan fonksiyonlarının sayısını belirterek bir referans sağlama amacı için kullanılmaktadır. Sistem sınırları ise çalışma kapsamına dahil edilecek birim süreçleri tanımlar ve YDD çalışmasının amacına göre belirlenir.¹

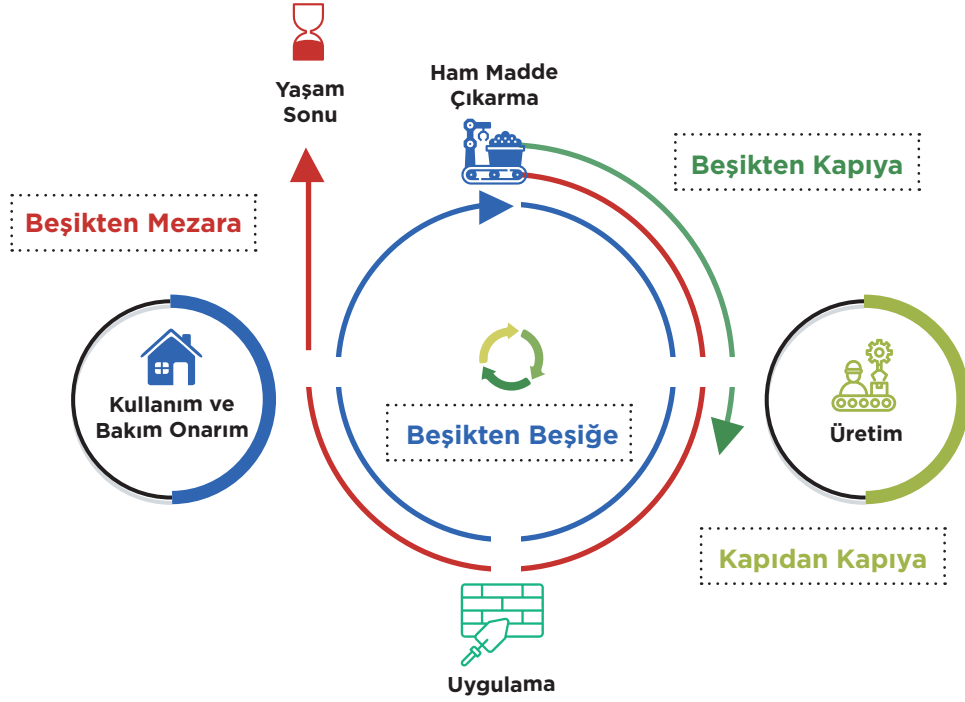
YDD çalışmalarında kapsam ve sistem sınırlarına hangi aşamaların dahil edileceğine bağlı olarak çeşitli yaklaşımlar vardır. Bu temel yaklaşımlar şöyle sıralanabilir: Beşikten Mezara, Beşikten Beşiğe, Beşikten Kapiya ve Kapıdan Kapiya (**Şekil 13**). Beşikten mezara yaklaşımı, bir ürün veya hizmetin tüm yaşam döngüsü aşamalarını kapsayan bir yaklaşım olup beşik, ham madde çıkarma aşamasını; mezar ise yaşam sonunda ortaya çıkan atıkların bertarafını ifade eder. Beşikten beşiğe yaklaşımı ise beşikten mezara yaklaşımında yaşam sonunda oluşan atıkların geri kazanımı veya geri dönüşümü

¹ European Union, 2022, "European Platform on Life Cycle Assessment (LCA)" <https://ec.europa.eu/environment/ipp/lca.htm>

² TSE, 2007, TS EN ISO 14040 standardı, Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve

³ TSE, 2007, TS EN ISO 14044 standardı, Çevre yönetimi- Hayat boyu değerlendirme- Gereklere ve kılavuz

söz konusu olduğu durumu tanımlar. Beşikten kapıya yaklaşımı, ham madde çıkarma aşamasından (beşik) yaşam sonunda önceki üretim veya kullanım gibi herhangi bir aşamaya (kapı) kadar olan süreçleri kapsar. Kapıdan kapıya yaklaşımı ise, bir ürün veya hizmetin belirlenen herhangi bir aşamasına (fabrika üretimi, kullanım vb.) ait değerlendirmelerin yapıldığı bir yaklaşımdır.



Şekil 13. YDD Yaklaşımları

5.1.2. Envanter Analizi

YDD sürecinde ikinci aşama olan envanter analizi aşaması, etki değerlendirmesi hesaplamalarında kullanılmak üzere kapsamda belirlenen her bir birim süreç için tüm girdi (enerji, su, ham madde vs.) ve çıktı (hava emisyonları, atık, atık su vs.) verilerinin toplandığı aşamadır. Envanter analizi tekrarlanabilen bir süreç olup bu aşama sonunda hedeflenen amaçların sağlanması için yeni veri gereklileri ortaya çıkabilir ve bazı durumlarda amaç ve kapsam aşamasındaki sınırlamaların yeniden tanımlanması gerekebilir. Bu aşamada, veri kalitesi ve verilerin fonksiyonel birimin referans akışıyla ilişkisi önem arz etmektedir.¹ Veri toplama, saha ziyaretleri ve anket gibi farklı yöntemler ile gerçekleştirilebilir.

¹ TSE, 2007, TS EN ISO 14040 standardı, Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve



Bilkent Holding bünyesinde faaliyet gösteren Tepe Betopan A.Ş., 1984 yılında betopan tescilli markasıyla ülkemizin ilk yapı levhasını sektörün beğenisine sunmuştur.

2001 yılında şirket bünyesinde sürdürülen AR-GE çalışmaları sonucunda patenti kendisine ait olan A2 yangınlık sınıfına sahip dış cephe ürün gamını oluşturan betopanplus, yalıpan, taşonit'i ürün yelpazesine eklemiştir.

2014 yılında Ankara ASO 2. OSB'de gerçekleştirdiği yatırım ile devreye aldığı LEED Gold sertifikasına sahip fabrikasında tepePAN markası ile yeni nesil elyaf takviyeli çimentolu levha üretimini başlatmıştır.

Yapı sektöründeki küresel gelişmeleri takip eden ve hızla uyum sağlayan şirket, 2019 yılında tepePAN Fabrikası'nda **Tepe Unique** ve **Tepe Unique Pro** markalarıyla Türkiye'nin ilk kullanıma hazır, boya gerektirmeyen, su iticili duz ve farklı dokularda kendinden renkli elyaf takviyeli çimentolu levhalarını üretmeye başlamıştır.

Pres yatırımının ardından, yüksek dayanım özelliğinde olan tepePAN Pro, ürün yelpazesine katılmış, aynı yıl tepePAN Roof markalı yeni nesil çatı kaplama altı levhasını sektöre kazandırmıştır.

2020 yılında inşaat ve yıkıntı malzemelerinin geri dönüşümünü destekleyen AB Horizon Iceberg Projesi'nde yer alan 4 Türk Partnerden biri olmuştur.

2022 yılında, Bilkent Holding yerleşkesinde faaliyet gösteren Betopan Fabrikası'na bitişik ve kurumsal renklerde ve modern mimaride tasarlanmış yeni genel merkezine taşınan şirketin tüm yönetim fonksiyonları aynı çatı altında toplanmıştır.



Üretim süreçlerinin yarattığı çevresel etkilerin bilincinde uluslararası standartlara uygun çevreci üretim gerçekleştiren şirket, 2022 yılında betopan ve tepePAN fabrikasında üretilen ürünlerine EPD (Çevresel Ürün Beyanı) belgesi almaya hak kazanmıştır.

Gelecek nesillere, daha yaşanabilir bir dünya sunma ve sürdürülebilirlik anlayışını benimseyen Tepe Betopan, Bilkent Holding'in ilk ve en yüksek üretim kapasiteli GES projesini 2022 yılı sonunda devreye almıştır. tepePAN fabrika çatısında kurulan, 3.125 mWh elektrik üreten santral, fabrikanın yıllık elektrik ihtiyacının yaklaşık %40'ını karşılamaktadır.

İlk ihracatını 1987 yılında gerçekleştiren, 2015 yılından beri Turquality marka destek programı üyesi olan şirket, 6 kıtada 60'ın üzerinde ülkeye yaptığı ihracat ile ülke ekonomimize katkı sağlamayı sürdürmektedir.



www.betopan.com.tr
www.betopan.net

5.1.3. Etki Değerlendirmesi

Yaşam döngüsü etki değerlendirme, envanter aşamasında toplanan veriler ile yapılan analizler sonucunda ilgili ürün, süreç veya hizmetlerin çevresel etkilerine ilişkin sonuçların elde edildiği aşamadır. Bu aşamada, ilgili ürün, süreç veya hizmet için değerlendirilecek çevresel etki kategorileri ve kullanılacak etki değerlendirme metodu belirlenerek analizler gerçekleştirilir. **Tablo 18**'de YDD çalışmalarında inşaat malzemeleri alanında yaşam döngüsü etki değerlendirme için yaygın olarak kullanılan etki değerlendirme yöntemlerinden birisi olan CML-IA Baseline metodunda ele alınan çevresel etki kategorileri gösterilmektedir. Elde edilen analiz sonuçları, YDD'nin son aşaması olan yorum safhası için bilgi sağlar. Bu aşama, yapılan çalışmanın amaçlarının karşılanıp karşılanmadığını veya değerlendirmenin amaç ve kapsamın gerçekleştirilemeyeceğini gösterdiği durumlarda, bunları değiştirmek için YDD çalışmasının amaç ve kapsamını gözden geçiren tekrarlı süreci içerebilir.¹

Tablo 18. YDD çalışmalarında ele alınan başlıca etki kategorileri (CML-IA Baseline Metodu için)

Etki Kategorisi	Birim
Abiyotik tükenme	kg Sb eşdeğeri
Abiyotik tükenme (fosil yakıt)	MJ
Küresel ısınma	kg CO ₂ eşdeğeri
Ozon tabakası incelmeleri	kg CFC-11 eşdeğeri
İnsan toksisitesi	kg 1,4-DB eşdeğeri
Tatlı su sucul ekotoksikite	kg 1,4-DB eşdeğeri
Deniz suyu ekotoksikite	kg 1,4-DB eşdeğeri
Karasal ekotoksikite	kg 1,4-DB eşdeğeri
Fotokimyasal oksidasyon	kg C ₂ H ₄ eşdeğeri
Asidifikasyon	kg SO ₂ eşdeğeri
Ötrofikasyon	kg PO ₄ eşdeğeri

5.1.4. Yorumlama

YDD'nin son aşaması olan yorumlama, YDD çalışmasının, envanter analizine ve etki değerlendirmesine ait bulguların birlikte göz önünde bulundurularak yorumlandığı aşamadır. Yorumlama, elde edilen çevresel etki analiz sonuçlarına göre amaç ve kapsam ile uyumlu olarak kararlar ve tavsiyeler şeklinde olabilir. Bu aşama, aynı zamanda çalışmanın amaç ve kapsamına uygun olarak, bir YDD çalışmasının sonuçlarının kolay anlaşılabilir, tam ve tutarlı bir şekilde ortaya konulmasını amaçlar.¹

Bir ürünün bütüncül ve kapsamlı bir sürdürülebilirlik değerlendirme için çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir arada ele alınarak değerlendirilmelidir. Bu da YDD ile birlikte yaşam döngüsü maliyeti (LCC/YDM) ve sosyal yaşam döngüsü değerlendirme (SLCA/SYDD) birleştirilerek tamamlanabilir. Yaşam döngüsü boyunca ürünlerin tüm çevresel, ekonomik, sosyal etki ve faydalarının değerlendirilmesi, yaşam döngüsü sürdürülebilirlik değerlendirme (LCSA/YDSD) olarak tanımlanır.² LCSA, karar vericilerin sürdürülebilir ürünler ve teknolojiler seçmesine yardımcı olan önemli bir

¹ TSE, 2007, TS EN ISO 14040 standardı, Çevre yönetimi - Hayat boyu değerlendirme - İlkeler ve çerçeve

² UNEP, "Life Cycle Sustainability Assessment"

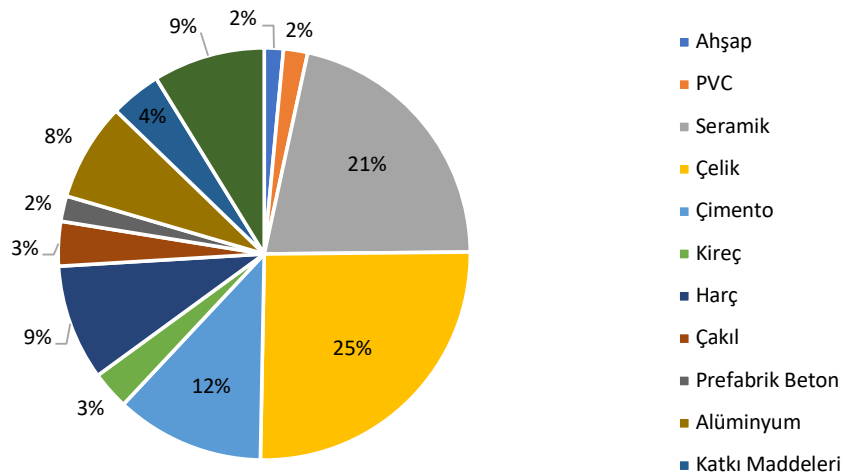
<https://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/life-cycle-approaches/life-cycle-sustainability-assessment/>

değerlendirme aracıdır. Sürdürülebilir inşaat malzemeleri seçiminde çevresel göstergeler ile birlikte ekonomik ve sosyal göstergeler de kullanılmalıdır. İnşaat malzemesi seçiminde kullanılan yaygın ekonomik göstergeler şöyle sıralanabilir: ilk yatırım maliyeti, bakım-onarım maliyeti, işletme maliyeti ve uzun vadeli tasarruflar. Bununla birlikte, kültürel mirasın korunması, estetik kalite, uyum yeteneği, erişilebilirlik ve termal konfor önemli sosyal göstergeler arasında sıralanabilir.

5.2. YDD'nin Sürdürülebilir Ürün Tasarımında Kullanımı

İnşaat sektörü, yüksek enerji tüketimini içeren büyük miktarlarda ham madde kullanımı ile çevresel sorunlar açısından diğer sektörlerden önde gelmektedir. Bir bina yapılırken gömülü enerji içeriği yüksek olan malzemelerin seçilmesi, bina üretim aşamasında, başlangıçta, yüksek düzeyde enerji tüketimi gerektirecek olup, aynı zamanda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme ihtiyaçlarının da karşılanacağı değerlendirildiğinde bu ihtiyaç gelecekteki enerji tüketimini katlayarak artırmaktadır. Dünya ölçeğinde, inşaat işleri ve bina inşaatı, litosferden çıkarılan ham maddelerin %60'ını tüketmektedir. Bu veri küresel doğadan ham madde çıkarmanın %24'ünü temsil etmektedir. İspanya'da yapılan bir araştırmaya göre, geleneksel bir binanın yaşanabilir her metrekaresi için, 100'den fazla malzeme türünden toplam 2,3 ton gerektiği belirtilmektedir. Genel anlamda bir binanın çelik, beton ve cam gibi malzemelerden yapıldığı değerlendirildiğinde, imalat, nakliye ve kurulum gibi işler bir bütün olarak binadaki nihai maliyetin asgari bir kısmını temsil etmelerine rağmen, büyük miktarda enerji gerektirmektedir. Yaşam döngüsü odağı, mevcut en iyi teknolojiyi seçerken ve tasarım veya yenileme yoluyla binaların çevresel etkilerini en aza indirirken karar vermeye yardımcı olmalıdır.

Şekil 14'te, ana inşaat malzemelerinin birincil enerji talebine göreli katkısını ve İspanya'da standart bir apartman bloğundaki bir metrekaare ile ilişkili CO₂ emisyonlarını göstermektedir. Çelik, çimento ve seramik gibi yaygın olarak kullanılan malzemelerin yüksek etkisi dikkat çekicidir. Farklı inşaat malzemelerinin ve çözümlerinin etkisini değerlendirmek için YDD'nin uygulandığı yayınlanmış çok sayıda çalışma vardır.



Şekil 14. 1 m² brüt alanlı inşaatta ihtiyaç duyulan malzemelerin imalatı için birincil enerji talebinin dağılımı¹

¹ Bribián, I. Z., Capilla, A. V., & Usón, A. A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and environment*, 46(5), 1133-1140. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>


İnşaat malzemelerinin seçimi, herhangi bir yapı üzerinde geniş kapsamlı ekonomik, çevresel ve sosyal sonuçlara sahiptir. Çoğu yapının toplam maliyeti büyük ölçüde kullanılan malzeme türlerine bağlıdır. Herhangi bir binanın enerji tüketimi, inşaat için kullanılan malzemeler ve binanın tasarımı önemli bir ilişkiye sahiptir. Sürdürülebilir inşaat malzemeleri, maliyet etkin ve sosyal olarak kabul gören ve yapıların imalatı ve inşası sırasında bugün ve gelecekte olumsuz çevresel etkileri azaltan malzemelerdir. Bazı binaların toplum tarafından uyarlanabilirliği bazen kullanılan malzeme türleri üzerinde etkilidir. Bu nedenle, inşaat malzemesi sürdürülebilir kalkınmada oldukça önemlidir.

5.2.1. Bina Düzeyinde Sertifikasyon

Binalar için “Bina Çevresel Değerlendirme Yöntemleri” Avrupa’da giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu araçların amacı, başarıyı, güvenilir üçüncü taraflarca doğrulanmış bir etiket ile tanıyarak, sürdürülebilir binalara olan talebi teşvik etmektir. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), Avrupa’da binalar için en yaygın kullanılan üç gö-nüllü bina sertifikasyon sistemidir. Tüm bu sistemler, binaları; saha, su kullanımı, enerji kullanımı, bina yönetimi gibi farklı kategoriler altında değerlendirir. Hepsinin inşaat malzemelerinin sürdürülebilirliğini değerlendiren kriterleri vardır. Sertifikasyon sistemlerinin pek çoğunda, ortaya çıkan atıkların azaltılmasına ya da geri dönüştürülmesine yönelik bir kriter bulunmaktadır (Şekil 15).

Kullanılan Kriterler	Bream	Leed V3	DGNB
İç Hava Kalitesi	■	■	■
Yaşam Döngüsü Analizi	■	■	■
Sorumlu Satın Alma	■	■	■
Geri Dönüşüm ve Atık Azalma	■	■	■
Yaşam Döngüsü Maliyetlemesi	■	■	■
Eko Toksikite	■	■	■

■ Tamamen Değerlendirildi ■ Kısmen Değerlendirildi ■ Değerlendirilmedi



Şekil 15. Farklı bina sertifikasyon sistemlerinde kullanılan kriterler ve kullanılan kriterlerin karşılaştırması

Türkiye’de ilk sertifika çalışması 2007 yılında ÇEDBİK Derneği’nin kuruluşu ile başlamış, 2012 yılında prototip ve ana hatları ile kılavuz oluşturulmuş ve 2015 yılında ilk deneme sertifika ortaya çıkarılmıştır. 2018 yılında kısa adı B.E.S.T olan Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım Sertifikası ile ilk ulusal sertifika sadece konut bazlı olarak hayata geçirilmiştir. 2019 yılında da ticari binalara ait olan B.E.S.T Sertifikası tamamlanmıştır. B.E.S.T Sertifikası ile 23 binadan oluşan Kiptaş’ın Paşa Konutları Projesine sertifika verilmiştir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü’ne bağlı Enerji Verimliliği Daire Başkanlığı’nca 2018 yılında başlayan çalışmalarla tüm bina tipolojisini içine alan çok kapsamlı Ulusal Yeşil Bina Sertifikası YeS-TR için “Yeşil Bina Değerlendirme Kılavuzu” hazırlanmış, 2019 yılında ise bu kılavuz çerçevesinde Ulusal Yeşil Sertifika Sistemi (YeS-TR) yazılımı alt yapısı oluşturulmuştur. 12.06.2022 tarih ve 31864 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren «Binalar ile Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Yönetmeliği» ile mevcut sistemin işleyişi çalışma prensipleri ile kılavuz içindeki roller ve tanımlar belirtilmiş, Türkiye Çevre Ajansı değerlendirme kuruluşu olarak görevlendirilmiş ve sertifikasyon süreci başlamıştır.



Uluslararası Yeşil Sertifika Sistemleri dünyada her bölge için özel konular içerse de genel anlamda iki temel konu ile ortak noktada buluşmaktadır;

- 1- Küresel etkilere uyumluluk, yerel koşullar üzerinde düzenleme ve güncellenebilirlik,
- 2- Tüm konu ve çalışmaların temelinde sürdürülebilirlik kapsamının oluşturulması.

Yukarda belirtilen bu iki temel madde özelinde kılavuz içindeki tüm kriterler oluşturulmuştur. Bu kılavuz çalışmalarında yurtdışı sertifika sistemleri incelenmiş ve ulusal teknik ve mimari standartlar, yaşayış tarzı, imar ve uygulama detayları, genel ve yerel yönetim yönetmelikleri ve mimari yaklaşım ile Türkiye ve bulunduğu bölge dikkate alınarak bu kılavuz çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Yeşil Sertifika ile belirlenen kriterler ve kriterlere bağlı sürdürülebilirlik kapsamı uluslararası kıyaslama yapılabilir duruma getirilmiştir. Böylece sonraki versiyonları da küresel ve ulusal referans değerlerinin oluşması sürecinde uyumluluk gösterecektir.

Yeşil Bina Sertifikasını oluşturan Yeşil Bina Kılavuzu; gerek çevreye duyarlı, gerek gelecekte yaşanabilir bir ortam ve gerekse verimlilik detayında sürdürülebilirliğin tüm detaylarını içinde bulundurması hedeflenen bir çalışmadır. Yeşil Bina Değerlendirme Kılavuzu’nun kriter kapsamı oluşturulurken uluslararası diğer Yeşil Bina Sertifika Sistemleri’nin; ana modül yaklaşımlarının ulusal ve yerel koşullar bağlamında bilimsel kriterlere göre değerlendirilmesi sağlanmıştır. Böylece uluslararası ortak aklın, kılavuzun içinde yer alması sağlanmış ve global çalışmaya paralellik oluşturulmuştur. Ayrıca bu çeşitlilik uluslararası kıyaslamalara açık olacak; sonraki versiyonları da küresel ve ulusal referans değerlerinin oluşması sürecinde uyumluluk gösterecektir. Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇED-BİK) verilerine göre ülkemizde 538 LEED, 49 BREEAM, 23 B.E.S.T ve 1 DGNB aktif sertifikalı proje bulunmaktadır.¹





¹ CEDBİK, “Sertifikalı Projeler”
<https://cedbik.org/tr/sertifikali-projeler>

5.2.2. Ürün Düzeyinde Sertifikasyon ve Değerlendirme

5.2.2.1. Ürün Etiketleme Sistemleri

İnşaat malzemeleri pazarında hem üreticiler hem de şartname hazırlayıcılar için kafa karışıklığına yol açabilecek artan sayıda etiket bulunmaktadır. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO), ISO 14000 serisi çevre standartlarında üç tür etiket tanımlamaktadır (**Tablo 19**). Uzun vadede, özellikle Avrupa'da, çevresel etkiler hakkında bilgi için Tip 3 etiketlemeye, Çevresel Ürün Beyanı'na (EPD) daha fazla güvenilmesi beklenmektedir. Bu tip etiket sistemleri, YDD gerektirmektedir.

Tablo 19. Etiket tiplerinin karşılaştırması

TİP 1 EKOETİKET	TİP 2 ÖZ BEYAN	TİP 3 ÇEVRESEL ÜRÜN BEYANI
Üçüncü bir taraf tarafından verilen etiket	Ürün/hizmet sahibi tarafından beyan edilen çevresel iddialar	Niceliksel çevresel veri sağlayan beyan
ISO 14024:2001 ile uyumludur.	ISO 14021:2001 ile uyumludur.	Önceden belirlenmiş parametreleri ve ilgili olduğunda ek çevresel bilgileri kullanır.
Yaşam döngüsü değerlendirmelerine dayalıdır.	Bağımsız üçüncü tarafça verilmiş sertifika veya doğrulama yoktur.	LCA ve inşaat ürünlerinde bağımsız bir üçüncü taraf doğrulama uzmanı tarafından doğrulanmıştır.
Ürünün karşılaması gereken çevresel performans kriterlerini belirler.	Beyan edilen iddialar doğrulanabilir olmalıdır.	ISO 14040 serisi standartlarla uyumlu, YDD kullanılarak önceden belirlenmiş parametrelerin hesaplanmasını gerektirir.
Bir ürünün genel çevresel tercih edilebilirliğini belirtir.	Üreticiler, ithalatçılar, distribütörler, perakendeciler veya böyle bir hak talebinden yararlanma olasılığı bulunan herhangi bir kişi tarafından beyan edilir.	
 		

5.2.2.2. Çevresel Ürün Beyanı (EPD)

Çevresel Ürün Beyanı (EPD), bir ürünü tüm yaşam döngüsü boyunca tanımlar ve beşikten mezara kadar ilgili tüm çevresel bilgileri verir. Bağımsız olarak doğrulanmalı ve üretici bilgilerinin güvenilirliğini garanti etmelidirler. Ürünün yaşam döngüsü analizi yapılarak hazırlanır. LEED, BREEAM ve DGNB gibi bina düzeyinde sertifikaların bir bina için kapsayıcı etiket olduğu göz önüne alındığında, EPD'nin inşaat ürünlerinde sürdürülebilirliğini ölçmek için, ürünler için tek başına eko etiketlerden daha önemli hale gelmesi muhtemeldir. BIM'in (Yapı Bilgi Modellemesi) gelişimiyle, bir binanın genel etkisini hesaplamak için kullanılan ham rakamlar, doğrudan ürünün EPD'sinden alınabilir. Bu, tasarımcıların bina için daha düşük genel etkiler elde etmek için şekli ve formu yinelemelerine olanak tanır (**Şekil 16**).

Toplam 92.210 Ton Gömülü Karbon Leadenhall Binasının İnşaatıyla İlişkilidir



Şekil 16. Leadenhall binasının toplam gömülü karbonun kullanılan inşaat malzemelerine göre dağılımı¹

Karar vericilerin malzemeler hakkında bilinçli seçimler yapmalarını sağlamak için Avrupa çapında veritabanları oluşturulmuştur. Bunlar, ticaret odaları tarafından bir malzeme/ürün türü için oluşturulan ortalama verilerin ve belirli ürünler için üçüncü taraflarca doğrulanmış EPD'nin bir kombinasyonundan oluşabilir. Bu, belirli ürünlerinin ortalamadan daha iyi olduğuna inanan üreticileri EPD oluşturmaya teşvik eder ve onlara ayrıca rakipleri karşısında rekabet avantajı sağlar. Avrupa'daki EPD inşaat malzemesi veritabanlarının örnekleri arasında Almanya'daki IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V) ve Fransa'daki 1.000'den fazla EPD içeren INIES bulunmaktadır¹. Türkiye'de ise 57 firma 544 ürün için EPD belgesine sahiptir.²

¹ IGBC, 2014, "Irish Green Building Council, Measuring The Sustainability Of Our Construction Products And Materials A Short Overview" <https://www.igbc.ie/wp-content/uploads/2014/12/Measuring-Sustainability-of-our-Construction-Materials.pdf>

² EPD Türkiye, <https://epdturkey.org/tr/>

YDD (LCA) Örneği 1¹:

Çalışmanın Amacı: Farklı teknolojiler kullanan iki Portekiz kiremit fabrikasında (T1 ve T2) üretilen kiremitlerin çevresel performansını değerlendirmek

Fonksiyonel Birim: Kullanım ömrü 50 yıl (bir binanın tipik ömrü) olan bina dış çatı kaplamasında kullanılmak için hazır 1 m² kiremit

Kullanılan Yaklaşım: Beşikten mezara

Sonuçlar:

- T1 ve T2'de üretilen kiremitler için toplam çevresel etkinin %55'inden fazlası üretim aşamasından (A1-A3 modülleri) kaynaklanmaktadır.
- T2 tesisinde (fırınlama sıcaklığı 950 °C) üretilen kiremit, fırınlarda refrakter malzeme ve filtreli kuru baca gazı temizleme adsorberi kullanılması nedeniyle asidifikasyon ve fotokimyasal oksidasyon oluşumu hariç, tüm çevresel etki kategorileri için T1 tesisinden (fırınlama sıcaklığı 890 °C) daha kötü çevresel performans göstermektedir.



¹ Quinteiro, P., Almeida, M. I., Serra, J., Arroja, L., & Dias, A. C. (2022). Life cycle assessment of ceramic roof tiles: A temporal perspective. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132568>

BUGÜNDE

Konforunuzu
yükselten
teknolojileriyle
yarın için bugünden
Vaillant.



Siz de kombinin mucidi Vaillant'a
ISI POMPASI ile terfi edin, cep telefonu ile
uzaktan kontrol ve kablosuz oda termostadı
sayesinde konforunuzu yükseltin.

0 850 222 2 888
www.vaillant.com.tr

 **Vaillant**

YDD Örneği 2:

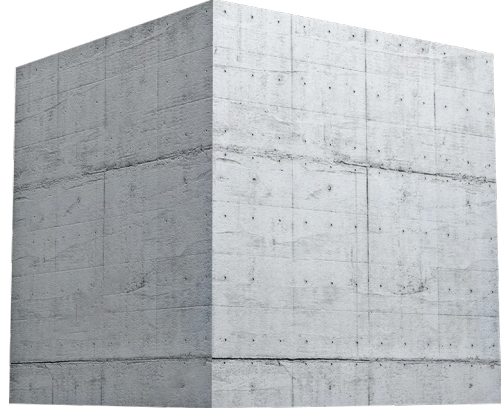
Çalışmanın Amacı: Farklı oranlarda uçucu kül (%0, %30 ve %60) ve geri dönüştürülmüş beton agrega içeren (%0, %50 ve %100), süper akışkanlaştırıcı içeren ve içermeyen beton karışımlarının çevresel etkilerini karşılaştırmak

Fonksiyonel Birim: 1 m³ beton

Kullanılan Yaklaşım: Beşikten kapıya

Sonuçlar:

- Süper akışkanlaştırıcı içeren beton karışımlarının çevresel etkilerinin oranı %4'e kadar artmıştır.
- Farklı oranlarda uçucu kül (%0, %30 ve %60) kullanımı, beton tesisi ile termik kömür santrali arasındaki uzun mesafelere (160 km) rağmen çevresel etkilerin %32-60 oranında azalmasını sağlamıştır.
- İnce geri dönüştürülmüş beton agrega kullanım oranı birçok çevresel etki için önemli değişikliğe neden olmamıştır.



¹ Kurda, R., Silvestre, J. D., & de Brito, J. (2018). Life cycle assessment of concrete made with high volume of recycled concrete aggregates and fly ash. Resources, Conservation and Recycling, 139, 407-417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.004>

YDD Örneği 3:

Çalışmanın Amacı: Binalar için farklı yalıtım malzemelerinin (mineral yün, XPS ve poliüretan) yaşam boyu çevresel etkilerini bütüncül bir yaklaşımla karşılaştırmak

Fonksiyonel Birim: 1 m² yaşam alanı

Kullanılan Yaklaşım: Beşikten mezara

Sonuçlar:

- Üretim aşamasında en yüksek çevresel etkiyi gösteren yalıtım malzemesi poliüretan olarak belirlenmiştir.
- Sonuçlar, tüm yaşam boyu değerlendirildiğinde en yüksek çevresel etkinin XPS yalıtım malzemesi ile ilişkili olduğunu ve en iyi çevresel performansın ise mineral yün ile elde edildiğini göstermiştir.
- Yalıtım malzemelerinin binalarda elektrik enerjisi tüketimini azalttığı kanıtlanmıştır. Sonuçlar, incelenen PU, XPS ve MW yalıtım malzemesine sahip hücrelerin yalıtımsız hücreye kıyasla sırasıyla %27, %25 ve %23 enerji tasarrufu sağladığını göstermiştir. Ayrıca kış döneminde enerji tüketiminin yaza göre üç kat daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



YDD Örneği 4²:

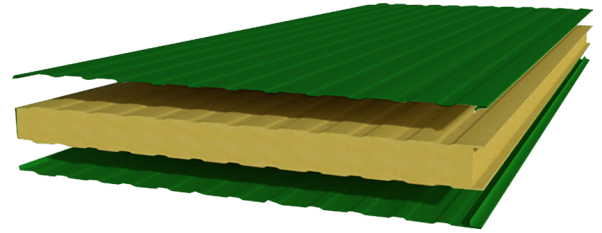
Çalışmanın Amacı: Farklı kalınlıklardaki (50 mm, 60 mm ve 80 mm) taşyünü dolgululu alüminyum sandviç cephe panellerinin çevresel etkilerini belirlemek ve karşılaştırmak

Fonksiyonel Birim: 1 m² yalıtımlı sandviç panel

Kullanılan Yaklaşım: Beşikten mezara

Sonuçlar:

- Çalışma sonucunda en önemli çevresel etkilerin üretim aşamasından kaynaklandığı ve bu etkilerin büyük çoğunluğunun da üretim sürecinde alüminyum levha kullanılmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.
- Tüm paneller karşılaştırıldığında 80 mm kalınlığındaki panelin diğer sandviç panellere göre tüm çevresel etki kategorilerinde en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.
- Sonuçlar, 80 mm kalınlığındaki panel için iklim değişikliği etkilerinin %91,5'inin üretim aşamasından, %8,5'inin ise bertaraf aşamasından kaynaklandığını göstermektedir. Üretim aşamasındaki çevresel etkilerin %72,3'ü alüminyum levhadan, %14,3'ü taş yününden ve %3,96'sı ise kullanılan yapııştırıcılardan kaynaklandığı belirlenmiştir.



¹ Llantoy, N., Chafer, M., & Cabeza, L. F. (2020). A comparative life cycle assessment (LCA) of different insulation materials for buildings in the continental Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, 225, 110323. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110323>

² Yılmaz, E., Aykanat, B., & Çomak, B. (2022). Environmental life cycle assessment of rockwool filled aluminum sandwich facade panels in Turkey. *Journal of Building Engineering*, 50, 104234. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104234>

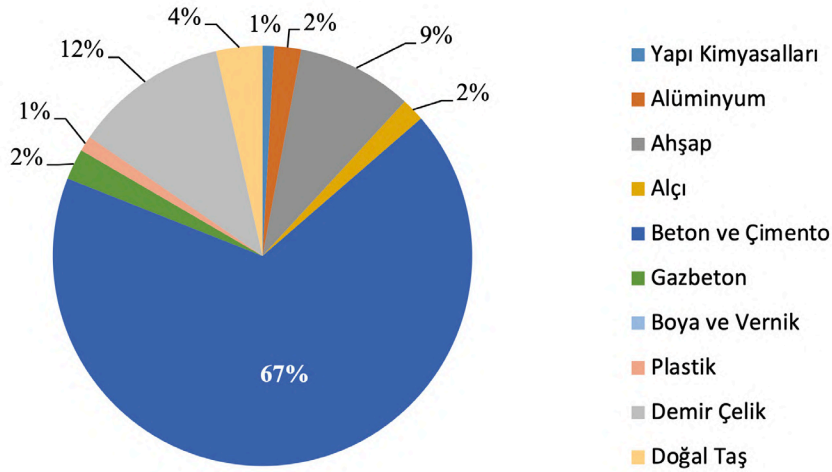
6. İnşaat Malzemeleri Sanayisi için Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyonda Üniversite-Sanayi İş Birliği

6.1. Sürdürülebilir İnşaat Malzemeleri Alanında Güncel Akademik Çalışmalar

Bu rehberin hazırlık çalışmaları kapsamında ülkemizde ve dünyada, inşaat malzemelerinde yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik alanında yapılan güncel akademik çalışmalar incelenmiştir.

Ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalar için öncelikle YÖK Tez Merkezi¹ ve Scopus² veri tabanları taranmıştır. YÖK Tez Merkezi'nin veri tabanında her bir inşaat malzemesi sektörü için o malzemenin anahtar kelime olarak içerisinde geçtiği 2017 ve 2022 tarihleri arasındaki tezler listelenerek bu tezlerden yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik kavramlarıyla ilişkili konuları odak alanlar seçilmiştir. Yapılan filtreleme sonucunda toplam 337 lisansüstü tez çalışmasına ulaşılmıştır. Bu tezlerin büyük çoğunluğunu 227 tez sayısı ile beton ve çimento sektörü oluşturmaktadır. Beton ve çimento sektörü için taranan tez çalışmalarında, alternatif ve atık malzemelerin kullanımı ile üretilen betonun performans ve uygulanabilirlik değerlendirmeleri, çimento sektöründe alternatif yakıt kullanımları ve emisyonların azaltılmasına yönelik tez konuları öne çıkmaktadır. Boya ve vernik sektörüyle ilgili ise 2017-2022 yılları arasında hiçbir tez çalışmasına ulaşılmamıştır. İnşaat malzemeleri sektörlerini kapsayan tezlerde, 2019 yılı sonrası sayı olarak artış gösteren özellikle sürdürülebilirlik analizi konusunu işleyen ve yaşam döngüsü değerlendirmesi gibi çevresel etki değerlendirme çalışmaları yapılmış tezler dikkat çekmektedir. YÖK Tez Merkezi veri tabanından elde edilen tezlerin sektörlere göre dağılımı **Şekil 17**'de gösterilmiştir.

YÖK Tez Merkezi Veri Tabanında Tezlerin Sektörel Dağılımı

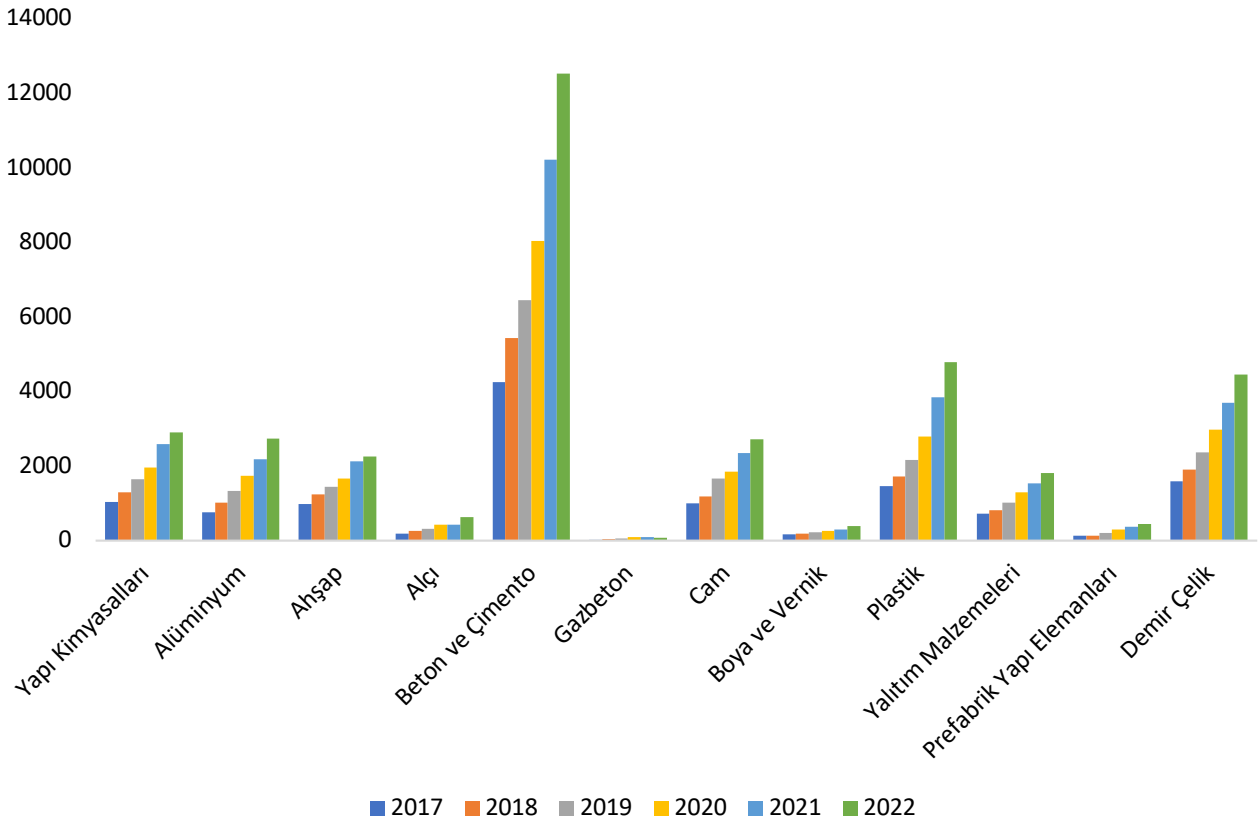


Şekil 17. Yapılmış Tez Çalışmaları Sektör Bazında Dağılımı (2017-2022 YÖK Tez Merkezi Veri Tabanı)

¹ Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı, Tez Merkezi <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

² Scopus, <https://www.scopus.com/>

YÖK Tez Merkezine ek olarak Scopus veri tabanında yapılan literatür taramasında ise hem Türkiye hem de dünya genelinde inşaat malzemeleri sektörüne yönelik çalışmalar incelenmiştir. Bu tarama yapılırken inşaat sektörü ve sürdürülebilirlik kavramlarını esas alan anahtar kelimeler ile filtrelemeler yapılarak sonuçlar elde edilmiştir. Bu taramada ilk olarak, genel inşaat sektörünü filtrelemek için **inşaat veya yapı** anahtar kelimelerinden en az birini içeren çalışmalar seçilmiş daha sonra yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik alanındaki çalışmaları filtrelemek için ise **çevresel etki, sürdürülebilirlik, yeşil, eko-verimli, küresel ısınma, ayak izi ve döngüsel ekonomi** kavramlarından en az birini içeren çalışmalar filtreye eklenmiştir. Yapılan bu genel filtreleme sonrası inşaat malzemeleri sektörleri ayrı ayrı filtrelenmiş ve 2017'den 2022'ye kadar olan literatür çalışmaları incelenmiştir. Scopus veri tabanında yapılan literatür taraması Türkiye'de yapılan çalışmalar ve tüm dünyada yapılan çalışmalar olarak ayrılmış, sayılar ve çalışmalar bu iki grup özelinde listelenmiştir. Sonuç olarak 2017 yılından 2022'ye kadar dünya genelinde toplam 118.427 literatür çalışması tespit edilmiş ve yıllara göre her inşaat malzemeleri sektörü için çalışma sayısında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Türkiye'de yapılmış olan 1.671 akademik çalışma için de benzer artış görülmüştür. YÖK Tez Merkezi'nden elde edilen verilerde olduğu gibi Scopus veri tabanında yapılan literatür taramasında da en fazla çalışma beton ve çimento sektörüne yönelik yapılmıştır, bu sektörü demir çelik, plastik, yapı kimyasalları ve cam sektörleri takip etmektedir (**Şekil 18**). Dünya genelinde yapılmış akademik çalışmaların yıllara ve sektörler göre dağılımı **Şekil 18**'de, Türkiye'de yapılmış akademik çalışmaların yıllara ve sektörler göre dağılımı ise **Şekil 19**'da gösterilmiştir.

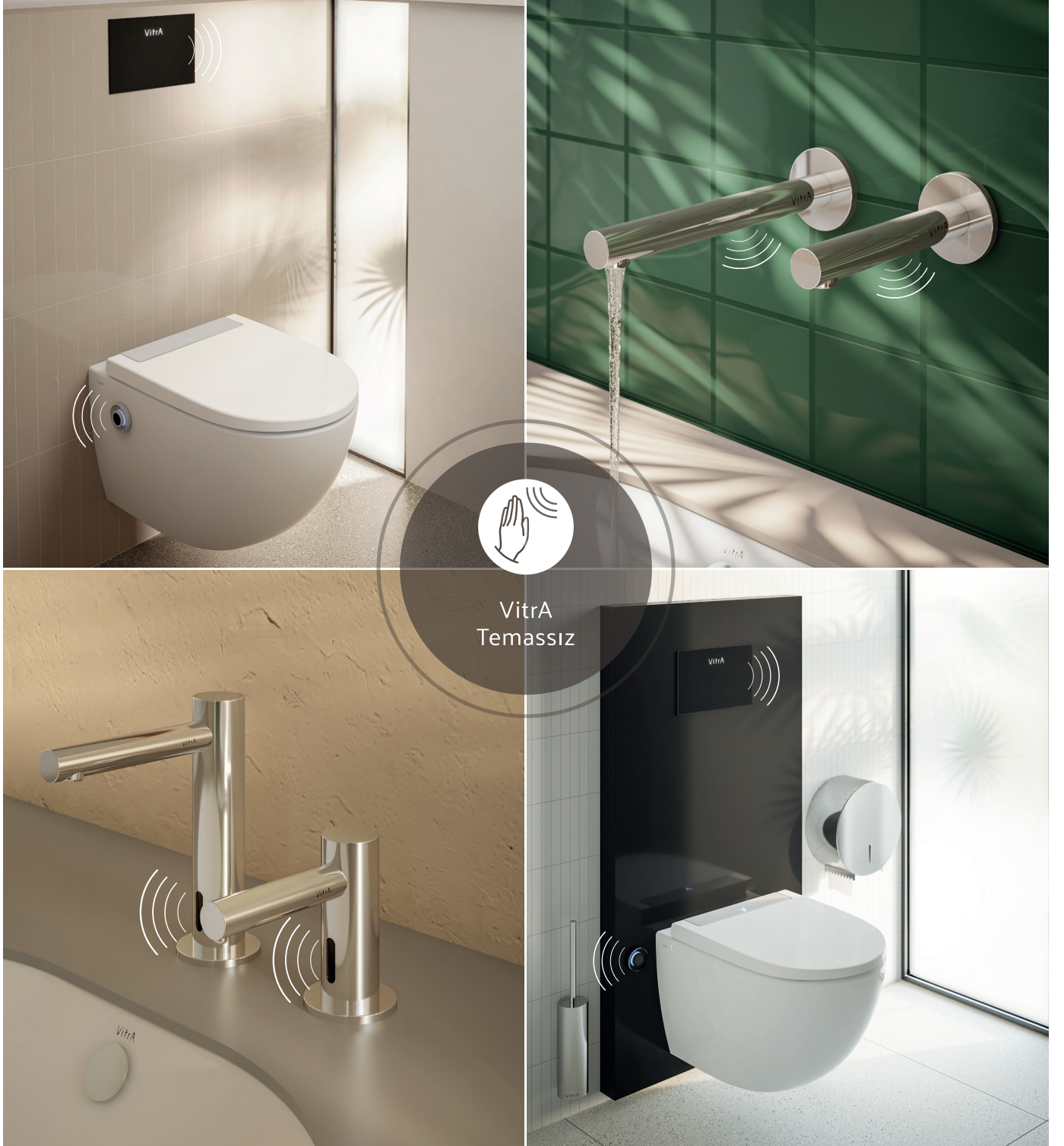


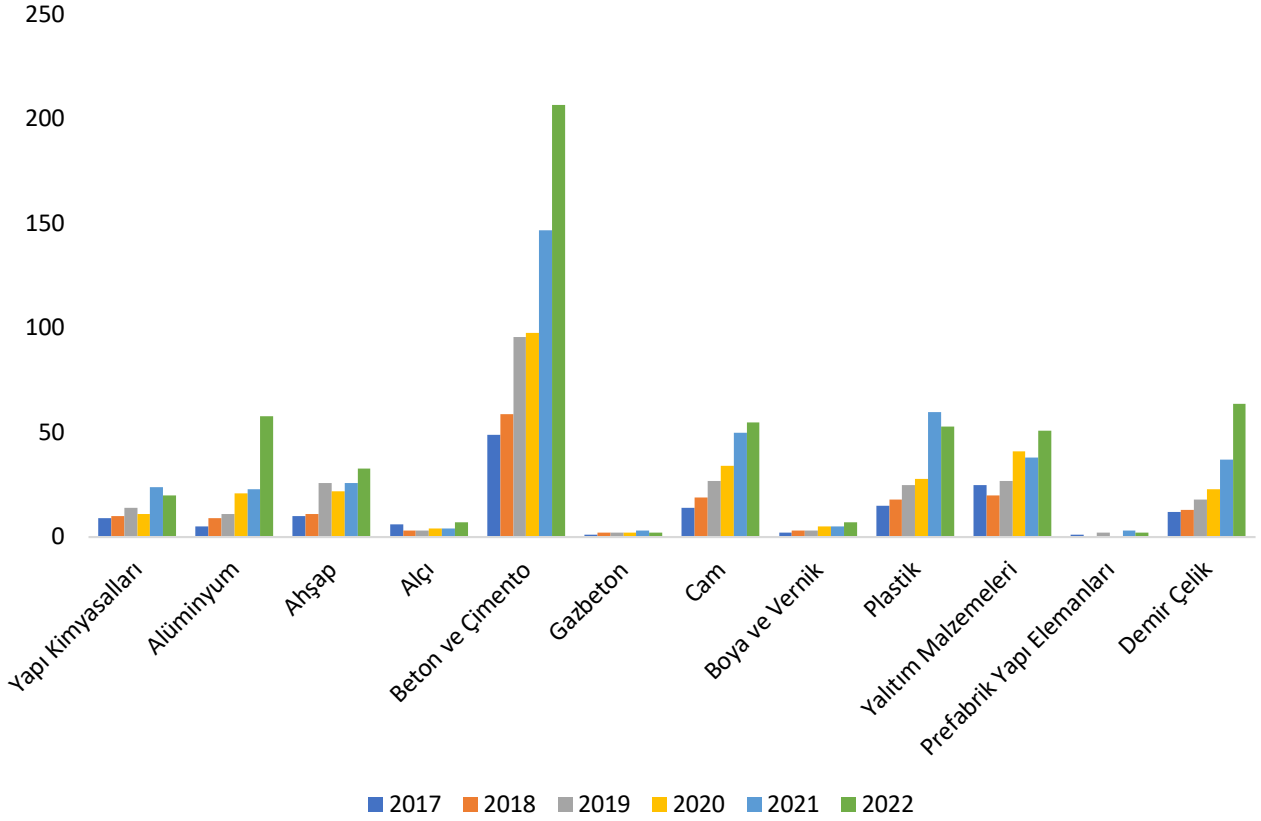
Şekil 18. Scopus veri tabanında taranan uluslararası bilimsel dergilerde tüm dünyadan yapılan bilimsel yayınlar

VitrA

El değmeden hijyen

VitrA sevdiğinize güvenle dokunabilmeniz için temassız bir banyo deneyimi sunar. Toplu kullanım alanlarında ve evinizde sağlığınıza güvence altına alır.





Şekil 19. Scopus veri tabanında taranan uluslararası bilimsel dergilerde Türkiye adresli yayınlar

6.2. Yeşil Mutabakat'a Uyum için Üniversite-Sanayi İş Birliğinde Öncelikli Konular ve İş Birliği Modelleri (Paylaşım ve Ortak Akıl Toplantısı Sonuçları)

İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Yeşil Dönüşüm için Ar-Ge ve İnovasyon Rehberi çalışmaları kapsamında, 01.12.2022 tarihinde İstanbul'da üniversite ve sektör temsilcilerinden oluşan toplam 41 katılımcı ile ortak akıl toplantısı gerçekleştirilmiştir. İnşaat malzemeleri sanayisi alt sektörlerinden 27 temsilcinin ve 14 üniversite temsilcisinin katıldığı toplantıda iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, inşaat malzemeleri sanayisinde yeşil dönüşüm için Ar-Ge ve inovasyon doğrultusunda değerlendirilmeler yapmak ve yeni akımları ve olası riskleri tartışmak hedeflenmiştir. Abdullah Gül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Burak Uzal tarafından yapılan açılış konuşmasının ardından Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ülkü Yetiş "Yeşil Mutabakat-55'e Uyum - Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması ve Önlemleri" başlıklı bir sunum gerçekleştirmiştir. Daha sonra Türkiye İMSAD Genel Sekreteri Aygen Erkal, Türkiye İMSAD üyeleri ve faaliyetleri hakkında sunum gerçekleştirmiştir. Sunumların ardından, akademik ve sektör temsilcilerinden oluşan katılımcıların bulunduğu gruplarla iki ayrı oturumda beyin fırtınası çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu oturumların ilkinde Paris İklim Antlaşması (PIA) ve Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) sonrasında inşaat malzemeleri sanayisinde üretim ve araştırma-inovasyon alanlarını etkileyen yeni akımlar, yeni eğilimlerin neler olabileceği tartışılırken, ikinci oturumda ise üniversite-sanayi iş birliği potansiyelini yeşil dönüşüme odaklamak için etkin yöntem alternatifleri neler olabilir başlığı masaya yatırılmıştır. Birinci oturumda özellikle öne çıkabilecek öncelikli ürün ve teknolojiler ile ürünlerde veya süreçlerde öne çıkan yenilikçi özellikler neler olmalı konuları tartışılmıştır. İkinci oturumun odağında özellikle üniversite-sanayi iş birliğinde klasik yöntemlerin ötesine geçecek yenilikçi

yaklaşımlar ile öncelikli olarak araştırma ve inovasyon çalışmaları için gerekenler konuşulmuştur. Gerçekleştirilen iki grup çalışması sonucunda tüm gruplar ortaya çıkan fikirlerini tüm katılımcılara sunum yaparak paylaşmışlardır. Son olarak gruplardan çıkan fikir ve öneriler konsolide edilerek Prof. Dr. Burak Uzal tarafından tüm katılımcılar ile paylaşılmıştır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyumun gerektirdiği acil ihtiyaçları karşılamada yoğunlaşılması gereken konular ve odaklar başlığında gerçekleştirilen ilk grup çalışmasında öncelikli araştırma ve yenilik alanları konusunda yapılan beyin fırtınası sonucunda aşağıdaki başlıklar öne çıkmıştır. İlk oturumda mevzuat ve teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi, yetkin insan kaynağı yetiştirilmesi ve dijitalleşme öne çıkan başlıklardır. Bunlara ek olarak enerji verimliliği, dekarbonizasyon, alternatif ve yerel ham maddeler özellikle sektörü yakından ilgilendiren başlıklar olarak ortaya konmuştur. Sürdürülebilirlik temelinde analizler için yaşam döngüsü değerlendirmesi ve çevresel etkilerin analizi ve atıkların yönetimi de önemli başlıklar arasında yer almıştır.

- Hukuk/mevzuat eksikliklerinin giderilmesi
- Teşviklerin artırılması
- Enerji verimliliği ve yenilebilir enerji payının artırılması
- Dekarbonizasyon / karbon denkleştirme
- Sürdürülebilir, yerel ve alternatif ham madde ve ürün
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi, çevresel etki analizi vb. çalışmalar yapılması
- Atık yönetimi, dögüsel ekonomi mekanizmaları için veri tabanlarının oluşturulması
- Dijitalleşme
- Sürdürülebilirlik ilkelerini benimseyen insan kaynağı yetiştirilmesi
- Mevcut çalışanların sürdürülebilirlik ilkeleri konusunda eğitilmesi

Toplantının ikinci oturumunda üniversite-sanayi iş birliği potansiyelini yeşil dönüşüme odaklamak için etkin yöntem alternatifleri neler olabilir sorusuna odaklanan gruplar Üniversite-Sanayi iş birliğini yeşil dönüşüme odaklamak için aşağıdaki yöntem önerileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle üniversite-özel sektör-kamu iş birliklerinin çeşitlendirilmesi ve yeni modeller geliştirilmesi başlığı öne çıkarken, bu başlık ile direkt ilişkili olarak değerlendirilebilecek teşvik ve finansal kolaylıkların sağlanması, bu konuya odaklı enstitülerin kurulması ve taraflar arası güven ortamının oluşturulması, çalışma grupları tarafından ortaya konan önemli çözüm önerileridir.

- Üniversite-özel sektör-kamu iş birliklerinin çeşitlendirilmesi ve yeni modeller geliştirilmesi (Gelişmiş TTO)
- Özerk- konuya odaklı enstitüler
- Taraflar arası güven sorunu
- Kısa süreli yeşil dönüşüm odaklı sanayi-üniversite projeleri
- Ar-Ge merkezi olan firmaların teşvik ve finansmana daha kolay ulaşması
- Projelerdeki bürokratik engeller (kesintiler, izinler vb.)
- Dijital platformların kurulması ve aktif olarak kullanılması

7. Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyon için Finansman Kaynakları

7. Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyon için Finansman Kaynakları

Bir şirketin inovasyonda öncü olarak hizmet verebilmesi için, Ar-Ge stratejisinin günümüzün hızlı hareket eden dünyasına göre donatılması gerekliliği açıktır. Ar-Ge'ye yönelik küresel yatırım şaşırtıcı düzeylere ulaşmış durumdadır. Yalnızca 2019'da, dünyanın dört bir yanındaki kuruluşlar tarafından Ar-Ge'ye, yaklaşık olarak yarısı endüstriden ve geri kalanı hükümetler ve akademik kurumlardan gelen, küresel GSYİH'nın kabaca %2'sine eşdeğer olan 2,3 trilyon dolar harcadığı bilinmektedir. Özünde şirketler Ar-Ge yatırımlarının, yeni ürünler, hizmetler ve iş modelleri geliştirebilecekleri kritik teknolojiyi sağlamasını beklerler ancak Ar-Ge'nin gerçek bir değer sunması için, kuruluşun misyonunun merkezi olarak konumlanmış olması gerekir. Sağlam bir Ar-Ge stratejisi oluşturmak üç adım gerektirir:

- Genellikle Ar-Ge başarısına engel teşkil eden zorlukları anlamak,
- Strateji için doğru bileşenleri seçmek,
- Strateji yürürlüğe koymadan önce sistemi test etmek.

Ar-Ge, önemli bir inovasyon yatırımı gerektirmektedir, ancak şirketler küresel rekabet, hızla değişen müşteri ihtiyaçları ve çok daha geniş alanlardan gelen teknolojik değişimlerle karşı karşıya kaldıkça, Ar-Ge'nin tüm potansiyelini ortaya koymakta zorlanmaktadır. İnovasyon yatırımını ve uzun vadeli şirket değerini maksimize etmek için kurumsal stratejiyi destekleyen ve bilgilendiren açıkça ifade edilmiş bir Ar-Ge stratejisi gerekliliği doğmaktadır.¹

Önde gelen ülkeler arasında Ar-Ge yatırım ortamının son dinamiklerine bakıldığında, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin, yıllık 550 milyar dolarlık Ar-Ge harcamasıyla bilimsel araştırma ve bilgi üretiminde küresel lider konumunu aldığı görülmektedir. Çin'in Ar-Ge harcamalarındaki 2008'de 135 milyar dolardan 2018'de 439 milyar dolara ulaşan ani artış, ülkeyi bilimsel araştırmada ön sıralara taşımaya itmiştir. Günümüzde en popüler 30 araştırma alanından 23'üne Çin hâkim durumdadır. Bu örnek, bilim ve teknolojide küresel hakimiyet kazanma yarışındaki diğer birçok ülkeye Ar-Ge'ye daha fazla kaynak ayırma konusunda ilham vermektedir.

Bununla birlikte, Ar-Ge için artan harcamalarla karakterize edilen bu rekabetçi ortam, büyük sosyo-ekonomik faydalar sağlayacak sürdürülebilir yeşil yenilikler elde etme arayışıyla motive edilmektedir. Ar-Ge, sürdürülebilir yenilikler yaratmak ve iklim geçişlerini gerçekleştirmek için temel itici güç olarak lanse edilmektedir. Avrupa Birliği'nin düşük karbon teknolojilerindeki araştırma ve inovasyonda bildirildiği üzere yatırımın %85'ini oluşturan özel sektör, sürdürülebilirlik geçişini hızlandırmaya ve yönlendirmeye yönelik bu küresel çabanın dışında tutulmamaktadır.^{2,3} Yatırımda sürdürülebilirliği benimseyen ve sürdürülebilirliği küresel finansal sisteme dahil etmeye çalışan yeni bir yatırımcı grubu, mevcut inovasyon sisteminin, eko-ekonomik ayrışma kavramıyla karakterize edilen yeni bir paradigma bulduğunu göstermektedir. Sürdürülebilirlik konularının çok fazla ilgi ve destek kazandığı günümüzde, yeni ve sürdürülebilir iş modellerini hızlandırma çabaları, insan kaynaklı iklim sorununu çözmeye yönelik net bir yol oluşturmak için geleneksel Ar-Ge anlayışının yeniden tasarlanmasını gerektirmektedir.

¹ McKinsey Company, Tom Brennan, Philipp Ernst, Josh Katz, and Erik Roth, "Strategy & Corporate Finance Practice Building an R&D strategy for modern times" November 2020

² European Council, 2017, <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/european-council/2017/12/14-15/>

³ European Council, 2021, <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/european-council/2021/10/21-22/>

Tablo 20. Büyüme hızlandıran sürdürülebilir yenilik stratejileri ve önemli uygulamalar¹

İnovasyon Stratejisi	Önemli Uygulamalar
Girişimci bilim insanı yetiştirmek	<ul style="list-style-type: none">• Girişimcilik eğitimi vermek• Çevreyle ilgili bilim kadrolarını eğitmek• İnovasyon fikirlerini ticarileştirmek• Ekonomik değeri temel araştırmaya dahil etmek• Üniversite-sanayi iş birliğini teşvik etmek
Bilimsel bilgiyi inovasyon hedefiyle bütünleştirmek	<ul style="list-style-type: none">• Araştırma çıktıları endüstri ihtiyaçları ile eşleştirmek• İnovasyon kavramları için uygulama projelerini başlatmak• Her yerde kullanılabilen eko-inovasyonlar geliştirmek• Araştırmanın büyüme ve sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini ölçmek
Deneyisel araştırmayı hızlandırmak	<ul style="list-style-type: none">• Sürdürülebilirlik odaklı araştırmaya odaklanmak• Araştırma laboratuvarları, materyalleri ve kaynakları sağlamak• Bulması zor yeteneklere yatırım yapmak• Araştırma için modern teknolojiyi benimsemek

Şirketler, araştırma ve geliştirmeye yatırım yaptıklarında çeşitli derecelerde finansal risk sorunlarıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Ar-Ge yatırımı, döngüsellik ve yüksek risk özelliklerine sahiptir ve bu özellikler, Ar-Ge yatırımının çok sayıda uzun vadeli kaynak gerektirdiğini göstermektedir.

Ar-Ge fonları ağırlıklı olarak şirketin içsel ve dışsal finansmanından sağlanmaktadır. Ar-Ge yatırımlarının artmasıyla birlikte finansman yolları öncelik sırasına göre belirlenmekte ve dış finansal kaynaklar Ar-Ge yatırımına önemli katkılar sağlamaktadır. Ar-Ge planlaması kapsamında sektörün dış kaynak sağlayabileceği kaynakların listesi aşağıda verilmiştir (**Tablo 21**).

¹ Sarpong, D., Boakye, D., Ofosu, G., & Botchie, D. (2022). The three pointers of research and development (R&D) for growth-boosting sustainable innovation system. *Technovation*, 102581. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102581>

Tablo 21. Sürdürülebilirlik odaklı Ar-Ge ve inovasyon için finansman kaynakları

Kaynak Adı	Erişim Adresi	Başvuru Boyutu	İçeriği
TÜBİTAK 1704 SAYEM Yeşil Dönüşüm Çağrısı	https://www.tubitak.gov.tr/tr/duyuru/birlikte-basarma-modeline-dayali-sanayi-yenilik-ag-mekanizmasi-sayem-kapsaminda-acilan-yesil-donusum	Belirtilen Öncelikli Konulardaki Tüm İşletmeler	Özel sektör, üniversite ve kamu iş birliğiyle yenilik platformları oluşturularak, sanayi kesimine yönelik üst politika belgelerinin hedefleri olan katma değeri yüksek ürün veya ürün grubu geliştirilmesi amacıyla bir teknoloji ekosistemi olan Sanayi Yenilik Ağ Mekanizması (SAYEM) tasarlanmıştır. Oluşturulan SAYEM platformları ile Türkiye'nin Ar-Ge kaynaklarının etkin kullanımı sağlanarak cari açığın azaltılması hedeflenmektedir.
ERA MIN 3	https://www.era-min.eu/joint-call/era-min-joint-call-2023	Metalik Mineraller, İnşaat Malzemeleri ve Endüstriyel Mineraller Sektörlerindeki Tüm İşletmeler	2023 Çağrısının kapsamı, yakıt dışı, gıda dışı ham maddeleri ele alan ihtiyaç odaklı bir araştırmadır: metalik mineraller; inşaat malzemeleri; endüstriyel mineraller. Bu teklif çağrısı, ERA-MIN3 hedeflerine katkıda bulunabilecek ve uygunluk koşullarını karşılayan üniversiteler, araştırma enstitüleri, şirketler (küçük, orta ve büyük), STK'lar ve kamu yetkilileri dahil olmak üzere ham madde değer zincirindeki tüm aktörleri hedeflemektedir. Önerilen araştırma, çevresel, sosyal, sağlık ve döngüsel ekonomi sorunları gibi uygun sürdürülebilirlik ve teknoloji dışı hususları da dikkate alarak döngüsel bir ekonomide sürdürülebilir ve sorumlu kaynak bulma, birincil ve ikincil ham madde üretimi, tüketimi ve geri dönüşümü işlemlerini teşvik etme potansiyelini açıkça göstermelidir.
Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ve Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB)	https://www.ebrd.com/ https://www.tskb.com.tr/	Enerji Verimliliği Alanında Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler	TSKB (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası) ve EBRD (Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası), yeşil ekonomiyi destekleyen yeni bir kredi anlaşmasına imza attı. EBRD tarafından TSKB'ye sağlanan toplam 53,5 milyon Euro tutarındaki Yeşil Ekonomi Finansman Fonu ("GEFF") çerçevesinde Kredi ile Türkiye genelinde firmaların iklim değişikliği ile mücadele kapsamında gerçekleştirdikleri enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji de dahil olmak üzere, yeşil ekonomi yatırımlarının desteklenmesi amaçlanıyor. GEFF kapsamında kullanılacak kredi Temiz Teknoloji Fonu tarafından da desteklenecek.

Kaynak Adı	Erişim Adresi	Başvuru Boyutu	İçeriği
KOSGEB Yeşil Dönüşüm Destek Programı	https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/8200/yesil-donusum-destek-programi	Enerji Verimliliği Alanında Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler	KOBİ'lerin yeşil dönüşüm konusunda mevcut durumlarının tespit edilerek sorun ve ihtiyaçlarının belirlenmesi, gerekli stratejilerin oluşturulması, kapasitelerinin geliştirilmesi ve öncelikli ihtiyaçlarının karşılanmasıdır.
Horizon Europe	https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en	Önerdikleri görevleri yerine getirmek için operasyonel ve finansal kapasiteye sahip oldukları sürece her türden kuruluş Horizon Europe finansmanına başvurabilir.	Horizon Europe, 95,5 milyar Euro'luk bir bütçeyle AB'nin araştırma ve inovasyona yönelik temel finansman programıdır. İklim değişikliğiyle mücadele eder, BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olur ve AB'nin rekabet gücünü ve büyümesini artırır. Program, iş birliğini kolaylaştırır ve küresel zorluklarla mücadele ederken AB politikalarının geliştirilmesi, desteklenmesi ve uygulanmasında araştırma ve yeniliğin etkisini güçlendirir. Mükemmel bilgi ve teknolojilerin yaratılmasını ve daha iyi yayılmasını destekler.
LIFE Climate Change Mitigation and Adaptation	https://climate.ec.europa.eu/eu-action/funding-climate-action/life-climate-change-mitigation-and-adaptation_en		LIFE programı 2021-2027 dört alt programa ayrılmıştır: "Doğa ve biyolojik çeşitlilik", "Döngüsel ekonomi ve yaşam kalitesi", "İklim değişikliğinin hafifletilmesi ve uyum sağlanması" ve "Temiz enerjiye geçiş". LIFE, Avrupa için Yeşil Mutabakat'ın bir parçası olarak AB'nin iklim politikasının uygulanmasını destekleyerek ve AB'yi önümüzdeki yıllarda ve on yıllarda yaşanacak iklim sorunlarına hazırlayarak, Birliğin iklim açısından nötr ve esnek bir topluma dönüşmesine katkıda bulunur.



Daha iyisini inşa etmeyi önemsiyoruz!

Her zaman daha iyisinin inşa edilmesi hedefiyle farklı kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik ürünler ve çözümler üreten Weber, EC1 sertifikalı ürünleri ile yapılarda iç ortam hava kalitesini artırarak, kendimizi iyi hissetmemize katkı sağlar.



weber çimento esaslı seramik yapıştırıcıları, derz dolguları, zemin tesviye şapları ve endüstriyel zemin kaplamalarının çok düşük oranda uçucu organik bileşik emisyonuna sahip olduğu, EMICODE® EC1PLUS sertifikası ile uluslararası bir kurum olan GEV (Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe und Bauprodukte e.V.) tarafından belgelenmiştir.



Kaynak Adı	Erişim Adresi	Başvuru Boyutu	İçeriği
TÜBİTAK	https://www.tubitak.gov.tr/tr/duyuru/tubitak-2022-2023-öncelikli-Ar-Ge-ve-yenilik-konulari		2013 yılından bu yana TÜBİTAK tarafından her 2 yılda bir “TÜBİTAK Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları” çalışması hazırlanmaktadır. Güncel öncelikli konuları içeren TÜBİTAK 2022-2023 Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları çalışması, “yeşil” ve “dijital” teknolojiler odağında; T.C. Cumhurbaşkanlığı Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu (BTYPK) bünyesinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TÜBİTAK’ın eşgüdümü teknik desteği ile hazırlanan 6 yeni Teknoloji Yol Haritası (Yapay Zekâ, İleri Malzeme, Büyük Veri ve Bulut Bilişim, Motor Teknolojileri, Siber Güvenlik, Biyoteknolojik İlaç) kapsamında belirlenen “Öncelikli ve Kilit Teknolojilerde Ar-Ge ve Yenilik Konuları”, “Avrupa Yeşil Mutabakatı ve İklim Değişikliğine Uyuma Yönelik Ar-Ge ve Yenilik Konuları” ve “Stratejik ve İhtiyaç Odaklı Ar-Ge ve Yenilik Konuları” olmak üzere 3 ana bölümde toplam 264 öncelikli konuyu içermektedir. Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konularının her 4’ünden 1’i Yeşil Büyümeye; her 2’sinden 1’i Dijitalleşme ana odağına hizmet etmektedir
THINK BİGG-TÜBİTAK	https://www.farklabs.com/tr/girisimler-better-future-path/tubitak-think-bigg/		BiGG Yeşil Büyüme Çağrısı, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, Türkiye ekonomisi ve sanayisinin yeşil dönüşümüne katkı sağlamak amacıyla açıldı. Think BiGG ile girişimcilerin başvuruları toplanıp değerlendiriliyor; eğitim süreci sonrası olgunlaşan fikirleri ve iş planlarını alanlarında uzman mentor ve profesyonellerin desteği ile geliştirilerek TÜBİTAK paneline sunulmasına destek veriliyor. İkinci aşamayı da başarıyla geçen girişimler; TÜBİTAK’tan 450 bin TL hibe desteği almaya hak kazandıktan sonra şirket kurma sürecini tamamlıyorlar.

8. İnşaat Malzemeleri Sanayisinde Sürdürülebilirlik Odaklı Ar-Ge ve İnovasyon Alanında İyi Uygulama Örnekleri

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-1

Firma Unvanı: Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Sektör: Çimento ve Hazır Beton

Uygulama: Artık Değilsin Projesi

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı – uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Enerji verimliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım
- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış- uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 puanlık artış

Yaşamakta olduğumuz iklim krizinin etkilerini her geçen gün daha şiddetli ve daha yakından hissediyoruz. İklim değişikliğinin en önemli nedenleri arasında görülen ve küresel gündemin en öncelikli maddelerinden olan CO₂ emisyonlarının azaltılması günümüzde tüm kurum ve kuruluşların ana hedefleri arasında yer almaktadır. Akçansa, sorumluluklarının bilinciyle karbon emisyonların azalması yönünde alternatif yakıt kullanım oranını yükseltmeyi aynı zamanda fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmaya karşı direncini arttırmayı hedeflemektedir.

Sera gazı emisyonları oldukça yoğun olan çimento sektörü aynı zamanda alternatif yakıt ve alternatif ham madde uygulamaları ile döngüsel ekonomiye katkı sağlayan sektörlerin en iyi örneklerindedir. Çimento üretiminde evsel ve endüstriyel atıklar, alternatif ham madde ve alternatif yakıt olarak kullanılarak hem yanma kaynaklı emisyonları hem de proses emisyonları azaltılabilmektedir. Akçansa; aşırı hava olayları ve sıcaklık dalgalanmaları gibi sarsıcı etkileri olan iklim değişikliği ile mücadele kapsamında önemli adımlar atarak, 3 fabrikasında fosil yakıt ikamesi olarak alternatif yakıt kullanımını gün geçtikçe artırmaktadır. Arıtma çamurları ve gemilerden toplanan sıvı atıkların yanı sıra, atık lastiği de alternatif yakıt olarak kullanmakta ve ekonomiye geri kazandırmaktadır. Enerji yoğunluğunu alternatif yakıtlara doğru yönlendirmek, Akçansa'nın en öncelikli konularından bir tanesidir ve ana hedefleri arasında yer almaktadır.

Alternatif yakıt kullanım oranını arttırmak ve özgül ısı tüketimini iyileştirmek için her bir fabrika özelinde yatırım planları hazırlanmış ve uygulamaya geçilmiştir. Büyükçekmece Fabrikası'nda alev borusu aracılığı ile fırına beslenen Alternatif Yakıtların (ATY, Evsel Atık Su Çamuru) fırın intikal bölgesinden atık besleme sistemi ile beslenmesi sağlanmış ve Alternatif yakıt kullanım oranı %18,6'ya çıkarılmıştır. Ladik Fabrikası'nda besleme sistemi modifikasyonu ve proses kontrolü ile Alternatif Yakıt kullanım oranı %26'ya çıkarılmıştır. Çanakkale Fabrikası'nda; yanma veriminin artırılması ve besleme sistemlerinin kalsinatörlere alınması ile Alternatif Yakıt kullanım oranı %21'e çıkarılmıştır.

Türkiye’de mevcut Alternatif Yakıt kullanım oranı %7-8 civarında iken, 2021 yılsonu itibarı ile Akçansa Alternatif Yakıt kullanım oranı %19,1 olarak gerçekleşmiştir. 2030 için ise hedef %35’tir. Projelerin başladığı 2019 yılından bu yılsonuna kadar toplam 970 milyon kg atık ekonomiye geri kazandırılmıştır. Bu rakam, 2,35 milyon insanın 1 yılda sebep olduğu atık miktarına; geri kazanılan enerji ise 928 bin kişinin günlük enerji ihtiyacına eşdeğerdir. Sağlanan kümülatif Sera Gazı azaltımı ile yaklaşık 16,5 milyon adet yetişkin ağacın 1 yılda nötrleyebileceği CO₂ emisyonu da azaltılmıştır.

Akçansa, atık bertarafında önemli bir etki yaratarak deniz ve kara kirliliğinin engellenmesine katkı sağladıklarını, “Artık Değilsin” projesi ile ömrünü tamamlamış lastik, plastik, arıtma çamuru, hafriyat, deniz çamuru, mobilya atığı gibi atıkları alternatif ham madde ve alternatif yakıt olarak kullandıklarını paydaşlarına anlatarak farkındalık yaratmaktadır. Proje stratejisini, günlük hayatta işe yaramaz olarak görünen atıklara farklı bir persona oluşturarak, hedef kitle üzerinde farkındalık etkisi yaratma üzerine kurgulanmıştır. Evsiz olarak karakterize edilen; toplumdan dışlanmış ama değerlendirilmek istenen ömrünü tamamlamış lastik, plastik, mobilya atığının sesini duyurmakta ve onlara fabrikaların kapısını açan Akçansa’nın geri dönüşüm çalışmalarını anlattıkları bir kampanya yaratılmıştır.

“Artık Değilsin” projesinin ilk aşmasında atık olarak ifade edilen karakterlerin NFT’lerini de oluşturarak satışa çıkarmışlardır. Satışlardan elde edilen gelirlerin tamamı Ege Orman Vakfı’na bağışlanarak atıkların ağaca dönüşmesi sağlanmış ve sağlanmaya devam edilmektedir. Faaliyet gösterdikleri Büyükçekmece ilçesinde Şehit Bülbül Eren Ana Okulu’na onarım yapmak amacıyla NFT çizimleri okul duvarına grafiti olarak yapılmış ve çocukların dünyalarını renklendirilmiştir. Projenin 2. fazında ise NFT satışından elde edilecek gelirlerin çevre bağışına dönüşmesini hedeflenmektedir.

Sürdürülebilir bir gelecek için doğanın korunması ve döngüsel bir yaklaşım ile faaliyet göstermeyi sosyal sorumluluk olarak gören Akçansa atıktan değer yaratma hedefi doğrultusunda çalışmalarına devam etmektedir.



Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-2

Firma Unvanı: Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Sektör: Çimento ve Hazır Beton

Uygulama: GreenFormulation (GreenForCement & GreenForConcrete) - Sürdürülebilir Ürün Hareketi

- Sera gazı emisyon azaltımı – uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Kullanım aşamasında bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde sera gazı emisyonu veya enerji veya su azaltımı/tasarrufu sağlayan yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)

Akçansa, 2030 Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında çimento ve beton ürünlerinde klinker kullanımının azaltılması ile düşük karbonlu yeni ürünlerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda çimento ürünleri için “CO₂ Yol Haritası Ürün Planı” çalışması hazırlanmıştır. Bu plan çerçevesinde her bir fabrikanın mevcut ürün portföyü ve hedef pazar ihtiyaçlarına göre ürün ihtiyaçları belirlenmiş ve alternatif yeni ürünlerin geliştirilmesine yönelik planlama yapılmıştır. Alternatif yeni özel ürünler (düşük klinker / düşük karbon) için laboratuvar ölçekli Ar-Ge çalışmaları planlanmış, potansiyeli yüksek yeni ürünlerin endüstriyel ölçekte pilot üretim testleri de başarı ile sonuçlanmıştır. Çanakkale ve Büyükçekmece fabrikalarında uçucu kül besleme yatırımlarının tamamlanmasıyla, düşük klinkerli yeni ürünlerini 2023'te pazara sunmayı hedeflemektedir.

GREEN FORMULATION

2030 yılına kadar yurt içinde satışı yapılan çimento ürünlerindeki karbon emisyonlarının %20 oranında azaltılması ve bu amaçla geliştirilecek yeni ürünler ile mevcut düşük klinkerli ürünlerin satış hacmi oranının en az %100 artırılması hedeflenmektedir. Bu hedefler gerçekleştirilirken müşteri ihtiyaç ve gereksinimleri göz önünde bulundurularak, referans (mevcut) ürünler ile yeni (klinker oranı azaltılmış) ürünlerin performansları eşdeğer olacaktır. Mevcut her ürüne sürdürülebilir bir alternatif sunarken, üretim ve kalitenin temel performans parametrelerinden ödün vermeden bir optimizasyon yapılacaktır.

Hazır Beton fazında da ana hedef klinker oranı düşük çimentoların ve mineral katkıların kullanıldığı betonları geliştirmektir. Alınan aksiyonlar sonrası betonda çimento ve klinker tüketiminin azaltılması ve uçucu kül, cüruf gibi endüstriyel atıkların üretimde kullanılması ile daha çevreci beton üretimi sağlanmış olacaktır.

- 2022 yılında tüketilen çimentonun %25'inde alternatif ve düşük klinkerli çimentolar kullanılmıştır.
- 2022 yılında toplam 98 bin ton cüruf ve kül tüketilmiştir (55 bin ton cüruf ve 43 bin ton uçucu kül).
- 2022 yılında üretilen betonların %51'i Ecocrete (Sürdürülebilir Beton Ürünlerinin Marka İsmi) olarak üretilmiştir (en az %10 düşük klinkerli tasarımlar kullanılmıştır).

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-3

Firma Unvanı: Eczacıbaşı Yapı Gereçleri

Sektör: Seramik Kaplama, Seramik Sağlık Gereçleri ve Armatürler

Uygulama: Enerji Verimliliği Artırma Çalışmaları

Kazanımlar:

- Enerji verimliliğinde artış - uygulama öncesine toplam enerji tüketiminde %9,4 (kwh/ton) azaltım
- Su verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre toplam su tüketiminde %12,5 (m³/ton) azaltım
- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az %5,4 artış.

**(2020 ve 2021 yılları arasındaki veriler karşılaştırmada kullanılmıştır.)*

Enerji Verimlilik Çalışmaları

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından verilen “Verimlilik Artırma Projesi” desteği kapsamında ısı geri kazanımı sayesinde ısınma için gerekli enerji tüketiminin önüne geçilerek yalnızca 2021 yılında 5,5 GWh'in üzerinde enerji tasarrufu sağlanmıştır. 2016 yılından itibaren ekonomizer sistemlerin kullanılmasıyla 2021'e kadar toplam 32,39 GWh enerji tasarrufu elde edilmiştir. Bu oran 2021'deki enerji tasarrufu projelerinin 1/3'üne, 2016'dan bu yana tüm enerji tasarruflarının %71,9'una karşılık gelmektedir.



Su Verimlilik Çalışmaları

Üretimin çeşitli alanlarında taze su yerine arıtılmış su kullanılması sayesinde 2007 yılında 30 000 m³ atık suyun geri döndürülmesiyle başlanan bu yolculuğa 2021 yılında tüm kullanımın %40'ına karşılık gelen 150 bin m³ suyun geri kazanılarak üretimde yeniden kullanılması ile devam edilmektedir. Buna ek olarak sızdıran suyun yeniden kullanılması projesi dahilinde;

- Sızdıran suyun değirmen doldurmada yeniden kullanılması
 - Zaman ayarlı armatürlerle sızdıran suyun dönüştürülmesi
 - Sızdıran suyu geri kazanım havuzlarında toplanan suyun sızdıran robotlarının temizliğinde kullanılması
 - Sızdıran robotlarının kirliliği tespit etme ve daha az su kullanma hassasiyetinin artırılması
- Çalışmaları ile yılda ortalama 25 000 m³ su tasarrufu sağlanmıştır.

Malzeme Verimlilik Çalışmaları

Yolluk Tasarım Optimizasyonu çalışması ile, döküm kalıplarındaki yapılan simülasyon destekli yeni yolluk tasarımları sayesinde parça başına düşen yolluk-besleyici miktarı azaltılmıştır. (101,5-ton ham madde azaltımı, toplam malzeme kullanımında %7,6 azalmaya eşit).

Üretimdeki pirinç talaşları belirli işlemlerden geçirildikten sonra indüksiyon ocağında ergitilerek tekrar kullanılmaktadır. Bu işlem toplam ham madde kullanımının %26'sına karşılık gelmektedir.

FFC (fine Fire Clay) ürün iskartalarının öğütülerek saf ham madde yerine üretimde yeniden kullanılmasıyla 2021 yılında 2.650-ton daha az doğal kaynak tüketimi sağlanmıştır.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-4

Firma Unvanı: Fibrobeton Yapı Elemanları İnş. Ve San. Tic. A.Ş.

Sektör: Prefabrik Yapı Elemanları

Uygulama: Tekrar Kullanılabilir Uyarlanabilir Kalıp Sistemi

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Üretimden çıkan atık miktarında azaltım - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına katı atık veya atık su miktarında %10 azaltım
- Kullanım ömrü bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde uzatılmış yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)

Fibrobeton tüm projelerini deneysellik ve sürdürülebilirlik anlayışıyla hayata geçirirken mimarlık mesleğine hizmet etmek üzere attıkları her adımda ana çalışma alanı olan yapı kabuğu için proje bazlı çözümler üretmektedir. Fibrobeton, dünya çapında çok sayıda tasarım ofisi ile stratejik olarak iş birlikleri yapmaktadır. Bu sayede özellikle parametrik ve amorf formların yapımı konusunda uzmanlaşmış ve tasarım ofislerinin çözüm ortağı olmuştur. Özgün projeler için üretim yapmak, özgün geometriye sahip kalıp üretimini gerektirmektedir. Bu durum, bir proje için kullanılan kalıbın, başka proje için kullanılamamasına ve birim üretim başına çok yüksek bir atık oluşumuna yol açmaktadır. Fibrobeton, bu yüksek miktarda atığı azaltmak için, özgün ve değişken yüzey üretimlerinde bilgisayarla kumanda edilen ve formu istenen geometriye göre ayarlanabilen uyarlanabilir kalıp sistemlerine yatırım kararı almıştır. 2021 yılında başlayan çalışmalar 2022 yılı ortalarında tamamlanmış ve ilk kalıp sistemi üretim hattına dahil edilmiştir.



Kurulan bu sistem sayesinde yılda 1.500 m³ polistiren kalıp malzemesi tasarrufu sağlanmaktadır. Bu tasarruf karşılığı olarak yıllık 310 ton CO₂ emisyonu azaltılmaktadır. Aynı zamanda uygulama sonrasında, fabrikanın birim üretim başına düşen CO₂ emisyonu %3,5-%4 civarında azaltılmıştır. Bu sistem sayesinde, talep edilen geometrik formlar, kalıp sisteminde tekrar kullanılabilir esnek malzemeye pistonların şekil vermesi ile oluşturulmaktadır. Yüzeydeki esnek malzeme, tek kullanımlık kalıpların yerini alarak, ortaya çıkan atık miktarı ve buna bağlı olarak CO₂ salımını azaltılmaktadır.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-5

Firma Unvanı: Fibrobeton Yapı Elemanları İnş. Ve San. Tic. A.Ş.

Sektör: Prefabrik Yapı Elemanları

Uygulama: Çatı Üzerine Güneş Enerji Santrali Kurulumu

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Yenilenebilir enerji kullanımı % payında artış - uygulama öncesine göre yenilenebilir enerji % payında en az 1.5 Puanlık artış

Fibrobeton Düzce Fabrikasında fabrika binası çatılarına 2022 yılı içinde 2.700 panelden oluşan Fotovoltaik Güneş Enerji Santrali (GES) kurulumu tamamlamıştır. Yatırım kararı 2020 yılı içinde alınan tesisin tüm izinlerinin alınması ve gerçekleştirilmesi 16 ay sürmüştür. 1.420 mWs enerji üretme kapasitesine sahip GES sayesinde, fabrikada yıllık 1.100 ton CO₂ emisyonu azaltılacaktır.

Yılda (2022) 1.560 mWs elektrik enerjisi kullanılan fabrikada, kullanılan elektriğin %91 oranında karşılanması ve CO₂ emisyonunun toplam fabrika enerji kullanımında (mazot, doğalgaz ve elektrik) %76 oranında azaltılması sağlanacaktır. Böylece fabrikada üretim, ısıtma, fabrika içi tüm makine çalışmaları ve aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisinin büyük kısmı yenilenebilir kaynaklardan temin edilecektir.



Bu yatırım, firmanın sürdürülebilirlik stratejisi ve Avrupa yeşil mutabakat kriterlerine uyum konusundaki çalışmalarına büyük katkı sağlayacaktır. Bu yatırımın Fibrobeton ürünlerinin birim üretim başına CO₂ emisyonunu ise %15 oranında azaltacağı hesaplanmaktadır. Ekonomik açıdan ise GES yatırımının 6 yılda kendini amorti etmesi beklenmektedir.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-6

Firma Unvanı: Georg Fischer Hakan Plastik Boru ve Profil San. Tic. A.Ş.

Sektör: Plastikten Mamul Tüp, Boru, Hortum ve Bunların Bağlantı Elemanları

Uygulama: Yeşil Enerji Kullanımı

Kazanımlar:

- Yenilenebilir enerji kullanımı % payında artış - uygulama öncesine göre yenilenebilir enerji % payında en az 1.5 Puanlık artış



Petrol fiyatlarının artması ile artan elektrik üretim maliyetlerinin tüketime yansması, fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve meydana getirdiği çevre problemleri nedeniyle, petrol ve kömüre dayalı klasik yöntemlerle üretilen elektrik enerjisi yerine yenilenebilir kaynaklardan temin edilen elektrik enerjisi kullanımı hedeflenmiştir.

2021 yılında gerçekleşen elektrik enerjisi tüketiminin %55'i Yeşil Enerji kaynaklarından sağlanmış olup, 2022 yılında tüm elektrik tüketiminin Yeşil Enerji kaynakları ile sağlanması planlanmıştır. 2022 yılında Çerkezköy tesisinde kullanılan elektrik enerjisinin %100'ü Yeşil Enerji kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Temin edilen Yeşil Enerji, üretici tarafından sağlanan I-REC sertifikası ile sertifikalandırılmıştır.

2021 yılında Yeşil Enerji Kullanımı ile Kapsam 2 CO₂e emisyonlarımızda %45 azalım sağlanmıştır. 2022 yılında 24 bin MW'lık Yeşil Enerji kullanımı ile Kapsam 2 CO₂e emisyonlarının giderimi sağlanmaktadır.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-7

Firma Unvanı: Georg Fischer Hakan Plastik Boru ve Profil San. Tic. A.Ş.

Sektör: Plastikten Mamul Tüp, Boru, Hortum ve Bunların Bağlantı Elemanları

Uygulama: Enerji Verimliliği Artırma Çalışmaları

Kazanımlar:

Enerji Verimliliği çalışmaları enerjiye ulaşımın her geçen gün zorlaşması ve doğal kaynakların azalması dolayısıyla önemi artmaktadır.



Endüstriyel tesislerde kritik enerji tüketim noktalarından birisi de kompresörler ile basınçlı hava üretimidir. Basınçlı hava uygulamalarında sistemin ihtiyaç duyduğu hava miktarından fazlası prosesin etkilenmemesi için set edilmektedir. Sistem basıncını optimum noktaya ulaştırmak için tesisatların düzenlenmesi, ring hatlarının kurulumu ve hava kaçaklarıyla mücadele edilmesi gerekmektedir.

Hava kaçakları şartlandırıcı, tesisat bağlantı noktaları, hava tabancaları, valfler vb. pnömatik ekipmanlarda oluşabilmektedir. Hava kaçakları ile mücadelede klasik yöntem, hatların çalışmadığı günlerde tesiste dinleme yöntemiyle kaçağın tespit edilerek giderilmesidir.

2022 yılında başlatılan haftalık Enerji Gemba yürüyüşlerinde ele alınan konulardan biri de hava kaçaklarıyla mücadele olmuştur. Hava kaçağı tespitinde klasik yöntemin aksine Sonik Endüstriyel Görüntüleme cihazı kullanılarak sadece hatların durduğu zaman değil, istenilen zamanda tespit ve hızlı aksiyon alınabilmektedir. Cihazın sağladığı diğer avantajlar; insan kulağının algılayamayacağı hava kaçaklarının ortalama 20 m uzaklıktan yerinin nokta atışı tespiti ile kaçak büyüklük değerlendirmesinin yapılması ve anlık görüntünün kaydedilerek raporlamaların otomatik yapılabilmesidir.

2022 yılında yapılan kontroller ile Çerkezköy tesisinde 245, Şanlıurfa tesisinde 109, toplamda ise 354 hava kaçağı giderilmiştir. Kompresör basıncında 0,2 barlık düşüş elde edilerek, yaklaşık 60 bin İsviçre Frankı eşdeğerinde enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-8

Firma Unvanı: Işıklar İnşaat malzemeleri san. Tic. A.Ş.

Sektör: Tuğla

Uygulama: Enerji Verimliliği Artırma Çalışmaları

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Enerji verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım

Fabrika içinde elektrik enerji verimliliği anlamında kişisel kullanımın azaltımı yönünde tüm aydınlatmalar değiştirilmiştir. Asıl enerji kullanımı olan doğalgaz konusunda büyük adımlar atılmıştır. Tuğla pişirilen fırınların kazanları tamamen yenilenmesi ile %15 daha az enerji kullanılarak aynı ürün miktarı elde edilecektir. Kullanılan doğalgaz miktarı azaltımı ile doğrudan karbon emisyonu azaltımı sağlanacaktır.



Eski tip verimsiz motorların değişimi ile fabrikanın tüm 11 kW üzeri motorları değiştirilecek ve daha verimli motorlara geçilecektir.

İş güvenliği ve elektrik tasarrufu açısından elektrik panolarının modernizasyonu ve motorlar için sürücü ilaveleri yapılacaktır.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-9

Firma Unvanı: İzocam Tic. ve San. A.Ş.

Sektör: Yalıtım Malzemeleri

Uygulama: Ambalajlarda Döngüsel Malzeme Kullanımının Artırılması

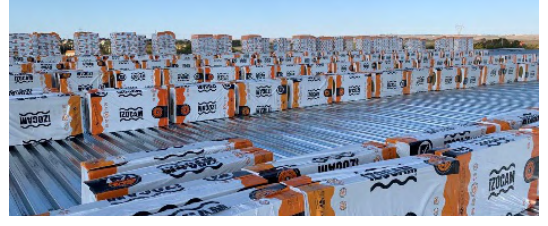
Kazanımlar:

- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 Puanlık artış
- Kullanım aşamasında bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde sera gazı emisyonu veya enerji veya su azaltımı/tasarrufu sağlayan yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)

Sürdürülebilirlik hedefleri kapsamında ürünlerde kullanılan ambalajların geri dönüştürülebilir içeriğini artırmak ve "Bakir" ham madde kullanımından kaçınmak için, Taşyünü ürünlerinde kullanılan PE

ambalajlar %50 geri dönüştürülmüş içeriğe sahip olacak şekilde yenilemiştir. Bu sayede hem Kapsam 3 emisyonu hem de plastik ham madde tüketimi azaltmıştır.

Taşıyıcı ürünlerinde başlanan bu çalışmanın, 2023 yılı içerisinde ürün gamındaki PE ambalaj kullanılan diğer ürünlere de aktarılması planlanmaktadır.



Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-10

Firma Unvanı: Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik Sanayi A.Ş.

Sektör: Seramik Kaplama ve Seramik Sağlık Gereçleri

Uygulama: Isı Geri Kazanım Projeleri

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı – uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Enerji verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım

Seramik üretimi yoğun enerji tüketimi gerektirmektedir. Günümüzde seramik endüstrisinde kullanılan enerji kaynağı doğalgazdır. Enerji maliyetleri, üretim maliyeti içerisinde oldukça yüksek paya sahiptir.

Doğalgaz üretim prosesleri içinde, seramik çamurunun kurutulması, karo üretim hatlarında kurutucu ve fırında kullanılmaktadır. Seramik ham maddeleri öğütme, eleme gibi çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra belirli oranlara göre tanımlanmış reçeteye göre sulu, homojen karışım haline getirilmektedir. Elde edilen bu karışım, püskürtmeli kurutucularda suyunun buharlaştırılması vasıtasıyla, içinde belirli bir oranda nem ihtiva edecek şekilde granül hale getirilmektedir.

Elde edilen bu granül malzeme seramik karo üretim hatlarındaki preslerde istenen ebat sağlanacak şekilde şekillendirilerek dikey kurutucularda kurutma işlemi uygulanmaktadır.

Şekillendirilen ve üzerine aplikasyonlar uygulanan seramik karonun seramik fırınlarında pişirimi sağlanmaktadır. Bu işlem sırasında fırınlarda 1.200 °C seviyelerinde yüksek sıcaklığa erişilmektedir. Pişirimi gerçekleşen karo fırınının farklı bölmelerinde hava ile soğutulmaktadır.

Gerçekleştirilen bu proje ile soğutma bölmelerinden atmosfere verilen sıcak hava, izolasyonu sağlanmış izolasyonlu boru hattı yardımı ile alınarak dikey kurutucu, ön kurutma ve püskürtmeli kurutmalara verilmiştir.

Böylelikle enerji tedariki kaynaklı maliyetlerde tasarruf sağlanmış, sera gazı salımları azaltılmış, doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunulmuştur.



Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-11

Firma Unvanı: ODE Yalıtım A.Ş.

Sektör: Yalıtım Malzemeleri

Uygulama: Enerji Verimliliği ve Atık Yönetimi Çalışmaları

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Enerji verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım
- Üretimden çıkan atık miktarında azaltım - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına katı atık veya atık su miktarında %10 azaltım
- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 Puanlık artış
- Kullanım aşamasında bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde sera gazı emisyonu veya enerji veya su azaltımı/tasarrufu sağlayan yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)
- Kullanım ömrü bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde uzatılmış yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)

ODE Yalıtım, enerji verimliliği ve sıfır atık uygulamaları konusunda üretim proseslerini sürekli güncelleyen, çevre ve insana duyarlı üretim bilinciyle hareket eden, yarınlar için bilinçli üretime öncülük eden köklü bir kuruluştur. 2022 yılı sürdürülebilirlik çalışmaları kapsamında yürüttüğü iyi uygulama örnekleri şu şekildedir:

Enerji Verimliliği

► Enerji tüketimlerini azaltma yönünde atık ısıların değerlendirilmesi projeleri yürütülmektedir. Günümüz itibarıyla membran tesisindeki doğal gazla çalışan sistemlerin ihtiyacının %45'lik kısmı atık ısılarından karşılanırken, idari binaların ısıtılmasında da bu sistemden faydalanılmaktadır. Starflex camyünü üretim tesisinde son bir yılda %3,3 ve son 3 yılda %5,99 oranında elektrik enerji verimliliği sağlanmıştır.

Aynı tesiste son 3 yılda sağlanan %9'luk doğalgaz enerji verimliliği 2022 yılında da korunmuştur.

► Eskişehir fabrikasının çatısının tamamını güneş panelleriyle donatılarak 2.400 kWp kurulu güç elde etme projesi hayata geçirilmiştir. Tesisin enerji verimliliğini artırmak için güneş enerjisi kurulumlarını genişletilmiş, LED aydınlatma sistemleri kurulmuştur.

- Çorlu'daki tesisinde yalnızca bir yıl içinde 2.864 m³ su, 819 bin 318 kWh enerji tasarrufu sağlanmıştır.
- Üretim hatlarında kontrol sistemi geliştirilmiş, ayrıca hava tüketimi gerektiren hatlarda yeni nesil teknolojilere geçerek hava tüketiminde %14 enerji tasarrufu sağlanmıştır.
- Camyünü ürün grubunda üretim proseslerini geliştirerek, fırın enerji tüketiminde %3,8'lik tasarruf sağlanmıştır.

Üretimden Çıkan Atıklara Yönelik Uygulamalar:

- ODE Yalıtım atıkların azaltılması projeleri yürütmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından sürdürülen Sıfır Atık Projesi kapsamında da Sıfır Atık Yönetim Sistemini kurarak kısa sürede önemli gelişmeler kaydedilmiştir.
- Geri dönüşüme gönderilen kağıtlar sayesinde 2.524 ağaç kesilmekten kurtarılmıştır.
 - Petrol kullanımı 1.293 varil, demir kullanımı ise 60 ton azaltılmıştır.
 - Geri dönüştürülmüş cam kırığı ham madde kullanımını %8 artırarak, döngüsel ekonomide çok önemli yeri olan cam kırığının milli ekonomiye geri kazanılmasına olan katkılarını daha da artırmışlardır.

Karbon Salımı

- Lojistik sürecinde oluşan karbon salımlarının azaltılması amacıyla yükleme miktarlarını artıran HİPERPACK projesini hayata geçirerek, sevke çıkan tır adedinde %10,5'lik bir azalma sağlanmış bu sayede sevkiyattan kaynaklı karbon ayak izi küçültülmüştür.
- Fabrika alanlarını daha çok yeşillendirmek için ağaç dikimi gerçekleştirilmiştir.
- Ürettiği yalıtım ürünleri gruplarının tamamında ve 16 ürün serisinde Çevresel Ürün Beyanı (EPD) belgesine sahip bir yalıtım şirkettir.



Yenilikçi Ürün

- ODE Yalıtım'ın inovasyon merkezi Greentech Ar-Ge önemli bir başarıya imza atarak, yangın esnasında daha az duman oluşumu sağlayan "B-s1-d0" yangın sınıfına ait R-Flex markalı elastomerik kauçuk köpüğü geliştirmiştir.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-12

Firma Unvanı: Polisan Kansai Boya San ve Tic A.Ş.

Sektör: Boya

Uygulama: Enerji Verimliliği, Emisyon ve Atık Azaltım Projeleri

Kazanımlar:

- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 Puanlık artış
- Kullanım aşamasında bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde sera gazı emisyonu veya enerji veya su azaltımı/tasarrufu sağlayan yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)
- Kullanım ömrü bilinen geleneksel ürünlere göre belirgin ölçüde uzatılmış yenilikçi ürün geliştirme (2020 yılı ve daha sonrasında yapılan uygulamalar)
- 2020 yılı için emisyon yoğunluğu 0,067 tCO₂e/ton ürün iken 2021 yılında 0,037 tCO₂e/ton ürüne düşürülmüştür. Azaltım oranı %45,01'dir.
- 2020 yılı için elektrik enerji yoğunluğu 95 kWh/ton ürün iken 2021 yılında 81 kWh/ton ürüne düşürülmüştür. Azaltım oranı %14,7'dir.
- 2021 yılında tüketilen 8.651.866 kWh elektrik miktarının 4.325.000 kWh 'ı IREC sertifikalı olarak yenilenebilir enerjilerden temin edilmiştir. Bu oran %50'ye karşılık gelmektedir.
- 2020 yılında Gebkim tesisinde başlatılmış olan, ÇEVKO tarafından teşvik ödülüne layık görülen "Atık Azaltım Projesi" ile 2021 yılında ton başına tehlikeli atık miktarında %7,9 azaltım sağlanmıştır.
- 244 adet ikinci el makinayı, kapasite ihtiyacı daha düşük bayilerine yönlendirerek yeniden kullanımını; ömrü dolmuş 30 makinenin ise metal ve elektronik aksamını geri kazanım tesislerine yönlendirerek 6 ton metal atık geri kazanımı sağlanmıştır.
- Sirkülasyonu düşük atıl boya ürünleri astar boya yapımında kullanılarak malzemelerin ülke ekonomisine yeniden kazandırılması için, atık üretmeksizin tedarik zincirine dâhil ederek, döngüsel ekonomiye fayda sağlanmıştır.
- 2022 yılında satın alınan ambalaj malzemelerinde geri dönüşümlü ambalaj malzemesi kullanım oranı %2,43'tür.
- Polisan, ürünlerinde biyo bazlı malzeme kullanım oranını artırmakta, emisyon miktarlarını ve üretim emisyonlarını azaltmakta, girdi ham maddelerinde çevresel etkisi düşük ham madde kullanımına geçişi sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde;
 - Su bazlı boya ürün portföyünün en az %50'si Avrupa Komisyonu (EC)'nun belirlediği VOC limitlerin altına çekilmiştir.
 - Solvent bazlı ürün portföyünün ise yaklaşık %35'i Avrupa da beyan edilen VOC limitleri altında bulunmaktadır.
 - Solvent bazlı alkid boyalarda biyo bazlı ham madde kullanım oranı %30'ların üzerine çıkarılmıştır.
 - Ürünlerinin %40'ında APOE Free (Alkil Fenol Etilen Oksit) / Eco etiket ham madde kullanımına geçiş sağlanmıştır. 2023 yılında ürünler %100 APOE Free olacaktır.
 - 2019 yılında geçişi tamamlanan solvent bazlı mix sistemindeki selülozik mobilya ürün grubu entegrasyonu; 2021 yılında müşteri sahasında temizleme solventleri kaynaklı atıklar %40 daha az üretilmiştir. 2022 yılına ait hesaplamalar Ocak 2023'te tamamlanacaktır.
- 2021 yılında geliştirilen Elegans Light Soft Mat ürünü, düşük VOC içeren yapısı ile çevreye duyarlı bir ürün olarak öne çıkarken aynı zamanda esnekliği sayesinde çatlama yapmamakta ve yüksek kapaticılığıyla ekstra metrekare avantajı sağlayarak, uzun ömürlü kullanımı ile döngüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır.
- Hava alanlarının boyanmasında kullanılan solvent bazlı akrilik işaretleme boyalarına yüksek performanslı, dayanımlı su bazlı boyalar ile alternatif oluşturularak VOC değerini 400 g/l'den 50 g/l'lere kadar düşürmek üzere çalışmalar devam etmektedir.

- Ameliyathanelerin ağır koşullarında kullanılmak üzere geliştirilen, Türkiye’de ilk ve tek olan Biopox Su Bazlı Epoksi Antibakteriyel Boyalar da yüksek dayanım ve koruma sunarak hijyenik bir duvar yüzeyi sağlamaktadır.

Polisan, tüm ürün ve operasyonlarında enerji verimliliği, emisyon azaltımı, yenilikçi ve çevreye duyarlı ürünler, doğal kaynak tüketiminin azaltılması, biyo bazlı ham madde kullanımı, AB çevre etiketi standartlarına uygun ve tip 1 çevre etiketli ürün geliştirmek üzere stratejiler belirlemekte ve uygulamaktadır. 2023 yılında petrol türevli ham maddelerin yerine %25 oranında biyo bazlı ham madde kullanımına geçilmesi hedefi kapsamında solvent bazlı alkid boyalarda biyo bazlı ham madde kullanım oranı %30’ların üzerine çıkarılmıştır.

2025 yılında Polisan portföyünün %10’unun uluslararası geçerliliği olan çevre etiketli ürünlerden oluşması hedeflenmektedir. Bu kapsamda, ürünlerin %40’ında APOE Free (Alkil Fenol Etilen Oksit) / Eko etiketli ham madde kullanımına geçiş sağlanmıştır. 2023 yılında ise ürünlerin %100 APOE Free olması hedeflenmektedir.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında mutlak emisyon ve emisyon yoğunluğu azaltım hedefleri doğrultusunda Gebkim Fabrikasında;

- Kompresör otomasyon kurgusunda gündüz ve gece senaryoları ile 145.000 kWh/yıl,
- Etiket yazıcılarının otomasyon sisteminde yazılım revizyonu yapılarak 15 dakika işlem yapmayan etiket yazıcısının kendini kapatması sağlanarak 195.000 kWh/yıl,
- Tüm sahada bulunan 5.000 fiziki hava kaçak noktalarında yapılan ölçümlerde tespit edilen hava kaçakları giderilerek 186.000 kWh/yıl
- Tank yıkamaları, mamul transferleri, makine çalışma sürelerinin kısaltılması ile yıllık 42.700 kWh/yıl,
- Dolum sürelerinde yapılan iyileştirme çalışmaları ile ortalama çevrim süresinde %24, üretim devreye alma süresinde %73 iyileştirme sağlanarak 137.437 kWh/yıl,
- Arıtma tesisi blowerları otomasyonları da dahil olmak üzere gerçekleştirilen tüm Kaizen çalışmaları ile 910.913 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Stratejik hedefleri kapsamında devam eden projeleri;

Proje	Başlıca Kazanımlar	İş birliği	İlerleme Durumu
Kendi Kendini Onarabilen Su Bazlı Poliüretan Emülsiyonlarının Geliştirilmesi ve Anti Korozyon Boya Formülasyonlarında Kullanımı	- Ekolojiye ve insan sağlığına duyarlı, düşük VOC içeren ve aynı zamanda kendi kendini onaran yeni nesil anti korozyon boya formüllerini geliştirmek, - Proje ile dünyada ve Türkiye’de alanında ilk olmak.	- Sabancı Üniversitesi	2021 yılında pilot ölçekli olarak üretilmiş reçinenin endüstriyel ölçekli üretimi için çalışmalar sürmektedir.
Biyokirlenmeye Dirençli Kolay Temizlenebilir Biyositsiz Karina Boyası İçin Bağlayıcı Tasarımı, Sentezi ve Boya Geliştirilmesi	- Biyosit içermeyen deniz boyası geliştirmek.	- Sabancı Üniversitesi - Pınova	Proje devam etmektedir.

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-13

Firma Unvanı: Saint-Gobain Rigips Alçı Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Sektör: Yapı Alçıları ve Alçı Levhalar

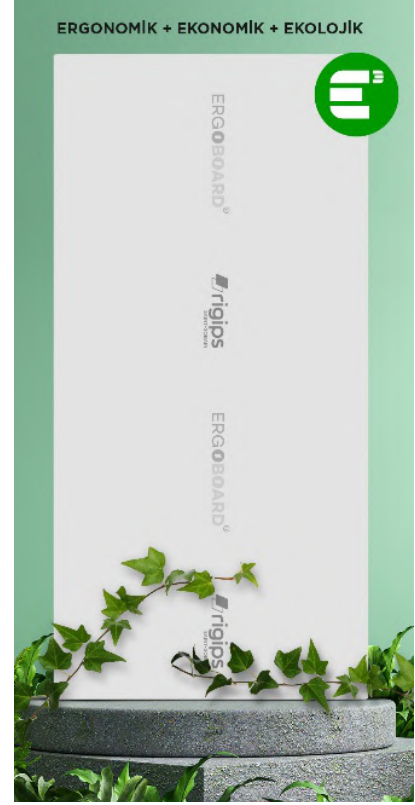
Uygulama: Ergoboard® Standart Alçı Levha

Kazanımlar:

- Sera gazı emisyon azaltımı - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen eş değer CO₂ emisyonunda en az %3 azaltım
- Enerji verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım
- Su verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim başına düşen su tüketiminde en az %10 azaltım

Saint Gobain grubunun sürdürülebilirlik çalışmaları doğrultusunda (hafif inşaat malzemeleri) yürütülen proje kapsamında, ürünün üretilmesi için gereken ham madde, su ve enerji kullanımlarının belirgin bir biçimde azaltılması hedeflenmiştir. Bu üretim sırasında kullanılan ham madde, kimyasal ve proseslerin yeniden tasarlanması ile sektördeki en hafif ve TSE standartlarına uyumlu Ergoboard® ortaya çıkmıştır. Elde edilen kazanımlar:

- Enerji Kullanımı Azaltımı: %16 (üretim)
- Su Kullanımı Azaltımı : %20 (üretim)
- Ham madde Kullanımı Azaltımı : %28 (üretim)
- CO₂ emisyon azaltımı: %16 (üretim ve nakliye)



Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-14

Firma Unvanı: Saint-Gobain Weber A.Ş.

Sektör: Yapı Kimyasalları ve Su Bazlı Boya Üretimi

Uygulama: Su Kullanımında Verimlilik Çalışmaları

Kazanımlar:

- Su verimliliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim başına düşen su tüketiminde en az %10 azaltım

Weber'in İzmir Fabrikası'nda üretim ve çalışanların hijyen vb. amaçlar ile kullandıkları su, arıtma sisteminden geçmektedir. Bu arıtma sisteminde kum filtresi ve sertlik giderme ünitelerinden çıkan geri yıkama suları tekrar kullanıma sunulamamaktaydı. Bu nedenle, yeni bir sistem kurularak daha verimli bir yöntem seçilmiş ve su tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir.

Yeni sistemde ters ozmoz yöntemi tercih edilmiş, bu sayede; kum filtresi geri yıkama suyu sisteme geri döndürülmüştür. 1. ters ozmoz atık suyu, 2. ters ozmozdan geçirilerek deşarj edilen su miktarı azaltılmıştır. 2. ters ozmoz atık suyu da atık su arıtma tesisinde kaba temizliklerde kullanılmaya sokulmuştur. Bu tasarımla 2022 yılında, 2021 yılı baz alınarak birim ürün başına %33'e yakın su tasarrufu sağlanmıştır.



**Ürün başına su tüketimi
(m³su /ton ürün)**

**2019 ► 3,26
2021 ► 2,36**

**2020 ► 2,66
2022 ► 1,59**

Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-15

Firma Unvanı: Tepe Betopan Yapı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.

Sektör: Çimentolu Yapı Levhası

Uygulama: Güneş Enerji Santrali ve Döngüsel Ekonomi Çalışmaları

Kazanımlar:

- Yenilenebilir enerji kullanımı % payında artış - uygulama öncesine göre yenilenebilir enerji % payında en az 1,5 Puanlık artış
- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 Puanlık artış

Enerji tedarikinde yaşanan zorluklar ve küresel çevre kirliliğine sebep olan fosil yakıt kaynaklı enerji üretim sistemleri yerine, hem çevresel etkilerinin daha az olması hem de devamlılık ve yenilenebilirliği sağlayan enerji kaynaklarına yönelimin artması nedeniyle, Tepe Betopan'da güneş enerjisi santrali (GES) yatırım kararı alınmıştır.

Güneş enerjisi kurulum ve kullanım kolaylığı olmasının yanı sıra, atık oluşturmayan, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynağıdır.

ASO 2. OSB'de kurulu, elyaf takviyeli çimentolu yapı levhası üreten tepePAN fabrikasının 15.000 m² çatısı üzerinde, 2,3MWh kurulu güce sahip GES yatırımının, tesisin elektrik ihtiyacının %36'sını karşılayan yatırımın geri dönüş süresi 42 aydır.

Doğal kaynakların tükenmesi ve çevresel sorunların arttığı günümüzde, malzemenin yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu atık miktarının azaltılması ve malzemenin yeniden kullanımı önem kazanmıştır. Üretim sisteminde oluşan atıkların tekrar değerlendirildiği, bu sayede ham madde maliyetleri minimize edilirken, kaynak verimliliğinin üst düzeyde tutulduğu, sürdürülebilir bir üretim modeli olan, "döngüsel ekonomi" şirketin sürdürülebilirlik hedeflerindedir.

Yeşil Mutabakat'a uyum çerçevesinde; karbon emisyonlarının azaltılması hedefleri doğrultusunda, Bilkent, Ankara'da kurulu ülkemizin ilk yapı levhası olan çimentolu yonga levha (Betopan) üretilen fabrikasında Tepe Betopan, ürünlerinin kesim atık tozlarını, tekrar üretimde kullanmaktadır. Bu uygulama ile %5 oranında ham madde girdisi azaltılarak, kesim atık tozları döngüsel malzeme olarak kullanılmaktadır.

Tepe Betopan gerçekleştirdiği bu iyi uygulama örnekleri ile; çevreyi kirletmeden üretmeye çalışmakta ve döngüsel ekonominin tek çıkış noktası olduğunun bilincinde iyi uygulamaları arttırarak çevreye duyarlı gelişimini sürdürmektedir.



Yeşil Dönüşüme Yönelik İyi Uygulama Örnekleri-16

Firma Unvanı: Vezirköprü Orman Ürünleri ve Kağıt Sanayi A.Ş.

Sektör: Orman Ürünleri

Uygulama: Arıtma Tesisinden Çıkan Atık Çamur-Döngüsel Malzeme Kullanım Oranında Artış

Kazanımlar:

- Enerji verimliğinde artış - uygulama öncesine göre birim üretim miktarı başına düşen enerji tüketiminde en az %1 azaltım
- Döngüsel malzeme kullanım oranında artış - uygulama öncesine göre toplam ham maddedeki iç veya dış geri dönüştürülmüş malzeme %'sinde en az 5 Puanlık artış

Vezirköprü'nün arıtma tesisinden yılda 2.600 ton %40 sulu atık çamur çıkmaktadır. Bu çamuru atık bertaraf firmalarına vererek imha edilmesi hem mali hem de operasyonel olarak zahmetli bir uygulamadır. Çamurun depolanması imkânı olmadığı için günlük olarak ve %80 sulu halde atık imha tesislerine taşınması gerekmektedir. Bu hem zaman alan hem de maliyetli bir işlemdir. Yapılan çalışmalar neticesinde, bu çamurun su oranı düşürülerek (%40 oranına) yakıt kazanlarında mevcut biokütle ile karıştırılması sonunda yakılabileceği görülmüştür. Atık analizlerine göre çamur büyük oranda selülozik lif içermekte ve tehlikesiz atık olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan atığın mevcut kazanlarda yakılarak ısı enerjisine dönüştürülmesi izni alınmıştır.



Odun tozunun ısı değeri 19,23 MJ/kg (4592 cal/g) dir. Proje ile yılda yaklaşık 1.500 ton atık yakılarak yılda yaklaşık 30 milyon MJ değerinde ısı elde edilmektedir.

Destekleriniz için Teşekkürler

AKÇANSA

Filli Boya
Dalmacyalı
İLERİ İSİ YALITIM SİSTEMİ
"DOĞRUSU"

FİBROBETON®

Yapılarına Değer

+GF+ İHP hakan
PLASTİK

Kalekim

TEPE
BETOPAN

SAINT-GOBAIN

weber
SAINT-GOBAIN

rigips
SAINT-GOBAIN

İZOCAM®

İzocam: Saint-Gobain ve Alghanim ortaklığıdır.

Vaillant

VitrA

■ T Ü R K İ Y E
İMSAD
İNŞAAT MALZEMESİ SANAYİCİLERİ DERNEĞİ
ASSOCIATION OF TURKISH CONSTRUCTION MATERIAL PRODUCERS