

TÜRKİYE'DE ENERJİ VE MALZEME VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR¹

AYŞEGÜL BULUT

ARAŞTIRMA RAPORU

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SİYASET BİLİMİ VE KAMU YÖNETİMİ BÖLÜMÜ
DOKTORA ÖĞRENCİSİ

27 EYLÜL 2023

¹ Bu çalışma, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenen 221K082 No'lu "Malzeme Talebi ve Malzeme Verimliliğinin Sürdürülebilirlik Açısından Analizi: Ülkeler Arası Karşılaştırmalı Bir Analiz ve Türkiye İçin Değerlendirmeler" isimli proje kapsamında hazırlanmıştır.

(Kıymetli vaktini ayırarak, bu çalışmayı baştan sona revize eden, değerlendirme, öneri ve yorumlarıyla çalışmanın şekillenmesine katkıda bulunan, ayrıca, TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında desteklenen 221K082 No'lu "Malzeme Talebi ve Malzeme Verimliliğinin Sürdürülebilirlik Açısından Analizi: Ülkeler Arası Karşılaştırmalı Bir Analiz ve Türkiye İçin Değerlendirmeler" isimli projenin yürütücülüğünü yapan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisat Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Etem KARAKAYA'ya çok teşekkür ederim.)

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

AB: Avrupa Birliği

AB-27: Avrupa Birliği-27 Ülkeleri

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AC: Alternatif Akım

Ar-Ge: Araştırma ve Geliştirme

A.Ş. : Anonim Şirketi

CO₂: Karbondioksit

EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

GSYH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

GWh: Gigawatt saat

kg : Kilogram

KOBİ: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler

KOSGEB: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

kW: Kilovat

MJ/TL: Megajoule/Türk Lirası

MTV: Motorlu Taşıtlar Vergisi

MVA: Megavolt Amper

MW: Megawatt

m²: Metre kare

m³: Metre küp

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı

ÖTV: Özel Tüketim Vergisi

SKDM : Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması

T.C.: Türkiye Cumhuriyeti

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

TJ: Terajoule

TL: Türk Lirası

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

vs.: Vesaire

EBRD: (European Bank for Reconstruction and Development- Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası)

Less Material

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 2018-2019 Döneminde Yakıt ve Sektörlere Göre Türkiye'nin Enerji Durumu

Şekil 2. Avrupa Birliği-27 Ülkelerinde ve Türkiye'de 2000-2021 Yılları Arasında Enerji Verimliliği

Şekil 3. 2018 Yılında Türkiye'nin Sektörel Enerji Tüketimi

Şekil 4. Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketimi

Şekil 5. Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketiminin Dağılımı

Şekil 6. Sanayide Sektörlere Göre Enerji Tüketimi

Şekil 7. 2021 Yılında Ulaşım Sektöründeki Enerji Tüketimi

Şekil 8. 2010-2021 Yılları Arasında Türkiye'de Malzeme Tüketimi

Şekil 9. 2013-2021 Yılları Arasında Avrupa Birliği-27 Ülkelerinde ve Türkiye'de Kaynak Verimliliği

Şekil 10. 2004-2022 Yılları Arasında Türk Çelik Sektöründe Genel Durum

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye'nin 2000-2021 Yılları Arasındaki Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu

Tablo 2. Türkiye'de Enerji Verimliliği Mevzuatı

Tablo 3. Türkiye'de 1997-2021 Yılları Arasında Sera Gazı Emisyonları

Tablo 4. Türkiye'de 1997-2021 Yılları Arasında Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları

Tablo 5. Sanayi Sektörlerinde Enerji Verimliliğini Arttırıcı Projeler

Tablo 6. 2016-2021 Yılları Arasında Avrupa Birliği Ülkelerinde Malzeme Tüketimi

Tablo 7. Türkiye'de Malzeme Verimliliği ile İlgili Mevzuat

Tablo 8. Dünya Çimento İhracatı

Tablo 9. Dünya Çimento İthalatı

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	1
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	3
TABLolar LİSTESİ.....	4
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	5
GİRİŞ.....	7

BİRİNCİ BÖLÜM: TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN MEVZUAT ÇALIŞMALARİ VE UYGULAMALAR

1. TÜRKİYE'NİN ENERJİ DURUMU.....	10
2. TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. Türkiye'de Enerji Verimliliği ile İlgili Mevzuat.....	12
2.2. Türkiye'de Sektörler Bazında Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	22
2.2.1. Türkiye'de Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	27
2.2.2. Türkiye'de Ulaşım Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	30
2.2.3. Türkiye'de Bina Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları.....	32

İKİNCİ BÖLÜM: TÜRKİYE'DE MALZEME VERİMLİLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT VE GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGULAMALAR

1. TÜRKİYE'DE MALZEME DURUMU.....	35
2. TÜRKİYE'DE MALZEME VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR.....	39
2.1. Türkiye'de Malzeme Verimliliği Konusunda Gerçekleştirilen Yasal Düzenlemeler.....	39

2.2. Türkiye'de Sektörler Bazında Malzeme Verimliliği ve Döngüsel Ekonomi Konusunda Yürütülen Faaliyetler.....	45
2.2.1. Türkiye'de Demir Çelik Sektöründe Genel Durum ve Verimlilik Uygulamaları.....	46
2.2.2. Türkiye'de Çimento Sektöründe Genel Durum ve Verimlilik Uygulamaları.....	48
2.2.3. Türkiye'de Plastik Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları.....	50
2.2.4. Türkiye'de Cam Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları.....	52
2.2.5. Türkiye'de Alüminyum Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları.....	53
SONUÇ.....	55
REFERANSLAR.....	57

GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin karşı karşıya kaldığı ve acil çözüm bekleyen sorunların başında, küresel ısınma ve iklim değişikliği gelmektedir. Özellikle, sanayileşme ve nüfus artışıyla birlikte ortaya çıkan ve giderek artış gösteren, ülkelerin enerji ve malzeme üretim ve tüketimi yoğun faaliyetleri, bu olumsuz durumun en büyük tetikleyicisi durumundadır. Dolayısıyla iklim değişikliğinin ve buna yol açan sera gazları emisyonlarının azaltılmasının yolu büyük ölçüde, malzeme ve enerji verimliliğini sağlamaktan geçmektedir. Bu soruna çözüm bulabilmek adına ülkelerin kendi çapında ulusal düzeyde yürüttüğü malzeme ve enerji verimliliğini sağlamaya/arttırmaya dönük politikalar ve faaliyetlerin yanı sıra küresel çapta da bu anlamda önemli adımlar atılmaktadır. Malzemenin ve enerjinin üretimi ve tüketimi sırasında ortaya çıkan zararlı gazların meydana getirdiği olumsuz etki, ülkeleri, iklim değişikliği ile mücadele bağlamında, emisyon azaltım faaliyetlerine, (Avrupa Yeşil Mutabakatı, net sıfır hedefleri, Emisyon Ticaret Sistemi, Sınırdaki Karbon Düzenlemesi vb.) yeşil ve dögüsel ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma modellerine yöneltmektedir. Dünyada net sıfır hedefine doğru gidilen yolda, fosil yakıt kullanımına olan bağılılığın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliş ve enerji verimliliği bu konuda atılan önemli adımlardır. Türkiye'nin de hâlihazırda bu konuda, enerji verimliliği uygulamalarına oranla, malzeme verimliliği uygulamaları daha az sayıda olsa da gerçekleştirdiği çalışmalar mevcuttur.

İklim değişikliğine çözüm konusunda küresel düzeyde atılan önemli adımlardan biri olan ve 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması'nı Türkiye ancak 2021 yılının Ekim ayında onaylamıştır. Türkiye, sunduğu ilk ulusal katkı beyanı ile, emisyon artışını 2030 yılı itibariyle %21 azaltma taahhüdünde bulunurken, 2022 yılında sunduğu yeni ulusal katkı beyanı ile yeni azaltım hedefini 2030 yılı için %41 oranına yükseltmiştir [1]. Ayrıca 2053 yılı itibariyle net sıfır hedefine ulaşmayı planlamıştır. Bu azaltım hedefine ulaşmak amacıyla, yenilenebilir enerji başta olmak üzere, Türkiye'de enerji ve malzeme verimliliğini sağlamaya dönük faaliyetler doğrultusunda yasal düzenlemeler ve uygulamalar gerçekleştirilmiş, hedefler belirlenmiştir.

Türkiye'de enerji verimliliği alanındaki somut adımlar, esas itibariyle, 2007 tarihinde yürürlüğe giren 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu ile atılmıştır. Enerjinin ve enerji

kaynaklarının kullanımında verimliliği sağlamak amacıyla hazırlanan kanun dışında birçok yasal düzenleme (yönetmelik, plan, program, strateji belgesi vb.) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, enerjinin en fazla tüketildiği alanlar olan sanayi, bina ve ulaşımda enerji verimliliği uygulamalarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ancak enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar, tek tek sektörler bazında incelendiğinde, bu konuda eksikliğin olduğu ortaya çıkmaktadır. Bahse konu olan alanlarda enerji tüketimi fazla olmasına rağmen, verimlilik sağlayıcı uygulamaların az sayıda oluşu, bu konuda yürünecek epey uzun bir yolun olduğunu göstermekte, ayrıca bu konuda küresel düzeydeki mekanizmalarla uyumun artırılması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'de gerek yasal anlamda gerekse de uygulamaya dönük malzeme verimliliğini sağlamaya dönük faaliyetler incelendiğinde ise, bu faaliyetlerin sınırlı sayıda olduğu ve daha çok "kaynak verimliliği" adı altında gerçekleştirildiği görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalar daha çok atık konusu üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle döngüsel ekonominin en önemli bileşenlerinden birini oluşturan malzeme verimliliği uygulamalarının sadece atık azaltımı değil, ürün ve tasarım optimizasyonu, yeniden kullanım, yeniden tamir gibi unsurları da bünyesinde barındırdığı göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizde bu konuda hem yasal anlamda hem de teknik anlamda eksiklikler olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu rapor; Türkiye'de enerji ve malzeme verimliliğini sağlamaya yönelik ne tür çalışmalar gerçekleştirildiğini ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Raporun hazırlanmasında, mevzuat incelemeleri, raporlar, kurumların resmi web sayfaları ve diğer web sayfalarından elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. Çalışma; giriş ve sonuç kısmı hariç olmak üzere, iki bölümden oluşmaktadır. Giriş kısmında enerji ve malzeme verimliliğinin küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi açısından önemi, Türkiye'de enerji ve malzeme verimliliği durumunun ne olduğu anlatılmıştır. Birinci bölümde, Türkiye'de enerji verimliliği konusunda gerçekleştirilen faaliyetlere yer verilmiştir. Bu doğrultuda öncelikle Türkiye'de enerji verimliliğine yönelik mevzuat çalışmaları incelenmiş, takip eden bölümde ise enerji tüketiminin yoğun olduğu sektörler olan bina, sanayi ve ulaşım alanında enerji verimliliğini gerçekleştirmeye dönük yürütülen faaliyetler

anlatılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmı ise Türkiye'de malzeme verimliliğinin sağlanması için gerçekleştirilen çalışmalara ayrılmıştır. Bu bölümde sırasıyla, ilkin malzeme verimliliği ile ilgili mevzuat incelemesi yapılmış, devamında ise yoğun biçimde kullanılan demir-çelik, çimento, plastik, cam ve alüminyum gibi malzemelere yönelik sektörel bazda yürütülen verimlilik çalışmaları anlatılmıştır. Sonuç bölümünde ise, tüm çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'de enerji ve malzeme verimliliği konusunda yürütülen çalışmaların yeterli olup olmadığının değerlendirmesi yapılmış, öneriler sunulmuş ve çalışma sonlandırılmıştır.

Less Material

BİRİNCİ BÖLÜM:

TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN MEVZUAT ÇALIŞMALARI VE UYGULAMALAR



1. TÜRKİYE'NİN ENERJİ DURUMU

Ulusal ve küresel çapta, sera gazlarını azaltma ve düşük karbonlu ekonomiye geçiş hedefinde izlenecek en önemli yollardan birini enerji verimliliği politika ve uygulamaları ya da mevcut politika ve uygulamaların revize edilerek iklim değişikliği ile mücadele çabalarına entegre edilmesi oluşturmaktadır. Çünkü enerji verimliliği, özellikle enerjisini dışarıdan ithal eden bir ülke için hem enerji arzı güvenliği avantajı sağlar, hem de rekabet açısından maliyetlerde ciddi bir düşüğe de yol açar.

Enerji verimliliği göstergesi olan enerji yoğunluğu, ülke ya da bölge çapında bir birim GSYH üretilebilmesi için gerekli enerji miktarını ifade etmektedir. İhtiyaç duyulan söz konusu enerji miktarı, ülkenin toplam arz edilen ve dönüşüm geçirmemiş enerjisi ise, bu birincil enerji yoğunluğudur. Fakat sanayi, konut, ulaşım gibi sektörlerde nihai olarak tüketilen enerji ise bu, nihai enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğunu; ekonomi

ve sanayinin yapısal değişimi, enerji tüketim yapısının değişimi, sektörlerdeki verimlilik ile ilgili gelişim ve nihai tüketicilerin tercih ettiği araç ve ekipman gibi unsurlar etkilemektedir [2].

Tablo 1. Türkiye'nin 2000-2021 Yılları Arasındaki Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu

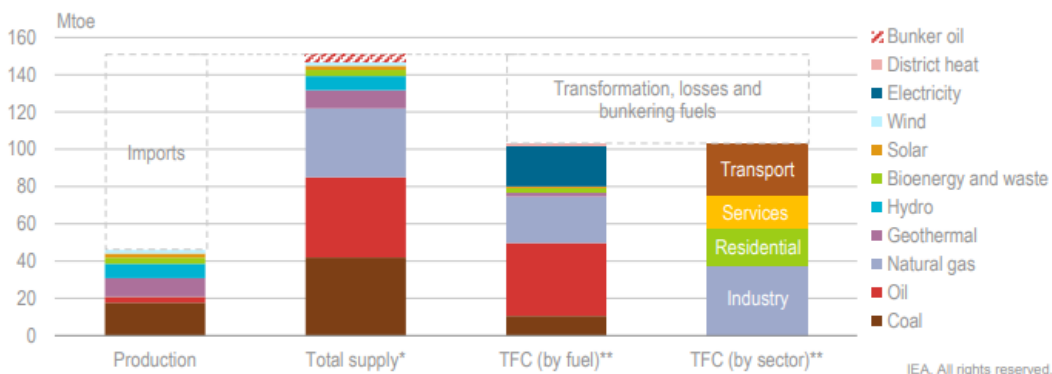
GÖSTERGELER (TEP/BİN2015\$)	2000	2005	2010	2015	2020	2021
BİRİNCİL ENERJİ YOĞUNLUĞU	0,192	0,169	0,172	0,149	0,145	0,141
NİHAİ ENERJİ YOĞUNLUĞU	0,149	0,134	0,130	0,115	0,112	0,110

Kaynak: [2]

Tablo 1'e göre, Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğunu yıllara göre incelediğimizde, 2000 yılından 2021 yılına kadar bazı yıllarda artış, bazı yıllarda da azalış göstermektedir. Örneğin; birincil enerji yoğunluğu 2005 yılında, 2000 yılına göre azalma göstererek 0,169 tep/bin 2015\$ olmuş, 2010 yılında, 2005 yılına göre artış göstererek 0,172 tep/bin2015\$ olmuştur. 2015 yılından 2021 yılına kadar daima azalış göstermiştir. Türkiye'nin nihai enerji yoğunluğunu yıllara göre analiz ettiğimizde ise, 2000 yılından 2021 yılına kadar sürekli bir azalma eğilimi göstermiştir.

Şekil 1. 2018-2019 Döneminde Yakıt ve Sektörlere Göre Türkiye'nin Enerji Durumu

Figure 2.2 Overview of Turkey's energy system by fuel and sector, 2018/19



Fossil fuels dominate the energy supply in Turkey, accounting for 83% of TPES in 2019, with roughly equal shares of coal, oil and natural gas, and 73% of TFC in 2018.

Kaynak: [3]

Şekil 1, 2018-2019 döneminde, Türkiye'nin enerji durumunu yakıtlara ve sektörler göre üretim, toplam arz ve nihai enerji talebi üzerinden göstermektedir. Enerji üretimine bakıldığında bu miktar, 40 milyon ton petrol eşdeğeri (mtoe) olup, enerjinin geri kalan kısmı ithal edilmektedir. Toplam enerji arzına bakıldığında; su, rüzgar ve güneş gibi kaynaklar çok düşük bir paya sahiptir. Yakıt tipine göre toplam nihai enerji talebi incelendiğinde, en büyük sahip kaynakların petrol ve doğalgaz olduğu açıkça görülmektedir. Sektörler bazında toplam nihai enerji talebinde ise ilk sırada sanayi yer almakta ve sanayi sektörünü ikinci en büyük payla ulaşım sektörü takip etmektedir.

2.TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

Bu başlık altında, öncelikle Türkiye'de enerji verimliliği mevzuatı incelenmiş, takip eden bölümde ise Türkiye'de sektörel bazda enerji tüketim durumu ve sektörlerde enerji verimliliği uygulamaları anlatılmaya çalışılmıştır.

2.1. Türkiye'de Enerji Verimliliği ile İlgili Mevzuat

Türkiye'nin enerji verimliliği ile ilgili yürüttüğü çalışmalar, 1980'li yılların başında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nde başlamıştır. Müdürlüğün kapatılmasıyla söz konusu faaliyetleri, 2 Kasım 2011'de kurulan Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) yerine getirmiştir. Nihayetinde, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Daire Başkanlığı olarak tekrardan kurulan Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı alt birimde enerji verimliliğine yönelik faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Enerji verimliliğini arttırmaya yönelik mevzuat ve politika stratejileri 2007 yılı itibariyle aktif biçimde yürürlüğe girmiştir. 2010-2023 yılları arasında kapsayan "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi", "2010-2023 Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı", 2012-2023 yılları arasında kapsayan "Enerji Verimliliği Strateji Belgesi", 2014-2018 arası dönemi kapsayan Onuncu Kalkınma Planı'nın 1.14 numaralı "Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı", "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı", "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023)" söz konusu stratejiler arasında yer almaktadır. Türkiye'de enerji verimliliği konusundaki önemli gelişmeler; a) binaların enerji tüketimine sınırlandırma getiren ısı yalıtımı standardı (TSE 825), b) binalarda enerji etkinliğinin artırılması ile ilgili düzenlemelere yer veren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, c) binalara yönelik enerji

tüketimini ve karbon ayak izini sınıflandıran Enerji Kimlik Belgesi uygulaması, d-) sanayi ve binalarda enerji verimliliği etüdü yürütmek adına yetkili teknik elemanlara yönelik düzenlenen sertifikalı uygulamalı eğitim faaliyetleri, e) Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketlerinin oluşturulması [4] şeklinde sıralanabilir.

Tablo 2. Türkiye’de Enerji Verimliliği Mevzuatı

Mevzuat	Mevzuat Türü	Yıl
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun	Kanun	2005
Enerji Verimliliği Kanunu	Kanun	2007
Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	Yönetmelik	2008
Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik	Yönetmelik	2011
Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023)	Strateji Belgesi	2012
10. Kalkınma Planı	Plan	2014
Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023)	Plan	2017
Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği	Yönetmelik	2018
Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik	Yönetmelik	2019
11. Kalkınma Planı	Plan	2019
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2019-2023)	Plan	2020

Kaynak: [5], [6]

Türkiye’de enerji verimliliği mevzuatını içeren yukarıdaki tablonun (Tablo 2) değerlendirmesi aşağıda yapılmıştır.

2005 yılında yürürlüğe giren 5346 sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”; elektrik enerjisinin üretiminde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yaygınlık kazandırmak, kaynakların emniyetli, ekonomik ve kaliteli olarak ekonomide kullanmak, kaynak çeşitliliğini arttırmak, sera gazı emisyonlarını azaltmak, atıkları değerlendirmek, çevreyi korumak ve söz konusu hedeflere ulaşabilmek için gereksinim duyulan imalat sektörünü geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Kanunun kapsamına, yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan kazanılan elektrik enerjisinin sertifikasyonu, kaynakların kullanımına dair usul ve esaslar girmektedir [7].

Enerjiyi etkin kullanmak, enerji tasarrufunu sağlamak ve maliyetleri düşürmek, enerjiyi ve enerji kaynaklarını verimli biçimde kullanmak amacıyla oluşturulan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, 02.05.2007 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanıp yürürlüğe girmiştir. Söz konusu kanun çerçevesinde, enerjinin üretilmesi, dağıtımının yapılması ve tüketilmesi evrelerinde enerji verimliliğinin artırılması ve desteklenmesi, toplum düzeyinde enerji verimliliği hususunda farkındalık oluşturulması, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma ile ilgili ilkeler ve yöntemler saptanmıştır [8]. Kanun ile binaların hayat standardının ve hizmet niteliğinin artırılması, sanayi işletmelerinde de üretim kalitesinin ve miktarının azaltılmadan enerji kullanımının azaltılması öngörülmektedir [9].

“Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” ise binalarda enerjiyi ve enerji kaynaklarını etkin ve verimli kullanmak, enerji tasarrufunu sağlamak, çevreyi korumak konusunda ilgili usul ve esasları düzenlemek amacıyla hazırlanmıştır. Söz konusu yönetmelik kapsamına; önceden yapılmış ya da yapımına yeni başlanacak binalarda; binanın enerji kullanımıyla ilgili olan tasarım, tesisat, aydınlatma gibi konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgelerinin oluşturulması ve uygulamaya konulması ile ilgili standartlar ve yöntemler, binaların denetimi ile ilgili yetkilendirmeler, enerji gereksiniminin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, ülke düzeyinde bina envanterinin hazırlanması, toplumda enerji verimliliği farkındalığının oluşturulması faaliyetleri girmektedir [10].

Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik, enerjiyi etkin kullanmak, enerji israfının önüne geçmek, enerji

maliyetlerinin ekonomiye olan olumsuz etkisini önlemek, çevreyi korumak amacıyla enerji kaynaklarının ve enerji kullanımının verimli olarak kullanılmasını sağlayıcı usul ve esasları düzenlemek amacıyla hazırlanmış olup, 27/10/2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin kapsamına, enerji verimliliği ile ilgili çalışmaları yönlendirmek ve bu çalışmalara yaygınlık kazandırmak için üniversiteler, meslek odaları ve enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin yetkileri, enerji yönetimi faaliyetleri, enerji yöneticileri ile diğer yönetim birimlerinin görev ve sorumlulukları, enerji verimliliği ile ilgili eğitim ve sertifika çalışmaları, etüt ve projeler, projelere destek verilmesi, talep tarafı yönetimi, enerjinin üretiminden tüketimine kadarki aşamalarda verimlilik artışının sağlanması, biyoyakıt ve hidrojen gibi kaynakların yakıt olarak kullanımının teşvik edilmesi konuları ile ilgili usul ve esaslar girmektedir [11].

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde (2012-2023), şimdiye kadarki enerji verimliliği uygulamalarında yaşanan zorluklar ve enerji alanındaki küresel eğilimler ile birlikte, Türkiye'de enerji verimliliği alanında stratejik bir yol haritasının hazırlanması gerektiğinin mecburi hale dönüştüğü belirtilmiştir. Belge; kamu kesimi, özel kesim ve sivil toplum kuruluşlarının kollektif hareket etmelerini sağlamak, sonuca odaklı ve gerçekçi hedefler içeren politikaların hazırlanması, saptanmış hedeflere ulaşmak için yerine getirilmesi gerekli olan faaliyetlerin belirlenmesi, kuruluşların alacakları sorumlulukları belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Kamu sektörü ve sivil toplum kuruluşları arasında amaçlanan koordinasyonun sağlanmasından, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı adına Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü sorumlu olacaktır. Belgede yer alan stratejik amaç ve hedefler, gerçekleştirilecek ayrıntılı sektör analizleri çerçevesinde, Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu'nca yılda en az bir defa gözden geçirilerek, hükümetin politika ve hedeflerinde ortaya çıkan değişikliklere, AB politikalarına, belge çerçevesindeki uygulamalarda ortaya çıkan güçlüklerle paralel olarak güncellenecektir. Belgede yer alan stratejik amaçlar; sanayi ve hizmet alanında, enerji yoğunluğunun ve kaybının azaltılması, binalarda enerji talebinin ve karbon emisyonlarının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanan binaların yaygınlaştırılması, elektriğin üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında verimliliğin arttırılması, enerji kaybının ve çevreye zararlı emisyonların azaltılması, kamuda enerjinin etkin ve verimli kullanılması, enerji verimli ürünlerin

piyasa dönüşümünün sağlanması, motorlu taşıtlarda fosil yakıt kullanımının azaltılması, kara, deniz ve demir yollarında toplu taşımanın arttırılması, kent içi ulaşımda yakıt israfının önlenmesi [12] şeklindedir.

10. Kalkınma Planı'nda (2014-2018), "Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı" başlığı altında, Türkiye'de son yıllarda enerji verimliliği konusunda gelişmeler yaşanmasına rağmen, gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, enerji yoğun bir ekonomiye sahip olduğu, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Eurostat verilerine göre Türkiye'nin enerji yoğunluğunun OECD ve AB-27 ülkelerinin ortalamalarının üzerinde olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması açısından, söz konusu enerji yoğunluğunun azaltılmasının ve enerji verimliliğinde gelişmeler kaydedilmesinin önem arz ettiği belirtilmiştir. 2012 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023), enerji verimliliği ile ilgili gerçekleştirilecek faaliyetler için bir kılavuz niteliği taşımaktadır. Programın hedefleri; a) 2011 yılı sonuna gelindiğinde, iklim değişikliğine yol açan enerji kullanımı azaltımlı ve 2000 yılı dolar fiyatları üzerinden 0,2646 TEP/1000 dolar olan ülkemizin birincil enerji yoğunluğunun, 2018 yılı sonuna gelindiğinde, 0,243 TEP/1000 dolar değerinin altına düşürülmesi, b-) 2018 yılına gelinceye kadar, kamusal binalardaki enerji tüketimini, 2012 yılı esas alınmak şartıyla belirlenecek olan göstergeler seviyesinde ve gerçekleştirilecek verimliliği arttırıcı uygulamalar vasıtasıyla %10 azaltılması biçimindedir. Ayrıca program bileşenleri olarak; enerji verimliliğini sağlamaya dair yönetsel ve kurumsal kapasitenin arttırılması, enerji verimliliği faaliyetlerini ve projelerini desteklemek üzere sürdürülebilir mali sistemlerin geliştirilmesi, sanayi alanında verimliliği sağlamak amacıyla daha fazla elektrik tüketen ve düşük verimliliğe sahip AC motorlarının verimli olanlarıyla değiştirilmesi ve KOBİ'lerdeki enerji verimliliğine yönelik eğitim, etüt ve danışmanlık hizmetlerinin desteklenmesi için sistemlerin geliştirilmesi, binalarda enerji verimliliğini arttırmak amacıyla, Enerji Performans Sözleşmesi (EPS) ve farklı finans metotlarıyla kamu binalarında enerji verimliliği konusunda yapılan yatırımlara yaygınlık kazandırılması, ulaşım alanında enerji verimliliğini sağlamak amacıyla, toplu taşımanın yaygınlaştırılması ve kamuda daha az yakıt tüketen taşıtların kullanımı programda yer almaktadır [13].

2018 yılında yürürlüğe giren Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023), ile bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular şeklindeki 6 grupta 55 adet eylem belirlenmiştir. Söz konusu eylemler kapsamında, Türkiye'de 2023 yılında birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması hedefi ortaya konmuştur. 2023 yılına kadar kümülatif 23.9 MTEP tasarruf ve bu tasarrufa yönelik 10.9 milyar ABD doları yatırım gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Plandaki eylemler kapsamında, 2021 yılında, 1 milyon 63 bin tep birincil enerji tasarrufu gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı faaliyetleri doğrultusunda 15,61 milyon ton karbondioksit emisyon salımında azaltma gerçekleştirilmiştir. Plan çerçevesinde, 2017-2021 yılları arasında, enerji verimliliğini sağlamak adına, 6.447 milyon ABD doları yatırım gerçekleştirilmiştir. Plan kapsamında 2017-2021 dönemi için belirlenen hedefler kümülatif olarak %109 olarak gerçekleşmiştir [14].

06.07.2018 tarihli ve 30470 sayılı Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği, enerjiyi etkin kullanmak, enerji israfını önlemek, enerji masraflarının ekonomiye olan olumsuz etkisini azaltmak, çevreyi korumak amacıyla enerji kaynaklarında ve enerji kullanımında verimliliği arttırmaya dair hem gerçek hem de tüzel kişilerin kanun çerçevesinde sahip oldukları sorumlulukların denetimine dair usul ve esasları saptamak amacıyla hazırlanmıştır. Yönetmelik kapsamına; 2007 tarihli ve 5627 sayılı kanun çerçevesinde yükümlülüğü bulunan gerçek ya da tüzel kişiler girmektedir [15].

Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in amacı; ulaşım kaynaklı kirliliği ve sera gazı emisyonlarını azaltmaktır. Yönetmelikte, ulaşımında verimliliği arttırmak için motorlu araçlarda birim yakıt tüketiminin azaltılması, araçlarda verimlilik standartlarının arttırılması, çevreye karşı duyarlı yakıt kullanımının özendirilmesi, havayı kirleten unsurların ve sera gazı emisyonlarının azaltılması, akıllı ulaşım sistemlerinin etkin olarak hayata geçirilmesi, ulaşım altyapısında sürdürülebilirlik doğrultusunda geliştirmeler yapılması ve kent ulaşım planlarının hazırlanması ile ilgili usul ve esaslara yer verilmiştir [16].

11. Kalkınma Planı'nda (2019-2023), 2018 yılında 88 bin 551 megavat olan elektriğin kurulu gücünün, 2023 yılından itibaren 109 bin 474 megavata çıkarılmasının öngörüldüğü ifade edilmektedir. Elektriğin üretiminde doğalgazın 2018 yılında %29,85'lik payının, %20,7'ye düşürülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca elektrik üretiminde

yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde 2018 yılında sahip olduğu %32,5'lik seviyenin 2023 yılında %38,8'e yükseltilmesi de hedeflenmiştir. Artan enerji talebine cevap vermek için rekabetçi yatırımın teşviki ve mali açıdan güçlü, kararlı, şeffaf, öngörülebilir ve tüketiciyi koruyan, sürdürülebilirliği göz önünde bulunduran bir enerji piyasasının devamlılığının sağlanacağından söz edilmiştir. 2019-2023 yılları arasında, elektrik üretiminde linyit kullanımının arttırılmasıyla ithal kaynaklara bağımlılığın azaltılması ve istihdamın arttırılması amaçlanmıştır. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) benzeri modeller aracılığıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin arttırılması planlanmıştır. Mevcut binalarda enerji verimliliğini sağlayıcı uygulamalara destek verileceği açıklanmış, bu çerçevede Ulusal Yeşil Bina Sertifika Sistemi'nin kurulacağı ve kamu binalarında "Enerji Verimliliği Projesi'nin hayata geçirileceği açıklanmıştır. Elektrik alanında akıllı şebekelere yaygınlık kazandırılacağı belirtilerek elektrikteki kayıp oranlarının azaltılacağı söylenmiştir [17].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı (2019-2023), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 11 Mayıs 2020'de yayınlanmıştır. Sürdürülebilir enerji arz güvenliğinin sağlanması amacıyla yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşan elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59 düzeyinden %65 düzeyine yükseltilmesi amaçlanmıştır. Enerji verimliliğine öncelik kazandırmak ve arttırmak için elektrik ve doğalgazda talep tarafı katılımının uygulanmasına dair piyasa altyapısının oluşturulacağına ve elektrikli araçlara dair enerji sistemi planlamasının gerçekleştirileceği belirtilmiştir [18]. 2023 yılında, yenilenebilir enerji kaynaklarından toplamda 56.804 MW gücün oluşturulması hedeflenen planda, bu gücün 10.000 MW'si güneş enerjisinden, 11.883 MW'si rüzgâr enerjisinden, 32.037 MW'si hidroelektrikten, 2.884 MW'si ise jeotermal ve biyokütleden oluşmaktadır. Yerli kömürde, 14.664 MW hedeflenmektedir. Ayrıca CCUS (Karbon Yakalama, Kullanımı ve Depolanması) ile IGCC (Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrimi) teknolojileri ile ilgili uluslararası işbirliklerinin yapılacağı üzerinde durulmuştur. Hedefler arasında, Akıllı Şebekeler Yol Haritası'nda yer alan eylemlerin, 2023 yılı sonuna kadar uygulamaya konulması da yer almaktadır [19]. 2023 yılı Ağustos ayı sonundan itibaren Türkiye'nin kurulu gücü, 105.417 MW olmuştur. 2023 yılı Ağustos ayı sonundan itibaren, kurulu gücün %30'unu hidrolik enerji, %24,1'ini doğal gaz, %20,7'si kömür, %11'ini rüzgar,

%10,1'ini güneş, %1,6'sını jeotermal ve %2,6'sını ise diğer kaynaklar oluşturmuştur [20]. Bu anlamda, Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanında 2023 hedeflerini rahatça tutturabileceği söylenebilir.

Enerji verimliliği çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki amaç; Türkiye'nin enerji yoğunluğunu (milli gelir başına tüketilen enerji) 2023 senesine kadar 2011 yılına kıyasla en az %20 azaltmaktır. Enerji kaynaklarında ve enerji kullanımında verimliliği arttırmanın yanı sıra, çevreyi de korumak amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından; eğitimler (enerji yöneticisi eğitimleri, etüt proje eğitimleri ve uluslararası eğitimler, enerji verimliliği destekleri (Verimlilik arttırıcı proje ve gönüllü anlaşmalar), verimlilik ile ilgili faaliyetlerin planlanması ve koordinasyonu, verimlilik, sera gazı salınımı ve izleme ile ilgili etkinlik ve eğitim çalışmaları, enerji verimliliği forum ve fuarı, etütler (sanayi tesisleri, ticari ve hizmet binaları, kamu binaları, meskenler), tanıtım ve bilinçlendirme, yetkilendirmeler (Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri, Üniversiteler ve Meslek Odaları) şeklindeki faaliyetler gerçekleştirilmektedir [21]. Örneğin; Türkiye'de 2017-2021 yılları arasında enerji yoğunluğu, 2017 yılında 375 MJ/TL, 2018 yılında 362 MJ/TL, 2019 yılında 360 MJ/TL, 2020 yılında 355 MJ/TL ve 2021 yılında ise 348 MJ/TL olmuştur. [22]. Bu durumun 2023 yılına kadar en az %20 azaltım hedefini tutturabilmek açısından değerlendirmesini yaptığımızda, söz konusu hedefi tam olarak tutturabilmenin zor olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü ülkemizde, enerji yoğunluğu, yıllar itibariyle azalma gösteriyor olsa da bu azalma, hem düşük miktarda hem de yavaş olarak gerçekleşmektedir. Aynı zamanda, nüfus artışı ve ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji tüketim miktarının gittikçe artış göstermesi de hedefe ulaşma noktasında engel teşkil eden bir başka unsurdur.

Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı'nda yenilenebilir enerji kaynaklarında enerji verimliliğini sağlama konusunda ülkemizin şu hedeflerine yer verilmiştir:

- ✓ Fosil yakıt ithalatının ve bu kaynakların fiyatlarındaki dalgalanmanın ekonomi üzerindeki olumsuz etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için enerji bağımlılığının azaltılması

- ✓ 2012-2013 yılları arasında 75,4 oranındaki artan talebe cevap verebilmek amacıyla, 125.000 MW'a varacak biçimde ek üretim kapasitesinin uygulamaya konması
- ✓ Toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranının en az %30'a yükseltilmesi
- ✓ Elektrik kayıp, kaçak oranında %5'lik bir azalma gerçekleştirilmesi ve akıllı şebeke kullanımına yaygınlık kazandırılarak elektrik iletim şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılması
- ✓ 60.717 km'lik iletim hattı ve 158.460 MVA'lık elektrik dağıtım ünitesi kapasitesi oluşturularak, iletim şebekesinin altyapısının iyileştirilmesi
- ✓ Genel enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını 2023 yılında en az %20 oranına çıkarılması [23].

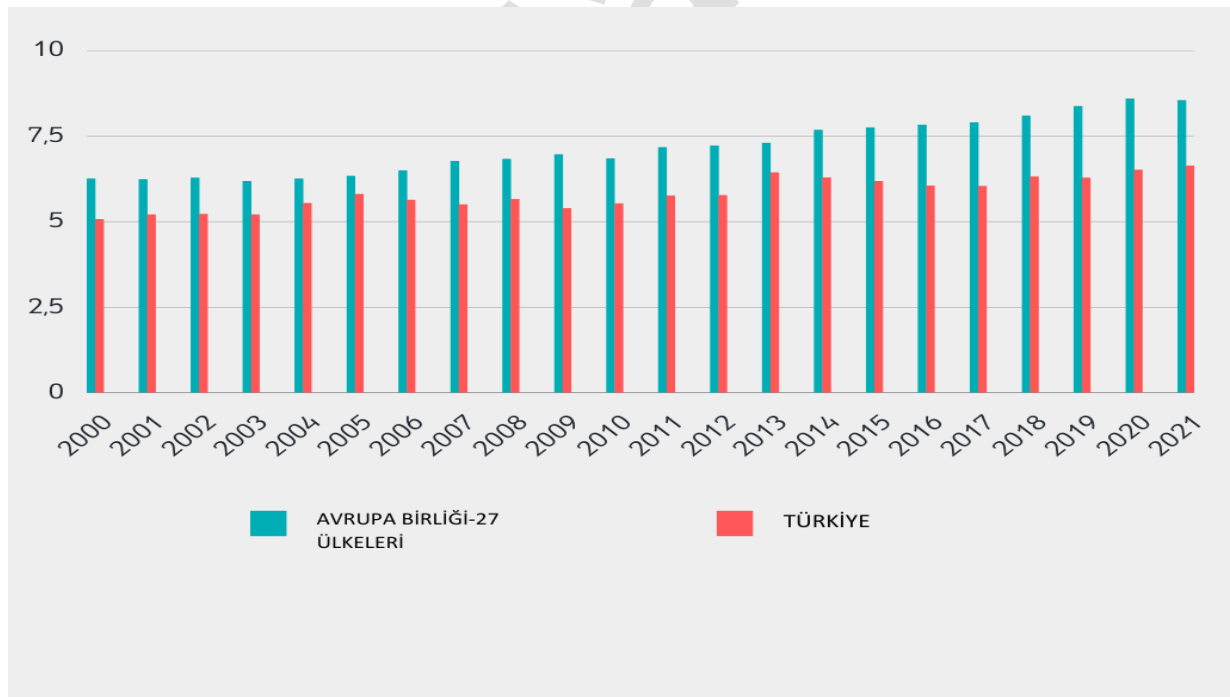
Ayrıca Orta Vadeli Program'da (2024-2026), "Yeşil Dönüşüm" başlığı adı altında, enerji verimliliğinin sağlanması için gerçekleştirilecek faaliyetler üzerinde durulmuştur. Hedeflenen faaliyetler;

- ❖ Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) modeliyle yerli ürün kullanım koşulunu kapsayacak projelerin geliştirilmeye devam edilmesi,
- ❖ Türkiye'nin ısı potansiyelinin değerlendirilmesi ve atık ısıdan faydalanılabilmesi için ısı arzı ile ilgili mevzuat düzenlemesinin gerçekleştirilmesi,
- ❖ Yeni Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nin ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nın uygulamaya konması
- ❖ Kamusal bina ve hizmetlerde enerji verimliliği faaliyetlerinin devam ettirilmesi ve enerji performans sözleşmelerinin yaygınlık kazanması için gereken teknik ve idari altyapının güçlendirilmesi,
- ❖ Kamu binaları, ticari binalar ve konut olarak kullanılan binalarda yüksek enerji performansının ve belirli düzeyde yenilenebilir enerji kullanım amacını taşıyan

“Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar (NSEB)” yaklaşımına yaygınlık kazandırıcı faaliyetlerin yürütüleceği yer almaktadır [24].

Enerji alanında verimliliği artırıcı proje ve gönüllü anlaşmalara hibe desteği sağlanmasında, başvuru, değerlendirme, izleme ve destek faaliyetleri ile ilgili usul ve esasların belirlenmesi amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından “Enerji Verimliliği Hibe Destekleri Hakkında Uygulama Usul ve Esasları “ hazırlanmıştır. Söz konusu usul ve esaslar kapsamına; a-)ticaret ve/veya sanayi odası kapsamında üretim gerçekleştiren, son üç yıllık toplam enerji tüketimlerinin ortalaması beş yüz TEP ve daha fazla olan, b-)bina ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren, toplam inşaat alanı yirmi bin metrekare ya da son üç yıldaki total enerji tüketimlerinin ortalaması beş yüz ve daha fazla olan, c-)tarım sektöründe faaliyet gösteren gerçek ya da tüzel kişilerin başvuruları ve değerlendirme, izleme ve desteklere ilişkin usul ve esaslar girmektedir [25].

Şekil 2. Avrupa Birliği-27 Ülkelerinde ve Türkiye’de 2000-2021 Yılları Arasında Enerji Verimliliği (Eşdeğer Petrol Kilogram Başına Euro)



Kaynak: [26]

Şekil 2'nin değerlendirmesini yaptığımızda, Türkiye'deki enerji verimliliğinin Avrupa Birliği-27 ülkelerine kıyasla daha düşük olduğu ve yıllar itibariyle dalgalanmalar

meydana geldiği gözlenirse de, Türkiye'de enerji verimliliği alanında kısmen de olsa, gelişmeler kaydedildiğini söylemek mümkündür. 2013 yılında en yüksek seviyeye ulaşan enerji verimliliği oranının, 2021 yılında tekrar düşüş göstermesi, verimlilik uygulamalarının daha da arttırılmasını gerektiğini göstermesi noktasında, önemli bir gerekçe sunmaktadır.

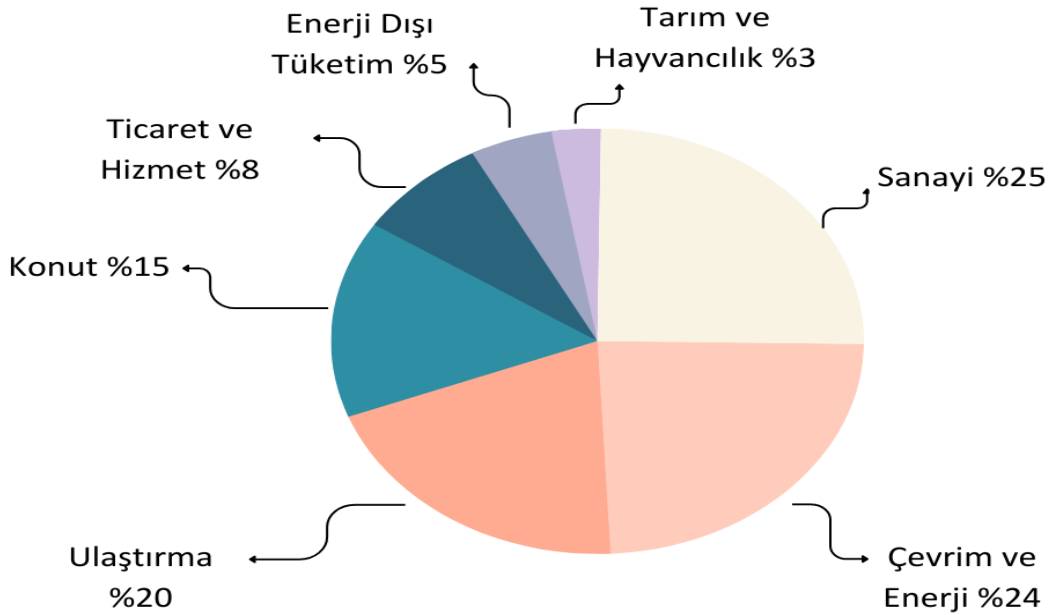
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Danimarka Enerji, Kamu Hizmetleri ve İklim Bakanlığı arasında imzalanan, 29 Mart 2007 tarihli "Türkiye-Danimarka Stratejik Sektör İşbirliği Verimli ve Düşük Karbonlu Isıtma ve Soğutma Projesi" ile bölgesel ısıtma sistemlerine yaygınlık kazandırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından mümkün olan en yüksek düzeyde faydalanılması, Türkiye'de aktif faaliyet gösteren bir ısı piyasasının oluşturulması amacıyla yönelik olarak ısı mevzuatı çerçevesinin hazırlanması, ısıtma-soğutma tedarik kaynaklarının fayda maliyet incelemelerinin yapılıp iyi uygulama örneklerinin paylaşımına sunulmasına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmiştir [27].

2.2. Türkiye'de Sektörler Bazında Enerji Verimliliği Uygulamaları

Türkiye'nin enerji tüketimi; sanayi, elektrik üretimi, ulaşım ve konut alanlarında yoğunluk kazanmıştır. Enerji tüketiminin bu alanlarda yoğunluk kazanması, enerji verimliliğine yönelik çalışmaların da yine bu alanlarda ön plana çıkmasını beraberinde getirmiştir. Enerji verimliliğine yönelik çalışmalar, bilhassa sanayi alanında sayıca daha fazladır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu'nca takibi yapılan teşvik ve destekler aracılığıyla enerji yoğunluğunu azaltıcı ve enerji verimliliğini arttırıcı projeler hayata geçirilmektedir. Konut sektöründe, yalıtım faaliyetlerinin yaygınlık kazanması amacıyla farklı mevzuatlar uygulamaya konmuş, konutlarda doğal gaz kullanımındaki artışla, enerji tüketiminin çevreye karşı hassas ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi olanaklı hale gelmiştir. Ulaşım alanında, yakıt tüketiminin azaltılması, toplu taşımanın ve raylı sistemlerin artış göstermesi, ihtiyaçlar doğrultusunda sinyalizasyon sistemlerinin kurulması gibi uygulamalar vasıtasıyla enerji verimliliğinde artış yaşanmıştır. Söz konusu uygulamalar çerçevesinde, Türkiye'de enerji kaynaklarının verimli ve çevreye karşı duyarlı biçimde tüketilip ulusal refaha destek olunması amaçlanmıştır [28].

Ülkelerin enerji verimliliği uygulamalarının değerlendirilmesinin yapılabilmesi, verimlilik hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığının anlaşılabilmesi için öncelikle ülkelerin enerji görünümünün/durumunun incelenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan Şekil 3'te, Türkiye'de sektörlerin 2018 yılında tükettiği enerji miktarına ilişkin veriler yer almaktadır. Birinci sırayı %25 oran ile sanayi sektörü almıştır. Bu sektörü, %24 oran ile çevrim ve enerji sektörü takip etmektedir. Ulaştırma sektöründe bu oran %20 iken, konut sektöründe %15, ticaret ve hizmet sektöründe ise %8'dir. Enerji dışı tüketimde kullanılan enerji oranı %5 ve en son sırada en az oranla, yani %3 oranla tarım ve hayvancılık sektörü yer almaktadır. Sanayi sektöründeki enerji tüketiminin bu denli fazla olması, bir taraftan sürekli artan nüfus ve gelir artışıyla açıklanabilirken, diğer taraftan da enerji verimliliği uygulamalarının sanayi sektörüne yeteri kadar uyarlanamadığını da ortaya çıkarmaktadır.

Şekil 3. 2018 Yılında Türkiye'nin Sektörel Enerji Tüketimi

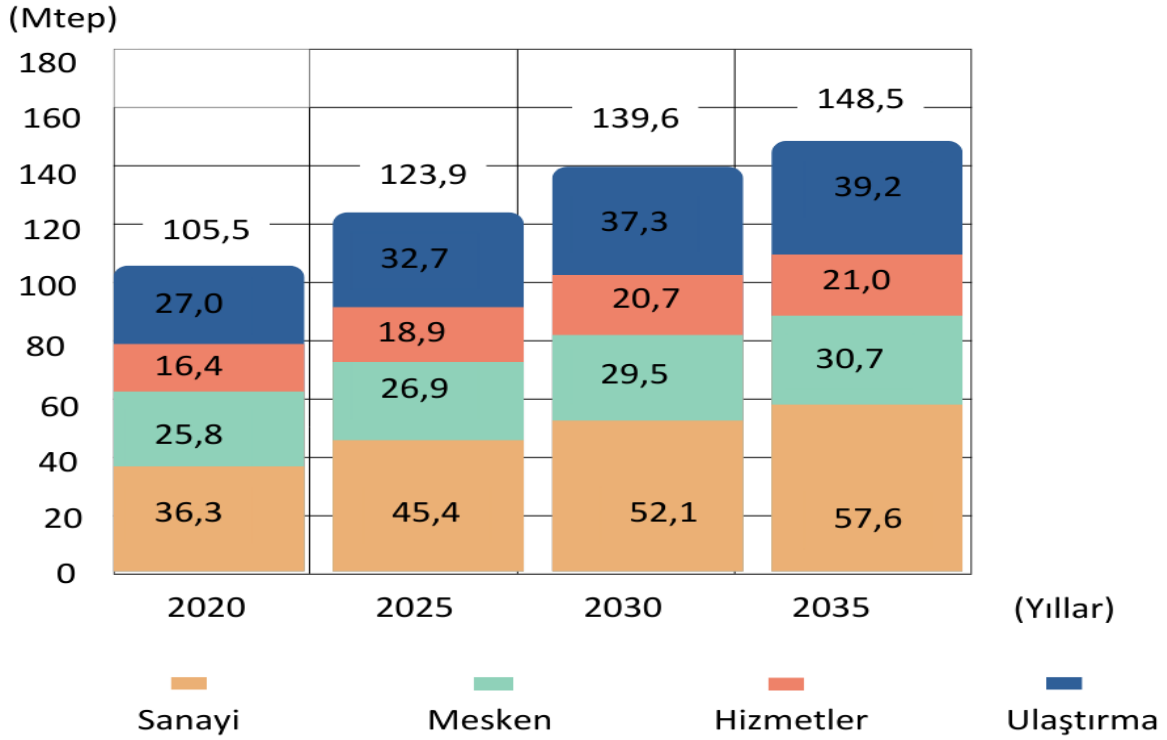


Kaynak: [29].

Aşağıda Şekil 4'teki verilerden de görüleceği üzere, ülkemizde sektörler bazında, 2020 yılında nihai enerji tüketimi, 105,5 Mtep iken, 2035 yılına kadar bu oranın 148,5 Mtep'e kadar artış göstermesi beklenmektedir. 2020 yılında, nihai enerji tüketiminde, 36,3 Mtep ile ilk sırada sanayi sektörü yer almıştır. Aynı yılda ikinci sırada, 27,0 Mtep ile ulaştırma sektörü, üçüncü sırada 25,8 Mtep ile mesken hizmeti ve son sırada da

16,4 Mtep ile hizmetler sektörü bulunmaktadır. 2025, 2030 ve 2035 yıllarında sektörlerin nihai enerji tüketimi, en çoktan en aza doğru sanayi, ulaştırma, mesken ve hizmetler sektörü sırasını takip etmektedir. Ayrıca bu sektörlerde, 2020 yılından 2035 yılına kadar enerji tüketiminin sürekli artış göstermesi öngörülmektedir.

Şekil 4. Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketimi

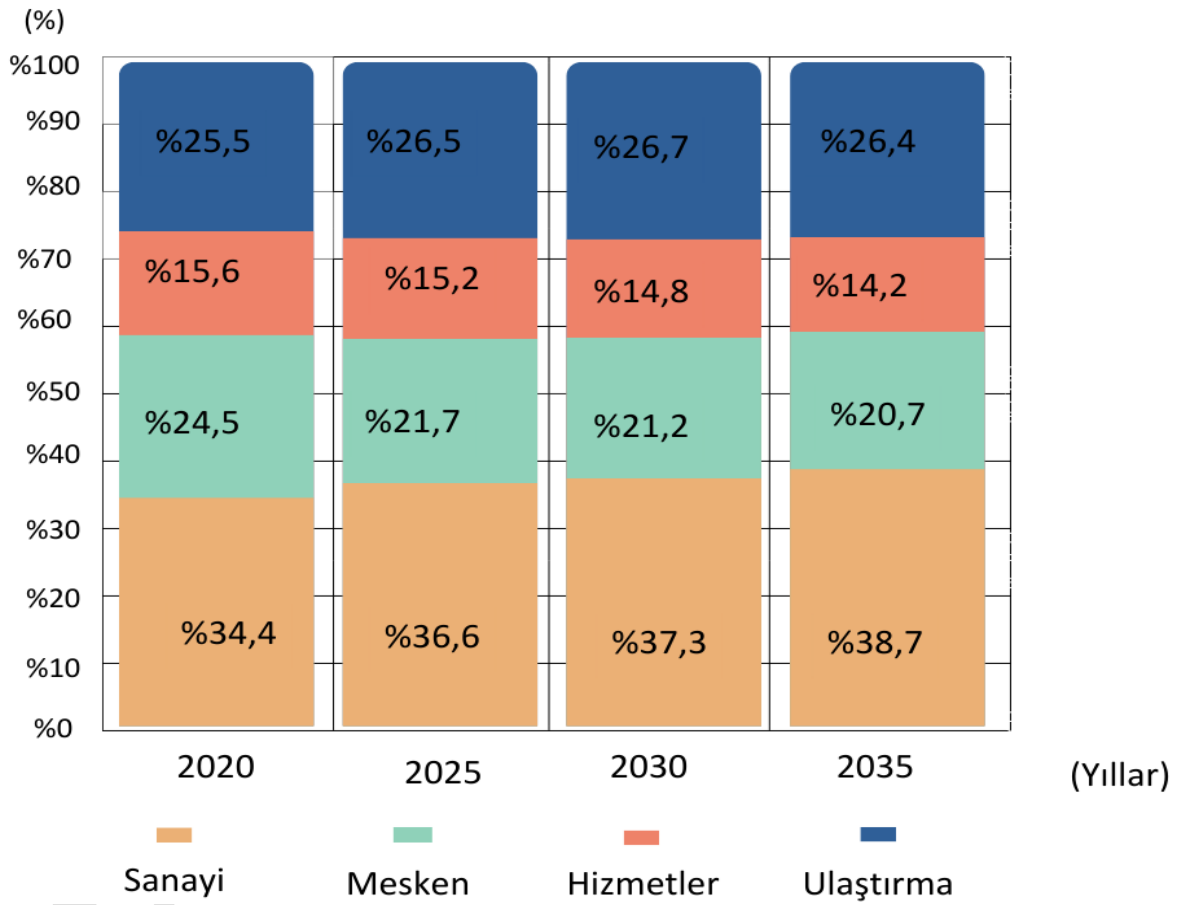


Kaynak: [30]

Şekil 5, ise sektörlerin nihai enerji tüketiminin dağılımını % (yüzdeler) olarak göstermektedir. 2020 yılını göz önünde bulundurduğumuzda, sanayi sektörü %34,4'lük oran ile nihai enerji tüketiminde en yüksek paya sahip sektör olup, bu sektörün nihai enerji tüketim oranının, sürekli artış göstererek, 2035 yılına kadar %38,7 oranına yükselmesi öngörülmektedir. 2020 yılında nihai enerji tüketim oranı %24,5 olan mesken sektöründe bu oran, izleyen yıllarda sürekli olarak bir düşüş gösterirken 2035 yılına kadar söz konusu oran, %20,7'ye kadar gerilemiştir. Yine benzer şekilde, hizmetler sektörünün 2020 yılında nihai enerji tüketiminde sahip olduğu %15,6'lık oranın gelecek yıllarda da azalma göstereceği öngörülmüş, 2035 yılında %14,2 oranına ulaşmıştır. Ulaştırma sektörünün ise 2020 yılında nihai enerji tüketiminde sahip olduğu %25,5 oranın, ilerleyen yıllarda artış göstermesi ve 2035 yılında %26,4 oranına

yükselmesi beklenmektedir. Özetle denebilir ki; ülkemizde 2020 yılından 2035 yılına kadar sanayi ve ulaştırma sektörlerinde nihai enerji tüketimi sürekli artış gösterirken, mesken ve hizmetler sektöründe bu oranlar sürekli bir düşüş eğilimi içerisinde. Bu durum, sanayi ve ulaştırma sektörlerinde enerji tüketimine yönelik azaltıcı ve enerjinin ve enerji kaynaklarının verimliliği artırıcı biçimde kullanılmasının gerekliliğini kendiliğinden gözler önüne sermektedir.

Şekil 5. Sektörlere Göre Nihai Enerji Tüketiminin Dağılımı



Kaynak: [30]

İklim değişikliğine ve sera gazı emisyonlarına katkı sağlayan en büyük etkenlerden biri de sektörel faaliyetlerdir. Dolayısıyla enerji tüketiminin azaltılması ya da alternatif verimli enerji kullanımına yönelik konusunda, bu faaliyetler itici unsur konumundadır.

Türkiye'de 1997-2021 yılları arasındaki sera gazı emisyon miktarını Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri cinsinden gösteren Tablo 3'ten de görüleceği üzere, emisyon miktarı 1997 yılında 278,8 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri iken, 2021 yılında en yüksek seviyesine ulaşarak, 564,4 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri olmuştur.

Tablo 3. Türkiye'de 1997-2021 Yılları Arasında Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri)

	1997	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2021
Sera gazı emisyon miktarı	278,8	298,9	304,8	358,0	395,2	448,2	475,0	523,1	564,4

Kaynak: [31]

TÜİK verilerinden yararlanılarak oluşturulan Tablo 4'te, Türkiye'de 1997-2021 yılları arasında sektörler itibariyle ortaya çıkan sera gazı miktarları verilmiştir. Sera gazlarının ortaya çıkmasında en çok payı olan sektör, enerji sektörüdür. Enerji sektöründen sonra emisyon artışına endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı eşlik etmiştir. Bir sonraki sırada tarım ve en son sırada ve en düşük miktarla atık sektörü yer almaktadır. Son yılın verilerine göre değerlendirme yaptığımızda; 2021 yılında enerji sektöründeki emisyon miktarı, bir önceki yıla göre artış göstererek 402,5 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri olmuş, emisyon artışının yaklaşık olarak %17 artışla en fazla olduğu endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı kaynaklı emisyon miktarı, bir önceki yıla göre artmış ve 75,1 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri olmuş, tarımdan kaynaklı emisyon miktarı bir önceki yıla göre artış göstererek 72,1 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri olmuş ve atık sektöründeki sera gazı emisyonları ise bir önceki yıla göre gerileme göstererek 14,7 Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri olmuştur. Toplama baktığımızda ise emisyon miktarı, 1997 yılından 2021 yılına kadar daima artış göstermiştir. Bu durumun sürdürülemez olduğu görülmektedir. O nedenle Türkiye'nin enerji verimliliği alanında ciddi ilerleme kaydetmesi gerekmektedir. Aşağıdaki kısımda Türkiye'nin enerji verimliliği alanında yapmış olduğu uygulamalar tartışılacaktır.

Tablo 4. Türkiye'de 1997-2021 Yılları Arasında Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton CO₂ Eşdeğeri)

Sektörler	1997	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2021
Enerji	196,1	216,0	220,5	260,5	292,9	321,6	342,0	373,4	402,5
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	27,0	26,2	28,2	36,8	43,1	56,3	59,7	67,7	75,1

Tarım	42,5	42,3	40,6	43,9	42,0	52,7	56,1	65,3	72,1
Atık	13,2	14,3	15,6	16,8	17,2	17,6	17,1	16,6	14,7
Toplam	278,8	298,9	304,8	358,0	395,2	448,2	475,0	523,1	564,4

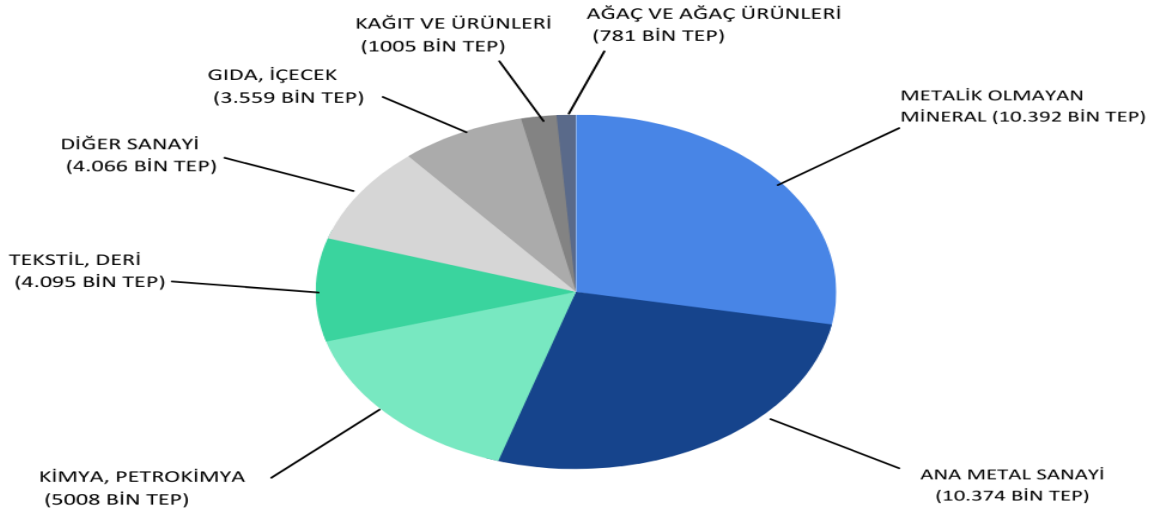
Kaynak: [31]

2.2.1. Türkiye'de Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları

Enerji kaynaklarının yoğun olarak tüketildiği alanlardan biri de sanayidir. Dolayısıyla enerji verimliliği uygulamalarının hayata geçirilmesine duyulan ihtiyaç da yine bu alanda yoğun biçimde ortaya çıkmaktadır. Sanayide enerji verimliliği uygulamaları, aynı oranda ürün ya da hizmetin daha az enerji tüketilerek gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Böylece hem kaynakların etkin kullanımı sağlanmış olacak hem de çevre üzerindeki baskılar azaltılarak iklim değişikliğinde büyük bir etkiye sahip olan emisyon oranlarının azaltılması sağlanacaktır.

Şekil 6, 2021 yılında sanayi sektöründeki enerji tüketimini Bin Tep birimi üzerinden göstermektedir. 2021 yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu'ndaki verilerden yararlanılarak hazırlanan Şekil 6'da, enerji tüketiminin en yüksek olduğu alan, 10.392 Bin Tep ile metal olmayan minerallerdir. Daha sonra 10.374 Bin Tep ile bunu ana metal sanayi takip etmektedir. Kimya, petrokimya sanayi 5008 Bin Tep ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bir sonraki sırada 4.095 Bin Tep ile tekstil, deri yer almaktadır. Diğer sanayi 4.066 Bin Tep, gıda içecek 3.559 Bin Tep, kâğıt ve ürünleri 1005 Bin Tep ve en az oranla en son sırada 781 Bin Tep ile ağaç ve ağaç ürünleri yer almaktadır.

Şekil 6. Sanayide Sektörlere Göre Enerji Tüketimi



Kaynak: [32]

Sanayi sektöründe enerji tüketiminin yoğun olması, bu sektörde, verimlilik faaliyetlerinin uygulanmasının kaçınılmaz olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu anlamda, sanayi sektöründe enerji verimliliğini sağlamak adına Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen faaliyetler çerçevesinde;

Sanayi sektörü için elektrik enerjisinde tasarruf sağlayan projelerde, her bir proje için minimum 250 kW, ısı enerjisinde tasarruf sağlayan projelerde her bir proje için minimum 750 kW birim enerji tasarrufu sağlaması gerekmektedir. Söz konusu projeler; 1-) elektrik motorlarının verimli olanıyla değiştirilmesi ve\veya değişken hız sürücüsü (DHS) uygulamalarına dair projeleri (Söz konusu motorlar, minimum 22 kW etiket gücüne sahip olmak zorundadır), 2-) atık ısı geri kazanımına dair projeler, 3-) proses ve tesis optimizasyonu ile ilgili otomasyon projeleri [33] şeklindedir.

Sanayi alanında, demir çelik, çimento, petrokimya, tekstil, gıda, kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörlerinde enerji verimliliğini artırıcı diğer bazı projeler de Tablo 5'te yer almaktadır:

Tablo 5. Sanayi Sektörlerinde Enerji Verimliliğini Arttırıcı Projeler

Sektör	Proje Adı
Demir Çelik	<ul style="list-style-type: none"> -Hurda transfer sisteminin revize edilmesi -Soğutucu hava fanında değişken hız sürücüsü uygulaması -Hadde Hava Bıçağı Değişimi Projesi
Çimento	<ul style="list-style-type: none"> -Döner fırın besleme sisteminde pnömatik sistem yerine elavator sisteminin kurulması -Kömür değirmeni sıcak gaz fanına değişken hız sürücü uygulamasının yapılması -Farin fanın verimli fan ile değiştirilmesi
Petrokimya	<ul style="list-style-type: none"> -Soğutma suyu kuleleri fanlarına değişken devirli hız sürücüsü uygulanması -Demin suyunun ön ısıtılması ile düşük basınçlı buhar tasarrufu -Reaktör ceketi çıkışı sıcak havasının, elektrikli ısıtıcılar öncesine verilerek enerjinin verimli kullanılması
Tekstil	<ul style="list-style-type: none"> -Verimli büküm makineleri ile enerji verimliliğinin sağlanması -Klima nemlendirme pompalarında değişken hız sürücü uygulaması -Ram bacası atık ısı geri kazanımı, kondensat kaçaklarının önlenmesi -Kızgın yağlı ramöz makinelerinin brülörlü sisteme geçirilmesi
Gıda	<ul style="list-style-type: none"> -Atık ısı enerjisinden sıcak su üretiminin sağlanması -Amonyak soğutma sisteminde atık ısı geri kazanım sisteminin kurulması -Nişasta kurutucularında ön ısıtmanın sağlanması
Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri	<ul style="list-style-type: none"> -Vakum pompalarının turbo pompa ile değiştirilmesi -Kâğıt makinası kurutma silindirlerindeki kondens tahliye sisteminin iyileştirilmesi -Atık ısıdan biomass kurutulması ile verimliliğin artırılması

Kaynak: [34]

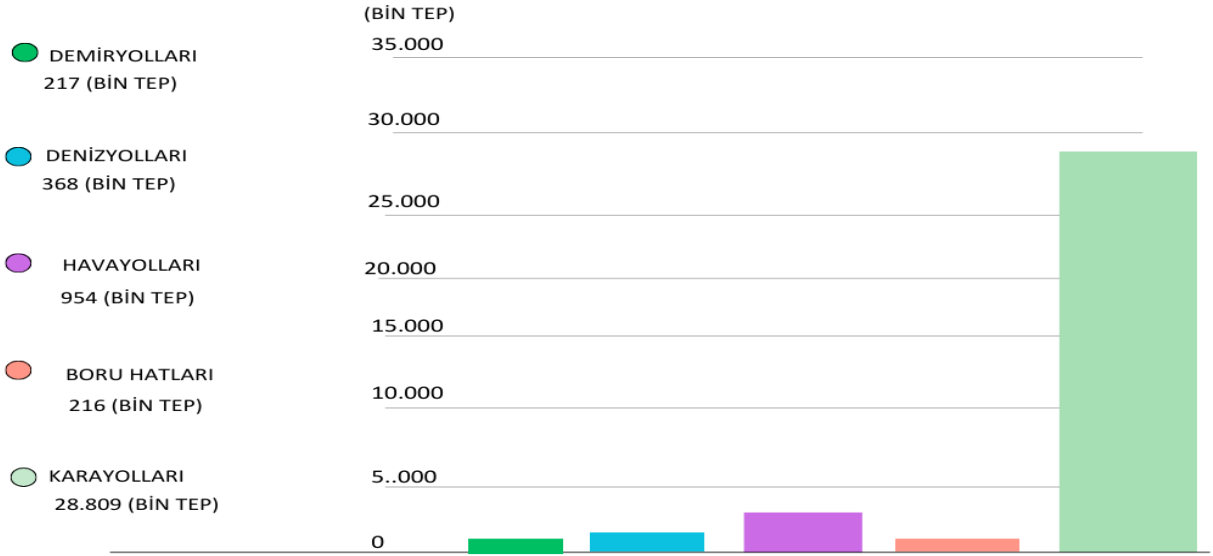
Ayrıca sanayide enerji verimliliğinin maksimum seviyede uygulanmasını sağlamak amacıyla, "Türkiye'nin Sanayide Enerji Verimliliği Görünümü" projesi başlatılmıştır. Proje ile enerji verimliliği ile ilgili farkındalık düzeyinin en üst seviyeye çıkarılması, sanayideki öncü sektörlerin enerji verimliliğinin ve tasarruf durumlarının uluslararası referanslar ile karşılaştırılarak belirlenmesi hedeflenmektedir [35].

2.2.2. Türkiye'de Ulaşım Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları

Enerjinin yoğun biçimde tüketildiği alanlardan biri de ulaşımdır. 2021 yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu'ndaki verilerden yararlanılarak oluşturulan Şekil 7, 2021 yılında ulaşım sektöründeki enerji tüketimini göstermektedir. Veriler değerlendirildiğinde, ulaşımda enerji tüketiminin en az olduğu alt sektör, 216 Bin Tep ile boru hatlarıdır. En yüksek oran ise 28.809 Bin Tep ile karayollarına aittir [32]. Karayollarındaki enerji tüketiminin en büyük paya sahip olmasında, gittikçe artan özel araç sahipliği ve alternatif ulaşım biçimlerine (toplu taşıma, bisiklet ile ulaşım vs.) gereken önemin verilmemesi büyük bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla enerji tüketiminin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması için enerji verimliliğini arttırıcı uygulamalar giderek önem kazanmaktadır.

Ulaşımında, özellikle fosil yakıt kullanımının kademeli de olsa azaltılması ve bunun yerine elektrikli araçların ve e-yakıtın kullanımı, yeşil hidrojen teknolojilerine yatırım yapılması gibi karbon azaltıcı uygulamalar, ulaşımda enerji verimliliğini sağlayacak en önemli uygulamalardandır.

Şekil 7. 2021 Yılında Ulaşım Sektöründeki Enerji Tüketimi



Kaynak: [32]

Ulaşım sektöründe enerji verimliliğini sağlamaya yönelik faaliyetlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Bazı hibrit araçlarda %15 oranında ÖTV indirimi uygulanmıştır. Elektrikli motorlu taşıtlar için ise %25 oranında MTV alınmaktadır.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile İlbank'ın işbirliği yoluyla, bisiklet yolu, yeşil yürüyüş yolu, çevre dostu sokak ve gürültü bariyeri yapılması amacıyla belediyelere hibe desteği sağlanmıştır.
- Şimdiye kadar 16 adet limana "Yeşil Liman Sertifikası" verilmiştir.
- Demiryolu taşımacılığında gelişme sağlamak için demiryolu yapım, yenileme, sinyalizasyon ve elektrifikasyon faaliyetleri sürdürülmüştür.
- Türkiye dağıtım şebekesinde elektrikli araçların ne kadarlık bir etkiye sahip olduğunu belirlemek amacıyla dört adet dağıtım şebekesi incelenerek 2030 yılından itibaren toplam binek araçlar içerisinde %10'luk bir oran ile elektrikli aracın entegrasyonu için yeterli kapasitenin mevcut olduğu saptanmıştır [36].

Ulaşım alanında enerji verimliliğini sağlamaya yönelik gerçekleştirilen çalışmaların bazıları da şu şekildedir:

- Enerji verimliliğinin daha fazla olduğu ulaşım biçimi olan demiryolu ulaşımının altyapısında iyileştirme (yüksek hızlı ve hızlı demiryolu ve konvensiyonel demiryolu projeleri) faaliyetleri
- Karayolu yük taşımacılığının bir bölümünü demiryoluna ve denizyoluna aktarmak amacıyla lojistik merkezlerin ve kombine yük terminallerinin kurulmasına dair faaliyetler
- Avrupa Bisiklet Ağı (Eurovelo) ile entegrasyon sağlanacak biçimde, yaklaşık 3.000 kilometrelik bir güzergah için "Şehirlerarası Ulaşım ve Turizm Amaçlı Bisiklet Yolları Master Planı'nın hazırlanması,
- Akıllı ulaşım sistemleri ve sürdürülebilir hareketlilik planları için faaliyetler gerçekleştirilmesidir [37].

Söz konusu faaliyetlerin yanısıra Türkiye'de hemen hemen tüm büyükşehir belediyeleri tarafından yürütülen akıllı ulaşım çalışmaları da (akıllı durak, akıllı kavşak, değişken mesaj sistemleri vb.) küçük çaplı da olsa, enerji verimliliğine katkı sağlamaktadır. Bu uygulamalar ile bir taraftan zaman israfı önlenirken, diğer taraftan araçların trafikteki bekleme süreleri en aza indirgenerek enerjiden tasarruf sağlanmaktadır.

2.2.3. Türkiye'de Bina Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları

TÜİK verilerine göre, 2017 yılı itibarıyla, Türkiye'deki bina sayısı 9,1 milyon adet olmakla beraber, bu binaların yaklaşık olarak %87'si konut niteliğindedir. Hane sayısı, 22 milyonun üzerindedir. Yapı kullanma izni verilerine göre, her yıl 100.000'den fazla yeni bina yapılmaktadır. Bu anlamda, yeni binaların verimli biçimde inşası ve var olan binaların bu doğrultuda yapılandırılması sayesinde enerji verimliliğinin sağlanması olanaklı hale gelmektedir. Türkiye'de binalarda enerji verimliliğini arttırmak ve enerji kaynaklarının daha az tüketilmesine yönelik hedefler saptanmış ve bu hedeflerin hayata geçirilmesi için faaliyetler gerçekleştirilmektedir. İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023) çerçevesinde, enerji verimliliğini ve elektriğin üretilmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarını arttırmaya yönelik farklı amaçlar saptanmıştır. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde; "Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak" başlığı altında "Binalara azami

enerji ihtiyacı ve azami emisyon sınırlaması getirilmesine” ve “karbondioksit salım miktarları ilgili mevzuatta tanımlanan asgari değerlerin üzerinde olanlara idari yaptırım uygulanması” ile ilgili eylemler yer almaktadır. Onuncu Kalkınma Planı Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı dahilinde, bina ve hizmetler sektöründe enerji verimliliğini arttırmaya yönelik; daha önce yapılmış ve yeni yapılacak olan binalarda verim sınıflarını geliştirmek, binalarda yerinde üretime ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yaygınlık kazandırmak, kapsamlı bina envanteri hazırlamak gibi eylemlere yer verilmiştir. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'na göre, enerji yöneticisi görevlendirme sorumluluğuna sahip (yıllık toplam enerji tüketimi 250 TEP ve üzerinde ya da toplam inşaat alanı 10.000 m² ve üzerinde olan) kamusal binalar için Cumhurbaşkanlığının 15.08.2019 tarih ve 29/18 sayılı Genelgesi çerçevesinde 2023 yılı sonuna kadar %15 enerji tasarrufu hedeflenmiştir [38].

Yine, Onuncu Kalkınma Planı Enerji Verimliliğinin Geliştirilmesi Programı Eylem Planı çerçevesinde, “Binalarda Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi” başlığı adı altında binaların enerji verimliliğini arttırmak için mali mekanizmaların ve mevzuatın geliştirilmesi ile ilgili eylemler saptanmıştır. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nde, yeni yapılmış binalarda en az C sınıfı Enerji Kimlik Belgesi olmak zorundadır. Var olan binalarda ise enerji kimlik belgesinin zorunlu olmasının yanı sıra satış ve kiralama faaliyetlerinde enerji kimlik belgesi aranma mecburiyeti 2020 yılına ertelenmiştir. Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik kapsamında, kamusal binalarda enerji verimliliği ile ilgili etütler yaptırılarak belirlenen potansiyelin uygulanmasına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmektedir [39].

Bina ve hizmet sektöründe enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar arasında, Verimlilik Arttırıcı Projelerin (VAP) desteklenmesi de yer almaktadır. Bu anlamda, yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üstü olan hastaneler, alışveriş merkezleri ve otellerin mevcut durumu çerçevesinde %20 enerji tasarrufunu sağlayan; 1-) merkezi soğutma gruplarının (chiller) verimli olanıyla değiştirilmesi, 2-) toprak ve su kaynaklı ısı pompası konuları ile ilgili verimlilik projelerine hibe desteği sağlanacaktır [33].

Bina sektöründe enerji verimliliğini sağlamaya yönelik bir diğer proje de “Kamu ve Belediye Yenilenebilir Enerji Projesi” dir. Proje, Dünya Bankası tarafından finanse edilecek olup, Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülecektir. Proje çerçevesinde, kamusal binalarda güneş enerji santrallerinin kurulmasına yönelik teknik danışmanlık faaliyetleri, inşaat faaliyetleri ve danışmanlık dışı hizmetlerin yürütüleceği ifade edilmektedir. Üniversiteler, bakanlıklar ve hastaneler gibi kamusal kurumlarda, bu kurumların kendi elektrik gereksinimini (öz tüketim) karşılayabilmeleri için lisanssız güneş enerjisi santrallerinin kurulması öngörülmektedir [40].

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanmasında, ilerlemeler sağlanmış olsa da, yasal düzeydeki ve pratikteki eksiklikler, alana yönelik yetersiz yatırımlar hala bir sorun olma özelliğini devam ettirmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM:

TÜRKİYE'DE MALZEME VERİMLİLİĞİ İLE İLGİLİ MEVZUAT VE GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGULAMALAR



Türkiye'de malzeme verimliliğine yönelik ne tür çalışmalar yapıldığı konusunda yapılan araştırmalarda, doğrudan malzeme verimliliği yerine, kaynak verimliliği ya da çoğunlukla dögüsel ekonomi ile ilgili sonuçlara ulaşılmaktadır. Dolayısıyla malzeme verimliliği konusuna ayrılan bu bölümde, malzeme verimliliğinin yanı sıra, kaynak verimliliği ve dögüsel ekonomi ile alakalı mevzuat ve uygulamalar anlatılacaktır. Zaten malzeme verimliliği uygulamaları, dögüsel ekonominin önemli bir yönünü oluşturmaktadır. Bir başka deyişle, dögüsel ekonomiyi gerçekleştirmenin bir yolu da malzeme verimliliğini sağlamaktan geçmektedir.

1.TÜRKİYE'DE MALZEME DURUMU

Türkiye'nin malzeme/kaynak tüketim durumu, malzeme/kaynak verimliliğinin anlaşılması açısından en önemli unsurlardan birisidir. Örneğin; malzeme tüketiminin fazla olduğu ülkeler, malzeme verimliliği uygulamalarının da en çok hayata

geçirilmesi gerektiği ülkelerdir. Malzeme tüketiminin az olduğu ülkeler de ya büyük ölçüde malzeme verimliliği uygulamalarını hayata geçirmiş, ya da bu malzemelerin ithalat veya ihracatı arasında bir denge kurmayı başarmışlardır.

2016-2021 yılları arasında Avrupa Birliği ülkelerinin kişi başına ton cinsinden malzeme tüketimini gösteren Tablo 6'da, yıllara göre dalgalanma gösterecekler de malzeme tüketiminin en büyük paya sahip olduğu ülkeler olarak; Finlandiya, Estonya, Lüksemburg, İsveç, İrlanda, Romanya ve Danimarka göze çarpmaktadır. Malzeme tüketimindeki ikinci en büyük miktara sahip ülkeler; Bulgaristan, Avusturya, Almanya, Kıbrıs, Litvanya, Malta, Polonya, Portekiz, Çekya, Macaristan, Letonya, Fransa ve Slovenya'dır. Malzeme tüketiminde en düşük paya sahip ülkeler ise Hırvatistan, İtalya, Hollanda ve İspanya'dır.

Tablo 6. 2016-2021 Yılları Arasında Avrupa Birliği Ülkelerinde Malzeme Tüketimi (Ton/Kişi)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Avusturya	17.63	17.51	17.60	17.60	17.37	18.08
Belçika	13.11	13.36	12.78	13.24	12.22	11.91
Bulgaristan	19.14	19.97	20.61	20.89	20.66	22.98
Hırvatistan	9.96	9.94	10.26	10.65	10.87	11.02
Kıbrıs	15.32	18.00	17.63	18.70	17.78	19.05
Çekya	15.59	15.80	15.97	16.04	14.85	15.86
Danimarka	23.65	24.35	24.28	24.49	23.68	24.55
Estonya	25.78	30.52	31.71	28.48	27.24	27.94
Finlandiya	43.91	42.33	46.97	44.63	44.79	44.04
Fransa	10.84	11.67	11.45	11.77	10.54	11.58
Almanya	15.34	15.56	15.01	14.40	13.94	14.35
Yunanistan	12.70	12.55	12.18	11.59	10.17	10.43
Macaristan	12.35	13.82	15.81	16.45	14.26	14.20
İrlanda	21.05	22.14	23.37	23.50	21.63	22.01
İtalya	8.12	8.09	8.20	8.46	7.79	8.61
Letonya	11.67	13.37	14.64	14.72	14.78	16.03
Litvanya	15.66	17.72	17.61	18.99	20.23	21.26
Lüksemburg	23.29	24.08	22.00	22.12	21.69	23.78
Malta	12.90	11.07	12.27	11.74	12.60	12.08
Hollanda	9.65	10.58	11.09	10.61	9.70	9.32

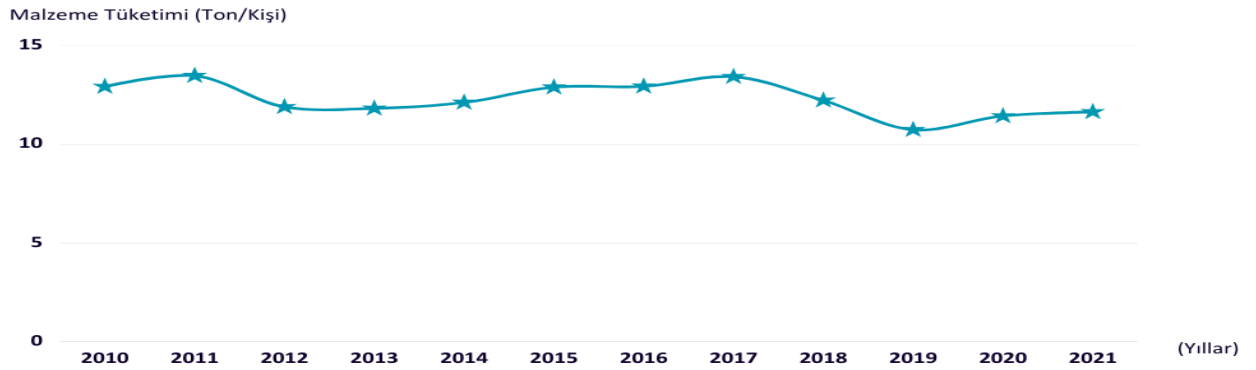
Polonya	16.85	17.94	18.40	17.53	17.33	17.83
Portekiz	14.77	16.23	16.16	16.33	14.59	15.68
Romanya	22.76	21.16	22.93	27.45	28.94	29.62
Slovakya	12.19	12.57	13.29	12.05	11.64	11.83
Slovenya	12.98	13.24	14.53	13.64	13.19	14.20
İspanya	8.70	8.84	9.59	9.43	9.27	9.53
İsveç	22.76	23.67	24.16	25.12	23.84	26.38

Kaynak: [41]

Türkiye'nin malzeme tüketiminin ne kadar yoğun olduğunu anlamak için sadece ülkenin malzeme tüketimini göz önünde bulundurarak değerlendirmeler yapmak ve bu değerlendirmeler üzerinden ülkenin az ya da çok malzeme yoğun olduğunu söylemek bir anlam ifade etmeyecektir. Dolayısıyla ülkenin malzeme tüketim profilini anlamak için bir kıyaslama yapılması (örneğin yukarıda Avrupa Birliği ülkelerindeki malzeme tüketimini gösteren Tablo 6 ile karşılaştırma yapılması) daha gerçekçi değerlendirmeler yapmamızı olanaklı hale getirecektir.

Türkiye'de 2010-2011 yılları arasındaki malzeme tüketim miktarı ton/kişi cinsinden Şekil 8'de yer almaktadır. 2010 yılından 2011 yılında kadar düşük seviyede bir artış gösteren malzeme tüketim miktarı, 2012 yılından itibaren 2013 yılında kadar azalma eğilimi göstermiştir. 2014 yılından başlayıp 2017 yılına kadar daima artmıştır. 2018 ve 2019 yılında düşüşe geçerek, 2020 ve 2021 yıllarında tekrardan yükselişe geçmiştir. Türkiye'nin malzeme tüketim miktarı Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin konumunun orta seviyede olduğu söylenebilir.

Şekil 8. 2010-2021 Yılları Arasında Türkiye'de Malzeme Tüketimi (Ton/Kişi)



Kaynak: [41]

Şekil 9'da ise 2013-2021 yılları arasındaki, Avrupa Birliği-27 ülkeleri ile Türkiye'nin kaynak verimliliği oranları yer almaktadır. Avrupa Birliği-27 ülkelerinde kaynak verimliliği durumunu değerlendirdiğimizde, bu oranın 2013 yılından itibaren 2021 yılına kadar artış gösterdiğini görmekteyiz. Türkiye'nin kaynak verimliliği durumunu değerlendirdiğimizde ise, bu oranın Avrupa Birliği-27 ülkelerine göre epeyce düşük ve kısmen gerileme gösterdiğini ifade edebiliriz. Yukarıda malzeme tüketimini gösteren Şekil 8 ile aşağıda kaynak verimliliğini gösteren Şekil 9'u Türkiye açısından ikisini birlikte değerlendirirsek; Türkiye'de malzeme tüketiminin en düşük olduğu yıl olan 2019 yılı, aynı zamanda kaynak verimliliğinin de en yüksek olduğu yıl olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun anlamı şudur: Türkiye, malzeme tüketimine yönelik yasal, ekonomik, teknik altyapıya yönelik iyileştirici faaliyetler üzerinde yoğunlaşırsa, bu duruma paralel olarak, kaynak verimliliğinde de önemli gelişmeler yaşanacaktır.

Şekil 9. 2013-2021 Yılları Arasında Avrupa Birliği-27 Ülkelerinde ve Türkiye'de Kaynak Verimliliği



Kaynak: [42]

Aslında Şekil 9, Türkiye'nin kaynak verimliliği konusunda şu yorumu yapmamıza olanak sağlamaktadır: Türkiye'nin kaynak verimliliğinin artırılmasında, ilk adımın belki de öncelikle malzeme verimliliğinin kaynak verimliliğinin kendisi değil, kaynak verimliliğinin bir bileşeni olduğunun anlaşılmasıdır. Çünkü malzeme verimliliği uygulamalarının kaynak verimliliği uygulamaları adı altında konumlandırılması, malzeme verimliliği uygulamalarının ikincil planda kalmasına ve görünürlüğünün azalmasına neden olabilmektedir.

2.TÜRKİYE'DE MALZEME VERİMLİLİĞİ KONUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

Bu başlık altında, öncelikle Türkiye'de malzeme verimliliği konusunda gerçekleştirilen yasal düzenlemelere yer verilmiş, ardından bu konuda yürütülen faaliyetler anlatılmıştır.

2.1. Türkiye'de Malzeme Verimliliği Konusunda Gerçekleştirilen Yasal Düzenlemeler

Türkiye'nin malzeme verimliliği/kaynak verimliliği konusundaki mevzuat çalışmaları çoğunlukla hem yönetmelik biçiminde gerçekleştirilmiş hem de daha çok atık konusu

üzerinde yoğunluk kazanmıştır. Aslında bu durum, söz konusu alandaki yasal ve teknik konularda yetersiz kalındığını göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Özellikle ülke ekonomisine faydasının göz ardı edilemeyeceği döngüsel ekonomi uygulamaları doğrultusunda malzeme verimliliği/kaynak verimliliği uygulamalarının gerek ekonomik alandaki, gerek toplumsal alandaki, gerekse de çevresel alandaki pozitif etkilerinin artırılması bağlamında yaygınlık kazanması gerekmektedir.

Tablo 7. Türkiye'de Malzeme Verimliliği ile İlgili Mevzuat

Mevzuat	Mevzuat Türü	Yıl
Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği	Yönetmelik	2004
Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği	Yönetmelik	2006
Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	Yönetmelik	2009
Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği	Tebliğ	2014
Atık Yönetimi Yönetmeliği	Yönetmelik	2015
Sıfır Atık Yönetmeliği	Yönetmelik	2019
11. Kalkınma Planı (2019-2023)	Plan	2019
Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023)	Eylem Planı	2023

Kaynak: [43], [44], [45], [46]

Yukarıda yer alan malzeme verimliliği mevzuatı ile ilgili Tablo 7'nin değerlendirmesine aşağıda yer verilmiştir.

“Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği”; pil ve akümülatörlerin üretiminden son tüketimine kadar yönetimi ile ilgili ilkeleri belirlemek, çevre kriterlerine uygun biçimde üretilmesini sağlamak, çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı etki oluşturacak biçimde alıcı ortama bırakılmasını önlemek, ihtiyaç duyulan önlemler doğrultusunda depolanmasını ve lisanslı tesislerde bertaraf edilmesini ve geri

dönüşümünü olanaklı kılmak, lisanslı araçlar ile taşınmasını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Yönetmelik kapsamına; pil ve akümülatörlere etiket ve işaret konması, üretimleri sırasında ortaya çıkan zararlı maddelerin azaltılması, kullanımından sonra diğer atıklardan ayrı biçimde toplanarak taşınıp bertaraf edilmesi, bu ürünlerin ihracat ve ithalatına dair yasak ve sınırlandırmaların belirlenmesi girmektedir. Bu doğrultuda; ağırlık yönünden %0,025'ten fazla Kadmiyum (Cd) barındıran pillerin, %2'den fazla cıva oksit ya da cıva barındıran düğme tipi pillerin, %0,0005'ten fazla cıva (Hg) barındıran pillerin üretimi ve ithal edilmesi yasaklanmıştır. [47].

Lastiklerin geri dönüşümünü sağlamayı amaçlayan "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği"; çerçevesinde, [48]'de belirtildiği üzere, üreticilerin ve ithalatçıların tabi tutulduğu sattıkları plastik miktarının %80'i kadarının toplanarak geri dönüşümünün sağlanması mecburiyeti, ekonomi üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olmuştur. Lastiklerin 480 bin tonu parçalanıp granül durumuna getirilmiş, futbol sahalarında suni çim olarak kullanılmış çocuk parkların emniyetle zemin malzemesi olarak kullanılmış, 240 bin ton lastikten ise çimento sanayisinde yakıt olarak faydalanılmıştır. Granül olarak değerlendirilen lastiklerden 130 milyon lira katma değer elde edilmiştir. Lastiğin çimento sanayisinde kullanılmasıyla da 52 milyon liralık tasarruf sağlanmıştır.

"Ömrünü Tamamlamış Araçların Kontrolü Hakkında Yönetmelik"; kullanım aşamasının sonuna gelen araçların veya bu araçlara ait kısımların tekrardan kullanımı, geri dönüşümünün sağlanması ve böylece ortaya çıkan atık miktarının azaltılması amacıyla uygulamaya konulmuştur. [49]'de belirtildiğine göre, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca, Ömrünü Tamamlamış Araç Bertaraf Takip Sistemi'yle (ÖTA) hurda olarak saptanmış 2253 araç, lisanslı tesislerde ekonomiye kazandırılmıştır. ÖTA sistemiyle, sürücü haricinde, 8 kişilik oturma yeri mevcut olan yolcu taşıma araçları (M1) ve maksimum kütlesi 3,5 ton olan yük taşıma araçları (N1) sınıfında yer alan ömrünü tamamlamış araçların lisanslı tesislere bırakılmadan hurdaya ayrılması önlenmektedir.

"Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği"; 20.06.2014 tarihli ve 29036 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Atık yakma amacından ziyade, ürün üretim amacıyla kurulan beraber yakma tesislerinde atık

verimliliğinin sağlanması ve sanayi üretim süreçlerinde hammaddeye alternatif olarak atık kullanımının sağlanması, dolayısıyla atık oranının en az düzeye indirilmesi, tebliğin amaçları arasında yer almaktadır [50].

“Atık Yönetimi Yönetmeliği”; atıkların ortaya çıkışından bertaraf edilmesine kadarki süreçte, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek biçimde yönetilmesi, atıkların azaltılması, geri dönüştürülmesi, geri kazandırılması aracılığıyla doğal kaynak kullanımının azaltılması ile ilgili ilke ve usullerin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Yönetmelik kapsamına, EK-4² listesindeki atıklar ile genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamındaki elektrikli ve elektronik eşya, ambalaj, araç, pil ve akümülatör ürünleri girmektedir [51].

“Sıfır Atık Yönetmeliği”; hammadde ve doğal kaynakların etkin olarak yönetilmesinin sağlanması, atık yönetim sistemlerinin kurulması, bu sistemlere yaygınlık kazandırılması, geliştirilmesi, takip edilmesi ile ilgili ilkeleri belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Yönetmelikte; atıkların önlenemeseler bile azaltılması, ürün ve malzemelerin yeniden kullanılması, sıfır atık yönetim sistemi çerçevesindeki eylemler ve bu eylemlere yönelik talep edilen bilgi ve belgeler için Sıfır Atık Bilgi Sistemi’nin kullanılması, atıkların enerji ve malzeme geri dönüşümüne yönelik olarak kullanılması, sıfır atık yönetim sisteminin bulunduğu yerlerdeki mevcut gerçek ve tüzel kişilerin atıklarını bağlı olduğu sıfır atık yönetim sistemi ölçütleri doğrultusunda biriktirmesi, genel esaslar olarak yer almaktadır [52].

“11. Kalkınma Planı’nda; Bölgesel Kalkınma Ajansları’nın gerçekleştireceği temiz üretim faaliyetlerine verilen desteğe devam edileceği, atıklardan elde edilen ikincil ürünlere yönelik standart ve yönetmeliklerin oluşturulacağı ifade edilmiştir [53].

Ayrıca planda;

- Belediye atıkları geri kazanım oranının 2023 yılına kadar %13’ten %30’a yükseltilmesi,
- Sıfır atık yönetimini benimseyen binaların sayıca 400.000’e çıkarılması,

² EK-4 için bakınız. [54].

- Atık geri dönüşümü ile alakalı tüketicilerde bilincin arttırılmasının sağlanması hedeflerine yer verilmiştir [53].

“Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023)” ise; çerçevesinde 81 ilin atık yönetim durumunun tespit edilip, atıkların toplanması, geri dönüşümü ve bertarafına dair yöntemlerin saptanması amacıyla hazırlanmıştır. Planın orta ve uzun vadeli hedefleri arasında; 2023 yılında ortaya çıkan atığın %35'inin geri kazandırılması, %65'inin düzenli depolanmasıyla bertarafı, 2014 yılındaki %5,3 olan ambalaj atık oranının, 2023 yılında %12'ye çıkarılması, yine 2014 yılındaki %0,2 olan belediye atıklarının biyolojik yöntemlerle geri kazanım oranının 2023 yılında %4'e çıkartılması, 2014 yılında %5,4 olan belediye atık miktarının 2023 yılında mekanik biyolojik prosesler ile geri kazanımının 2023'te %11'e yükseltilmesi, 2014 yılında %0,3 oranındaki belediye atık miktarının termal yöntemlerle geri kazanım miktarının 2023 yılında %8'e çıkartılması, 2014 yılında %88,7 olan belediye atık miktarının depolama tekniği ile bertaraf oranının 2023 yılında %65'e düşürülmesi, vahşi döküm alanlarının rehabilitasyonu, özel atıkların toplanmasının ve geri kazanımının arttırılması, tehlikeli atıkların geri kazanımı ve bertarafı için ek tesisler için yatırım gerçekleştirilmesi yer almaktadır [55].

Son yıllarda yaygınlık kazanan “döngüsel ekonomi” kavramına paralel olarak, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından kaynakların etkin kullanımı ve atık yönetimi, ürünlerin ve malzemelerin daha uzun süre kullanımda tutulması, geri dönüşümlü malzemelerin üretimde kullanılması konularında önemli faaliyetler yerine getirilmektedir. Bu anlamda “döngüsel ekonomi” kavramı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nca hazırlanan mevzuat ve yürütülen çalışmalarda bir kılavuz özelliğine haizdir. Ticaret Bakanlığı'nın yayımlamış olduğu “Yeşil Mutabakat Eylem Planı” çerçevesinde, “Döngüsel Ekonomi Alanında Öncelikli Sektörlerin Belirlenmesi” ve “Detaylı Etki ve İhtiyaç Analizlerinin Yapılması” amacıyla bir eylem belirlenmiş ve bu eylemin yerine getirilmesinden, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sorumlu tutulmuştur. Eylem neticesinde; sektörler ile ilgili “İhtiyaç ve Etki Değerlendirme Raporları”nın hazırlanması amaçlanmıştır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na verilen bir diğer sorumluluk da “2023 yılının II. Çeyreğine Kadar Döngüsel Ekonomi Ulusal Eylem Planı”nın hazırlanmasıdır. Söz konusu eylem

neticesinde ise, “Döngüsel Ekonomi Ulusal Eylem Planı” ve geri dönüşümü sağlanmış ikincil malzemelerin kullanımı ile ilgili teknik ölçütlerin saptanması” amaçlanmıştır. Aralık 2020’de Çevre Kanunu’nda bir değişikliğe gidilerek, “sıfır atık” ve “döngüsel ekonomi” faaliyetlerine yaygınlık kazandırılması, çevrenin korunması, geliştirilmesi ve kirletilmesinin önlenmesi konularında bazı prensipler kanuna ilave edilmiştir. Söz konusu değişiklik çerçevesinde, “atıkların ya da atıklar neticesinde kazanılan geri dönüşümlü malzemelerin kullanılması zorunluluğu” şeklinde önemli bir adım atılmıştır [56].

Ülkemizde, daha önce yürütülen faaliyetlere paralel olarak döngüsel ekonominin gerçekleştirilmesinde rol oynayacak yapıyı güçlendirmek adına gerekli önerileri ortaya koymayı amaçlayan “Türkiye’de Döngüsel Ekonomi’ye Geçiş Tutum Belgesi” adlı belge hazırlanmıştır [57]. “Türkiye’nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyeli’nin Değerlendirilmesi İçin Teknik Destek Projesi (DEEP)”, 2022 yılında başlamış olup, projenin süresi 36 aydır. Proje, Türkiye’de kaynakların verimli kullanılmasına ve atık yönetimine katkı sağlayan döngüsel ekonomiye geçişi teşvik etme, AB Döngüsel Ekonomi Modeli doğrultusunda Türkiye’nin döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde teknik ve kurumsal potansiyelinin arttırılması, ülkenin koşulları bağlamında, Ulusal Strateji ve Eylem Planı’nın hazırlanması amacını taşımaktadır [58], [59].

“ Türkiye Yeşil Sanayi Projesi”, sanayi sektöründeki yeşil dönüşüm faaliyetlerine ivedilik kazandırmak, karbonsuzlaşmayı geliştirmek amacıyla ortaya konmuştur. Uygulayıcısı Dünya Bankası’nın desteğiyle Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı olan projeye, 450 milyon ABD doları bütçe ayrılmıştır. 6 yıl süreye sahip olan projenin paydaşları; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı KOSGEB ve TÜBİTAK’tır. Proje 4 bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen; KOBİ’lerin yeşil dönüşüm faaliyetlerini yerine getirebilmeleri amacıyla, KOSGEB’in 250 milyon ABD doları kredi sağlamasını kapsamaktadır. Sağlanan kredi ile yenilenebilir enerji, kaynak verimliliği, atık yönetimi, döngüsel ekonomi alanlarında gerçekleştirilecek faaliyetlerin desteklenmesi öngörülmüştür. İkinci bileşende; toplumsal ya da ekonomik herhangi olumsuz bir etkiye sahip olacak bir felaket veya krizin gerçekleşmesi durumunda, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti’nin proje fonlarının tahsisi doğrultusunda, olaya müdahale etmesine izin verileceği ifade edilmektedir. Üçüncü bileşende; yeşil dönüşüm ile alakalı projelere, TÜBİTAK tarafından 175 Milyon ABD doları kredi

desteğinin sağlanacağından bahsedilmiştir. Dördüncü bileşende; projenin genel yönetiminin Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na verildiği ve bunun için 25 Milyon ABD doları bütçe sağlandığı ifade edilmiştir [60].

Türkiye'de yeşil dönüşüm çalışmalarına tüm bölgelerde yaygınlık kazandırılması ve kalkınma sürecine entegre edilmesi önem kazanırken, 26 Düzey 2 bölgesindeki kalkınma ajansları bölgesel çapta yeşil ve döngüsel ekonominin sağlanması için kaynak verimliliği çalışmaları yürütmektedir. Bu anlamda, 26 düzey 2 bölgesindeki kalkınma ajansları, 2020 ve 2021 yılları arası süreçte, kaynak verimliliği konusunda eğitim, bilinçlendirme ve farkındalık çalışmaları gerçekleştirmiştir. 2022 senesinde kalkınma ajanslarının gerçekleştirdiği kaynak verimliliği çalışmaları için 150 milyon TL kaynak tahsis edilmiştir [61].

“Türkiye'de Atık Sonu (End-of-Waste) Konseptinin Geliştirilmesi Projesi” de atık sonu ölçütlerinin belirlenip doğal kaynak tüketimini ve atık miktarını azaltarak geri dönüşüme katkı sağlamak, sürdürülebilir kalkınmaya yardımcı olacak yüksek kaliteye sahip ve geri dönüşümlü ürünlere yönelik pazar geliştirmek ve ikincil hammaddelerin kullanılmasını teşvik etmek amacıyla hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında; metal hurda (demir, çelik, alüminyum), cam ve bakır hurdalarına yönelik Atık Sonu (End of Waste) ölçütleri saptanacaktır. Ayrıca; atık kâğıt, biyobozunur atık (kompost ve fermente ürün), plastik atığı, tekstil atığı, agrega, atık lastik ve atıktan türetilmiş yakıt (ATY) ile ilgili atık sonu ölçütlerinin saptanmasına yönelik faaliyetler yürütülecektir [62].

2.2. Türkiye'de Sektörler Bazında Malzeme Verimliliği ve Döngüsel Ekonomi Konusunda Yürütülen Faaliyetler

Ürün ve hizmetlerde meydana gelen artış, beraberinde söz konusu ürün ve hizmetlerin karşılanabilmesi için gerekli malzeme ve hammaddenin de artmasını getirmektedir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda ortaya çıkan atık ve malzemelerin yeniden üretime kazandırılmaması, malzemelerin doğadan karşılanmasına neden olmaktadır. Böylece kaynaklara duyulan talebin artması, sera gazı salımı, kaynakların tüketimi gibi problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır [63]. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması/azaltılmasının en iyi yollarından biri de malzeme verimliliği uygulamalarıdır. Malzeme verimliliği uygulamalarıyla, hem ürünlerin

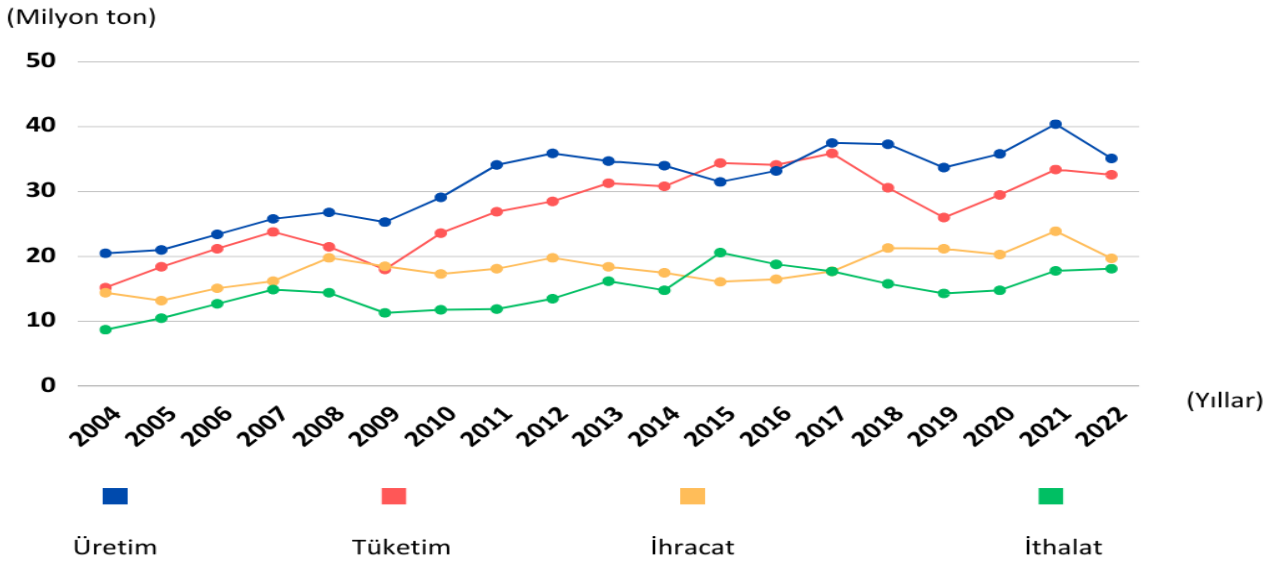
döngüsel ekonomi çerçevesinde yeniden dönüşümü sağlanmakta, hem de iklim değişikliğine neden olan etkiler azaltılmış olmaktadır.

2.2.1. Türkiye’de Demir-Çelik Sektöründe Genel Durum ve Verimlilik Uygulamaları

Türkiye’nin belirlemiş olduğu uzun vadeli iklim politikalarına dayanak oluşturan “Net Sıfır” hedefine ulaşması, yalnızca enerji sektöründe değil, çimento, demir-çelik, petrokimya, cam-seramik ve rafineri sektörlerindeki sera gazlarının azaltılması ve ağır sanayi ürünlerinin döngüsel ekonomi çerçevesinde üretilmesini ve üretimdeki hammaddenin azaltılması yoluyla sağlanabilir. Enerji tüketiminin ve karbon emisyonlarının en yüksek olduğu sanayi sektörlerinden biri de demir-çelik sektörüdür. Türkiye’de sanayi sektörüne yönelik karbonsuzlaşmaya ile ilgili mevzuat konusunda henüz faaliyetlere başlanmamıştır. 2023 yılı neticesinde geçerlilik süresi bitecek olan ulusal iklim eylem planının 2030 yılına kadar geçerli olması amacıyla güncellenmesi ve daha uzun süreli bir iklim stratejisinin (2050) hazırlanması adına faaliyetler yürütülmektedir. Ulusal düzeyde, “Türkiye Çelik Sektörü Raporu: Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci” adlı çalışma ve “Türkiye Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası”, çelik sektöründeki karbonsuzlaşmaya yönelik gerçekleştirilen çalışmalardır. Uluslararası finans ve kalkınma kuruluşlarının verdiği destek kapsamında sektörde karbonsuzlaşma için “Türkiye Çelik Sektörü İçin Düşük Karbonlu Yol Haritası Projesi” hazırlanmıştır [64].

Türkiye’nin Sınırdaki Karbon Mekanizması’na dahil edilmesi durumunda, bundan en çok etkilenecek sektörlerden biri de demir-çelik sektörü olacaktır. Demir-çelik sektörünün emisyon yoğun bir sektör olması ve bu sektörün Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması’na tabi tutulması sonucunda ülke ekonomisi ve ticareti bu durumdan olumsuz yönde etkilenecektir. Dolayısıyla Türkiye’nin bu olumsuz duruma hazırlıklı olması ve gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Söz konusu hazırlık ve önlemlerin özellikle malzeme verimliliği doğrultusunda gerçekleştirilmesi, büyük önem arz etmektedir.

Şekil 10. 2004-2022 Yılları Arasında Türk Çelik Sektöründe Genel Durum



Kaynak: [65]

Şekil 10, Türkiye'de 2004-2022 yılları arasında çelik sektöründeki; üretim, tüketim, ithalat ve ihracat durumunu göstermektedir. Bu doğrultuda, 2004 yılında üretim miktarı 20.5 Milyon ton olan çelik, 2008 yılına kadar sürekli artış göstererek 26.8 Milyon ton'a ulaşmıştır. 2009 yılında, 25.3 Milyon ton'a gerilemiş ve sonrasında 2012 yılına kadar yükselme seyri göstermiştir. 2012 yılı ile 2015 yılları arasında üretim düşmüş, 2017 yılına kadar tekrar artmıştır. 2017 yılından 2019 yılına kadar üretimde düşüş yaşanmış, 2021 yılında artarak, 2022 yılında yeniden düşüşe geçmiştir. 2004-2022 yılları arasında çelik tüketimine baktığımızda, 2004 yılında üretim 15.2 Milyon ton iken, bu oran 2007 yılına kadar sürekli yükselişe geçmiş ve 23.8 Milyon ton'a ulaşmıştır. Bu yıldan itibaren 2009 yılına kadar düşüş gösteren çelik tüketimi, 2013 yılına kadar artarak 31.3 Milyon ton'a ulaşmıştır. 2014'te düşüş ve 2015'te tekrar yükselişe geçerek, 2016'da düşüş ve 2017'de yeniden yükselişe geçmiştir. 2017 yılından 2019 yılına kadar düşüş yaşayan çelik tüketimi, 26 Milyon ton olmuş ve 2021 yılına kadar artış göstererek 33.4 Milyon ton'a ulaşmış, 2022 yılında yeniden düşüşe geçerek 32.6 Milyon ton'a gerilemiştir [65].

Türkiye'de çelik sektöründe, kaynak verimliliğini sağlamaya ve karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik gerçekleştirilen faaliyetlerden bazıları aşağıda yer almaktadır:

Kardemir: Türkiye'de ilk entegre demir çelik üreticisi olan Kardemir, sürdürülebilirlik ile ilgili faaliyetler gerçekleştirmekte ve bu faaliyetlerde katı atık, suyun kullanımı, sera gazı ve baca gazlarının yönetimi konularına ağırlık vermektedir. Son on yıl içerisinde bu tür konular ile ilgili projelere yaklaşık olarak 100 milyon dolar yatırım yapan Kardemir, "Karbon Saydamlık Projesi'nde (Carbon Disclosure Project-CDP)" yer almıştır. Atık yönetimi, su yönetimi, baca gazı emisyon yönetimi, hava gazı emisyon yönetimi, kimyasal yönetimi, çevre ile ilgili eğitimler konusunda yürüttüğü çalışmalar da bulunmaktadır. Söz konusu projeler neticesinde, 136.276 ton emisyon azaltımı yapılmış, 959 TJ enerji verimliliği sağlanmış, 585 M m³ suyun geri kazanımı sağlanmış, sera gazı emisyon yoğunluğu 2020 yılında, 2,4 CO₂ e/ton 2,3 CO₂ e/ton'a düşürülmüştür. 2020 yılında, 381 bin ton hammadde geri dönüştürülmüştür [66].

Erdemir ve İsdemir şirketleri de atık geri kazanımı, emisyon azaltımı konusunda faaliyetler yürütmüştür. Bu anlamda; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yürüttüğü Sıfır Atık Yönetmeliği çerçevesinde, Erdemir'de; 108 ton atık kâğıt toplanmış ve 1.840 adet ağacın kesilmesi önlenmiş, 23 ton cam ve 76 ton demir dışı metal toplanmış, 3.030 m³ su tasarrufu sağlanmış, 168 ton atık plastiğin toplanması sonucunda 437.466 litre yağ kullanımı önlenmiş, 126,72 ton hammadde tasarrufu sağlanmış, 1.462.204 kWh enerji tasarrufu sağlanmıştır. İsdemir'de; 242 ton atık kâğıt, 242 ton atık plastik ve 7 ton cam toplanmış, 4.117,74 adet ağacın kesilmesi önlenmiş, 6.782,16 m³ su tasarrufu sağlanmış, 2.391.153,3 kWh enerji tasarrufu sağlanmıştır [66].

2.2.2. Türkiye'de Çimento Sektöründe Genel Durum ve Verimlilik Uygulamaları

2019 yılı itibarıyla, çimento sektöründe 55 adet entegre tesis ve 22 adet öğütme tesisi mevcuttur. Türkiye'nin ihraç ettiği inşaat ürünleri arasında en yüksek paya sahip malzemedir. Türkiye, çimento tüketiminde, dünyada ilk on ülke içerisinde yer almaktadır. Türkiye'de çimento talebinde, özel konut inşaatları birinci sırada bulunmaktadır. Çimento üretiminde Avrupa ölçeğinde birinci olan Türkiye, dünya ölçeğinde altıncı sırada bulunmaktadır. Çimentonun üretiminde, enerji en büyük

maliyete sahip unsurdur. Ülkede çimento fabrikalarının enerji gereksinimi, petrokok ve kömür ile karşılanmaktadır [67].

2018-2022 yılları arasında dünyada çimento ihracatını gerçekleştiren ülkelerin tablosu (Tablo 8) aşağıda verilmiştir. Tablodaki verilerden de görüleceği üzere, çimento ihracatının en çok gerçekleştirildiği ülkeler arasında (Vietnam, Almanya, Kanada, Tayland) Türkiye de yer almaktadır.

Tablo 8. Dünya Çimento İhracatı (1000 ABD Doları)

Ülkeler	2018	2019	2020	2021	2022
Vietnam	1,159,196	1,301,142	1,350,139	1,646,448	1,814,741
Türkiye	614,327	929,673	1,218,695	1,368,120	1,663,042
Almanya	553,130	550,870	520,595	617,184	588,601
Kore Cumhuriyeti	190,546	256,790	204,767	190,751	128,123
Çin	491,676	347,123	220,383	181,137	209,452
İspanya	436,043	367,265	349,939	429,518	429,418
Tayland	634,233	677,410	548,433	501,890	380,819
Kanada	539,069	542,765	503,329	535,319	512,884
İtalya	165,449	153,159	147,128	169,925	181,106
Amerika Birleşik Devletleri	172,426	169,814	145,132	174,431	171,420
Yunanistan	226,941	220,336	180,933	205,241	231,892
Pakistan	266,068	261,155	257,371	271,453	167,937
Endonezya	237,774	276,309	321,358	405,559	376,616
Japonya	326,915	341,067	361,898	382,435	375,294
Belçika	195,889	233,565	247,210	289,144	320,253

Kaynak: [68].

Tablo 8'de açıkça görüldüğü üzere, Türkiye, dünya çimento ihracatında büyük paya sahip ülkelerden biridir. Çimento sektörü, en fazla sera gazı salımına neden olan sektörlerden biridir. Dolayısıyla, Türkiye Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'na

tabi tutulduğunda, ek maliyetlerin yanısıra, bu sektörde verimlilik de hayati derecede önemli olacaktır.

2018-2022 yılları arasında dünyada çimento ithalatını gerçekleştiren ülkelerin ithalat oranları 1000 ABD Doları cinsinden Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Dünya Çimento İthalatı (1000 ABD Doları)

Ülkeler	2018	2019	2020	2021	2022
Amerika Birleşik Devletleri	1,360,170	1,417,342	1,430,664	1,837,269	2,690,037
Çin	652,068	1,155,247	1,518,880	1,618,669	600,910
Filipinler					
Birleşik Krallık	104,362	71,362	265,723	387,562	577,935
Fransa	414,245	421,699	421,269	562,502	571,466
Hollanda	342,199	328,070	313,430	359,523	515,073
İsrail	235,324	233,016	292,375	341,366	439,405
Bangladeş	616,078	649,003	531,074	741,887	340,684
İtalya	152,930	144,789	143,017	201,142	286,867
Belçika	135,356	145,379	145,702	218,454	219,406
Kanada	124,716	123,062	127,054	173,499	206,401
Gana	323,382	319,662	167,035	187,701	183,684
Avustralya	207,645	209,490	183,912	211,247	239,665
Almanya	215,049	177,992	188,455	196,944	180,389
Mali	215,783	201,418	148,655	174,689	165,916

Kaynak: [68].

Türkiye'de çimento sektöründe enerji verimliliği kapsamında, atık ısı geri kazanımı elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Türk çimento sektörü, 2020 yılında yaklaşık olarak 1,2 milyon ton atıktan toplam enerjisinin %8,5'ini üretmiş olup, yaklaşık olarak 500 bin ton ithal petrokok tasarrufu elde edilmiştir. Ayrıca çimento sektöründe son 5 yılda, fosil yakıtlara alternatif yakıt olarak ömrünü tamamlamış lastiklerin kullanılmasıyla, 865 bin ton karbondioksit salımı önlenmiştir [69].

2.2.3. Türkiye'de Plastik Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları

Türkiye'nin plastik sektöründeki ihracat ve ithalat durumuna baktığımızda; 100'den fazla ülkeden plastik hammadde ithalatı, 200'e yakın ülkeye de plastik hammadde ihracatı gerçekleştirmektedir. 2023 senesinde, ilk çeyrekte, totalde gerçekleştirilen

plastik hammadde ithalatında, miktar olarak yaklaşık %71,3, değer olarak ise %70,5'i 10 ülkeden yapılmıştır. Toplam plastik hammadde ithalatında ilk 3 sırada; Suudi Arabistan, Güney Kore ve ABD yer almış, söz konusu 3 ülkenin toplam plastik hammadde ithalatımızdaki payı, miktar olarak %36,5, değer olarak ise %32,5 olmuştur. Yine 2023 senesinde ilk çeyrekte 10 ülkeye gerçekleştirilen toplam plastik hammadde ihracatı, miktar olarak %60,6, değer olarak ise %61,6 olarak gerçekleşmiştir. Toplam plastik hammadde ihracatında ilk 3 ülke, Rusya Federasyonu, İtalya ve Almanya olmuştur. Bu ülkelerin toplam plastik hammadde ihracatımızdaki payı; miktar olarak %25,4, değer olarak ise %29,3'tür [70].

Türkiye'deki toplanan atıklardan %67,2'si düzenli depolamaya tabi tutulmakta, %20,2'sinin vahşi depolama alanlarında bertarafı sağlanmakta ve yalnızca %12,3'ü geri kazanım amacına yönelik olarak tesislere yollanmaktadır [71].

Plastik poşetlerin 2019 yılından itibaren ücretli olarak satışa sunulmasıyla birlikte, Türkiye'deki plastik poşet kullanım oranı %65 azalarak, plastik poşetten kaynaklanan 550 bin ton plastik atığın oluşmasının önüne geçilmiştir. Bu duruma bağlı olarak, yaklaşık 22 bin 746 ton sera gazı emisyonu önlenmiştir. Plastik poşet kullanımının azalmasıyla birlikte, Türkiye'nin plastik poşet üretimi için ihtiyaç duyduğu plastik hammadde ithalatında düşüş yaşanmış ve yaklaşık olarak 3,8 milyar lira tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca yurttışlarda, bez çanta, file gibi çok kullanımlı ürün kullanım bilinci artmıştır [72].

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından, 2020 yılının ilk 4 ayında, 93 bin ton plastik ambalaj atığının toplanması sağlanmış, böylece yaklaşık olarak 100 milyon lira tasarruf elde edilmiştir. Söz konusu plastik atıkların, 45 bin tonu plastik poşetler, içecek şişeleri, temizlik ve kozmetik ürün şişelerinden oluşmuştur. Sıfır atık projesi ve atık geri dönüşümü ile ilgili gerçekleştirilen diğer faaliyetler (Sıfır Atık Projesi, tanıtım filmleri, kamu spotları, farkındalık projeleri vb.) sayesinde, yıllık 100 bin ton olan plastik ambalaj atıklarının geri dönüşüm kapasitesi, son 10 yılda yaklaşık olarak 600 bin ton'a yükselmiştir. Ayrıca, Sıfır Atık Projesi kapsamında, 2023 yılı hedefi doğrultusunda, ülke çapındaki atıkların toplam geri dönüşüm oranı %35, plastik ambalaj atıklarının toplam geri dönüşüm oranı %55 olarak belirlenmiştir [73].

2.2.4. Türkiye'de Cam Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca hazırlanan 2020 yılı Cam Sektörü Raporu'na göre, %98 oranla yerli hammadde kullanan Türk cam sanayisinde, üretim miktarı son on yıl içerisinde %100 artış kaydetmiş, 2018 senesinde 4,0 milyon tonu bulmuştur. 2019 yılında da bu miktarlar civarında üretim artışı gerçekleşen Türkiye'nin cam sektöründe, üretim kapasitesinin %72'sini Şişecam karşılamaktadır. Düzcamlar sanayisinde, son on yılda üretim kapasitesi iki katına yükselmiş, tüketim ise %76 büyüyerek, 2018 yılında yaklaşık olarak 2 milyon ton/yıl olmuştur. Cam ev eşyası faaliyetinde Türkiye'de 2019 yılından itibaren yaklaşık olarak 305 bin ton/yıl üretim kapasitesi ortaya çıkmıştır. Türkiye, cam ambalaj faaliyetinde ise 1,6 milyon ton/yıl üretim kapasitesine vararak, 1,4 milyon ton pazar büyüklüğü elde etmiştir. Türkiye'de, cam elyaf faaliyet alanında, 70 bin ton/yıl üretim kapasitesi mevcuttur [74].

Türkiye, düzcamlar üretiminde Avrupa'da birinci, dünyada beşinci, cam ev eşyası üretiminde Avrupa'da ikinci, dünyada üçüncü, cam ambalaj üretiminde Avrupa'da ve dünyada beşinci sırada bulunmaktadır. 2021 yılı verileri kapsamında, küresel cam ve cam ürünleri ithalatı 1.133 milyon ABD doları, ihracat ise 1.357 milyon ABD doları olmuştur [75]. Cam malzemesinin yeniden kullanıma tabi tutulması doğrultusunda, "Cam Yeniden Cam Projesi" çerçevesinde, 2011 yılından 2018 yılına kadar, 1.095.752 ton atık geri dönüştürülmüştür. Bu anlamda, 394.194 adet otomobilin 10 bin kilometrede ortaya çıkardığı karbondioksit eşdeğer emisyon salımı önlenmiş, 46.022 adet konutun bir yılda gereksinim duyduğu ısınma ve sıcak su miktarı kadar enerjiden tasarruf elde edilmiş, 33.831.974 adet ağacın bir yıl içerisinde temizlediği havaya eşdeğer emisyon salımı engellenmiştir [76].

Şişecam ve EBRD, Türkiye'deki cam geri dönüşümüne yönelik, 2016 yılında ortaklık gerçekleştirmiş, sürdürülebilirlik amaçlarına yönelik "Şişecam Çevre Sistemleri" adıyla şirket kurmuşlardır. Şişecam, 2030 yılına kadar cam ambalaj üretiminde kullandığı dış cam kırığı miktarını %35'e kadar arttırmayı hedeflemiştir. Böylece, atık camların yeniden kullanılmasıyla beraber, bir şişenin üretiminden son kullanım aşamasına kadar ortaya çıkardığı karbon salımında, kullanılan atık cama göre %50'den fazla azaltım sağlanabilmektedir [77]. 2019 yılında Türkiye'de dönüştürülen 1 milyon 717 bin 88 ton atığın 233 bin 630 tonunu cam ambalajlar oluşturmuştur [78].

Yukarıda verilen Türkiye cam sektörü verileri ve cam malzemesinin geri dönüşüm oranları değerlendirildiğinde, sürdürülebilirliğe katkı sağlandığı görülmektedir. Ancak; geri dönüşümden ziyade, çok önemli olan bir başka husus, cam malzemesinin daha atık haline gelmeden, üretim aşamasında yapılacak iyileştirmelerdir. Özellikle cam üretimi sürecinde ortaya çıkan zararlı gazlar ile çevre üzerinde ortaya çıkan baskının azaltılması, teknolojik altyapının ve üretim süreçlerinin geliştirilmesiyle mümkün hale gelebilecektir.

2.2.5. Türkiye'de Alüminyum Sektörü ve Sektördeki Verimlilik Uygulamaları

Ülkemiz, alüminyum sektöründe hammadde (birincil alüminyum) konusunda, dışa bağımlıdır. Türkiye'deki tek entegre tesis olan Seydişehir Alüminyum Tesisleri, 2016 yılında 50 bin ton, 2017 yılında 82 bin ton birincil alüminyum üretmiştir [79]. 2021 yılında, birincil alüminyum ithalatının en fazla yapıldığı ülke, Rusya olmuştur. 2016 yılında, yaklaşık 669 bin ton olan alüminyum mamul ve yarı mamul ihracatı ise 2021 yılında, 1.289.533 tonu bulmuştur. 2015 yılında 1.240.800 ton olan mamul ve yarı mamul üretimi 2021 yılında, 1.905.199 ton olmuştur. Türkiye'deki kişi başı alüminyum mamul tüketimi, 2016 yılında, 11,8 kg, 2021 yılında artış göstererek 18,1 kg'a yükselmiştir [80].

Türkiye'de 2019 yılında 14.450 ton alüminyum hurda ihracatı gerçekleştirmiş, böylece 18, 27 milyon dolar gelir elde edilmiştir. 2021 yılında alüminyum hurda ihracatı, 13.973 ton olarak gerçekleştirilmiş, 21,68 milyon dolar gelir elde edilmiştir [81]. Türkiye'de, alüminyum sektöründeki malzeme verimliliği uygulamaları incelendiğinde, bu uygulamaların aslında daha çok hurda alüminyumun ihraç edilmesiyle elde edilen ekonomik tasarruf üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Yeşil mutabakat, döngüsel ekonomi ve karbonsuzlaşma politikaları ile beraber, alüminyum kullanımında ve talebindeki artışın da büyük oranda devam edeceği öngörülmektedir. 2050 yılında, toplam alüminyum talebine %50 oranında geri dönüşüm ile cevap verileceği, toplam talebin ise 250 milyon tondan fazla olacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla Türkiye'deki alüminyum sektörünün küresel düzeyde rekabet edebilirliğini muhafaza etmesi, geri dönüşüm süreçlerinin sertifikasyonu, kapasite ve teknolojinin geliştirilmesi ile mümkün olabilecektir. Türkiye alüminyum sektörü açısından, yeşil mutabakat ve iklim değişikliği büyük öneme haiz konulardır. SKDM, geri dönüşüm, ürün çevre etki analizleri, önemli sertifikasyon ve doğrulama

süreçlerinden oluştuğundan[82], Türkiye'nin, bu yeni sürece ayak uydurabilmesi için gerekli tüm hazırlıkları hızlı bir biçimde tamamlaması gerekmektedir.

Sektörlerdeki malzeme verimliliği uygulamaları incelendiğinde, bu uygulamaların hem sınırlı düzeyde olduğu hem de yalnızca geri dönüşüm ve yeniden kullanım işlemlerinden ibaret olduğu açıkça görülmektedir. Malzeme verimliliğinin önemli bir yönünü oluşturan malzeme ikamesi, ürün tamiri gibi faaliyetler neredeyse yok denecek kadar azdır. Her ne kadar malzeme verimliliğinin, tüm yönleriyle uygulama olanağı bulunmasa da en azından olabildiğince bütüncül bir yaklaşımla, malzeme verimliliği stratejilerinin olabildiğince en yüksek düzeyde uygulanması çok önemlidir.

Less Material

SONUÇ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununa referans en iyi çözümlerden biri olan malzeme ve enerji verimliliğinin sağlanması, ülkeler için hayati bir önem taşımaktadır. Türkiye'de ekonomik büyüme ve nüfus artışı nedeniyle enerji ve malzeme tüketiminin de yıllar itibariyle sürekli artış göstermesi, beraberinde ciddi oranda sera gazı emisyon artışını getirmiştir. Bu nedenle, Türkiye için enerji ve malzeme verimliliğinin sağlanması konusunda önemli adımların atılması gerekliliği ön plana çıkmıştır. Bu tür sorunlar artık sadece yasal zeminin oluşturulması ile değil, aynı zamanda uygulamaya dönük verimliliği arttırıcı faaliyetlerin de yaygınlaştırılması ile mümkün olabilmektedir. Türkiye de bu konuda, gerek ulusal, gerekse de uluslararası düzeyde birtakım somut adımlar atmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin sera gazı emisyonlarını azaltmak ve kaynak verimliliğini sağlamak adına yürüttüğü faaliyetler tartışılmıştır.

Türkiye'de enerji verimliliğini sağlamaya ilişkin ilk ölçülebilir adımlar, 2007 yılında hayata geçirilen 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile atılmıştır. Kanun sonrası, yasal düzenlemelere devam edilmiş, faaliyetler yürütülmüş, enerji verimliliği hedefleri belirlenmiştir. Ayrıca yoğun enerji tüketimine dayalı sektörler olan bina, sanayi ve ulaşım sektörlerine yönelik enerji verimliliği düzenlemeleri ve faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Ancak enerji verimliliğinin ülkelerin enerji arz güvenliğini sağlaması ve ülkeye rekabet avantajı sağladığı göz önünde bulundurulduğunda, verimlilik faaliyetlerinin daha çok yaygınlaştırılması gerektiği açıkça ortadadır.

Türkiye'nin malzeme verimliliği uygulamalarına yönelik yasal ve pratik boyut incelendiğinde, sınırlı çalışmaların yapıldığı ortaya çıkmıştır. Mevzuat ve uygulamaya dönük çalışmalar incelendiğinde, genellikle atık konusu üzerine faaliyetler gerçekleştirilmiş ve bu faaliyetler de malzeme verimliliği olarak değil kaynak verimliliği olarak adlandırılmıştır. Ayrıca, malzeme verimliliğinin kaynak verimliliğinin kendisini değil, bir bileşenini oluşturduğu göz önünde bulundurulduğunda, malzeme verimliliğinin ayrı bir alan olarak ele alınması, incelenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, daha spesifik olarak, malzeme verimliliğine yönelik mevzuat konusunda daha detaylı çalışmalar yapılmalı ve bu konudaki faaliyetler arttırılmalıdır. Ayrıca, mevzuat düzenlemelerinin çoğunlukla yönetmelik düzeyinde hazırlanmasının

daha az bağlayıcı olması izlenimini doğurabilme ihtimali olabileceğinden, bu konudaki düzenlemelerin kanun düzeyinde gerçekleştirilmesi, malzeme verimliliği konusunda daha gerçekçi bir tutum izlenmesine ve söz konusu düzenlemelerin daha bağlayıcı olmasına katkı sağlayabilir.

Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi göz önünde bulundurulduğunda, Paris Anlaşması'nı 2021 yılı gibi yakın bir zamanda onaylaması ve 2030 yılına kadar emisyon artışına devam etmesi, aslında bu konuda bir geç kalınmışlığı da gözler önüne sermektedir. Dolayısıyla, Türkiye'nin bu hedefine ulaşabilmesi ve söz konusu gecikmeyi telafi edebilmesi adına, enerji ve malzeme verimliliği alanındaki çalışmalarına hem ulusal düzeyde, hem de uluslararası düzeyde hız kazandırması gerekmektedir.

Less Material

REFERANSLAR

- [1] Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı (2022). <https://iklim.gov.tr/turkiye-ulusal-katki-beyani-ni-cop27-de-acikladi-haber-84> (Erişim Tarihi: 09.10.2023).
- [2] <https://enerjiverimliliği.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/EY2021.pdf> Erişim Tarihi: 27.08.2023).
- [3] Iea Turkey 2021 Energy Policy Review. https://iea.blob.core.windows.net/assets/cc499a7b-b72a-466c-88de-d792a9daff44/Turkey_2021_Energy_Policy_Review.pdf (Erişim Tarihi: 09.10.2023).
- [4] Keskin, T. ve Güven, A. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-15_%20Enerji%20Verimlili%C4%9Fi_T%C3%BClin%20Keskin%20Alpaslan%20G%C3%BCven.pdf (Erişim Tarihi: 26.08.2023).
- [5] T. C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi. <https://www.mevzuat.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 24. 08.2023).
- [6] Uzun, İ. (2022). "Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Enerji Verimliliği". <enerji-verimliliği-mevzuat.pdf> (Erişim Tarihi: 25.08.2023).
- [7] Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. (2005). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5346.pdf> (Erişim Tarihi: 26.09.2023).
- [8] Doğan, H. ve Yılankırkan, N. (2015). "Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu". *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 3(1), 375-383.
- [9] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2020). Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA-II) IPA 2013 Enerji Sektör Programı Faz-2 Projesi. https://enerji.enerji.gov.tr/media/Dizin/BHIM/tr/duyurular/c80daddb0-cdd3-4eef-87aa-92165558a1e2_Enerji_Verimliliği_Stratejik_Iletisim_Planı_Avrupa_Birligi_Logolu.pdf (Erişim Tarihi: 25.09.2023).

- [10] Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği.
<https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=13594&mevzuatTur=Kuru mVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 25.08.2023).
- [11] Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik, (2011).
<https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=15437&mevzuatTur=Kuru mVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 02.09.2023)
- [12] Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023), (2012).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225-7.htm> (Erişim Tarihi: 02.09.2023)
- [13] T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), (2013).
https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Onuncu_Kalkinma_Plani-2014-2018.pdf (Erişim Tarihi: 02.09.2023).
- [14] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı"
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimlilik-ulusal-enerji-verimlilik-eylem-planı> (Erişim Tarihi: 10.10.2023).
- [15] (Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliği, (2018).
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=24729&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 02.09.2023).
- [16] İklim Haber, (2019). "Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik Yayınlandı". <https://www.iklimhaber.org/ulasimda-enerji-verimlilikinin-arttirilmesine-iliskin-yonetmelik-yayinlandi/> (Erişim Tarihi: 02.09.2023).
- [17] Anadolu Ajansı, (2019). "On Birinci Kalkınma Planı'nda Enerji".
<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/on-birinci-kalkinma-planinda-enerji/1526618#:~:text=Do% C4 % 9 Fal% 20 gaz% C4 % B1 n% 20 elektrik% 20 % C3 % BC retimind eki% 20 pay% C4 % B1 n% C4 % B1 n,38% 2C 8'e% 20 y% C3 % BC ksel tilecek.> (Erişim Tarihi: 03.09.2023).
- [18] Energy Pool, <https://www.energy-pool.com.tr/post/turkiye-2019-2023-enerji-stratejisi> (Erişim Tarihi: 03.09.2023).
- [19] Yeşil Ekonomi, <https://yesilekonomi.com/enerji-bakanligi-2019-2023-stratejik-plani-yayinladi/> (Erişim Tarihi: 03.09.2023).

- [20] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. “Elektrik”. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik#:~:text=2023%20y%C4%B1%C4%B1%20A%C4%9Fustos%20ay%C4%B1%20sonu,s%C4%B1%20ise%20di%C4%9Fer%20kaynaklar%20%C5%9Feklindedir> (Erişim Tarihi: 10.10.2023).
- [21] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. “Enerji Verimliliği”. <https://enerji.gov.tr/enerji-verimliliği> (Erişim Tarihi: 26.08.2023).
- [22] Türkiye İstatistik Kurumu, Raporlar, Enerji Hesapları Raporu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Enerji-Hesaplari-2021-49751#:~:text=Enerji%20%C3%BCr%C3%BCnleri%2C%202021%20y%C4%B1%C4%B1nda%20toplam,%259%2C9%20olarak%20hesapland%C4%B1.&text=Ekonomik%20faaliyetler%2C%202021%20y%C4%B1%C4%B1nda%20fiziksel,ile%20en%20b%C3%BCy%C3%BCk%20pay%C4%B1%20ald%C4%B1> (Erişim Tarihi: 10.10.2023).
- [23] European Bank for Reconstruction and Development, Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı. <https://www.ebrd.com/documents/admin/trkiye-ulusal-yenleneblr-enerji-eylem-planı.pdf> (Erişim Tarihi: 05.09.2023).
- [24] T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2023). Orta Vadeli Program (2024-2026), Ankara. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/09/Orta-Vadeli-Program_2024-2026.pdf (Erişim Tarihi: 16.09.2023).
- [25] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2023). “Enerji Verimliliği Hibe Destekleri Hakkında Uygulama Usul ve Esasları” https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/HIGM/tr/Mevzuat/Enerji_Verimliliği/Enerji_Veri_Hibe_Dest_Hak_Uyg_UsulveEsaslari.pdf (Erişim Tarihi: 23.09.2023).
- [26] EUROSTAT, “Energy Productivity”. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG_07_30/default/table?lang=en (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- [27] T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Uluslararası Projeler”, ‘Türkiye-Danimarka Stratejik İşbirliği Verimli ve Düşük Karbonlu Isıtma ve Soğutma Projesi’. <https://enerji.gov.tr/evced-uluslararasi-projeler> (Erişim Tarihi: 26.09.2023).

- [28] Kavaz, İ. (2019). Sürdürülebilirlik Politikaları Çerçevesinde Enerji Verimliliği. <https://setav.org/assets/uploads/2019/07/A287.pdf> Sayı: 287 (Erişim Tarihi: 25.08.2023).
- [29] Yılkırkan, N. ve Doğan, H. (2020). Türkiye'nin Enerji Görünümü ve 2023 Yılı Birincil Enerji Arz Projeksiyonu. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 10(2).
- [30] T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Ulusal Enerji Planı. (2022). https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf (Erişim Tarihi: 27.08.2023).
- [31] TÜİK, (2023). "Sera Gazı Emisyon İstatistikleri". <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672> (Erişim Tarihi: 22.09.2023).
- [32] (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari> (Erişim Tarihi: 04.09.2023).
- [33] T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). "VAP (Verimlilik Arttırıcı Proje) Başvuruları 15 Eylül- 31 Ekim Tarihleri Arası Alınacaktır". <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20385> (Erişim Tarihi: 27.08.2023).
- [34] <https://osbuk.org/wp-content/uploads/2020/01/2-BORA-OMURTAY.pdf> (Erişim Tarihi: 03.09.2023).
- [35] TÜSİAD, (2023). "Türkiye'nin Sanayide Enerji Verimliliği Görünümü" Projesi Başladı". <https://tusiad.org/tr/basin-bultenleri/item/11349-turkiye-nin-sanayide-enerji-verimliliği-gorunumu-projesi-basladi> (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- [36] Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2019 Yılı Gelişim Raporu. https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EVCED/tr/Raporlar/UEVEP_2019_Gelisim_Raporu.pdf (Erişim Tarihi: 04.09.2023).
- [37] Enerji Görünümü, (2021). <https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2021.pdf> (Erişim Tarihi: 21.09.2023).
- [38] T. C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2022). TCDD Enerji Yönetimi ve İklim Değişikliği Eylem Planı 2023-2025.

<https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/eylemplani/eylemplani.pdf> (Erişim Tarihi: 26.08.2023).

[39] Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. (2017).

https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/2017-2023_Ulusal-Enerji-Verimliliği-Eylem-Plani.pdf (Erişim Tarihi: 26.08.2023).

[40] (T. C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Kamu ve Belediye Yenilenebilir Enerji Projesi". 'Proje Hakkında Genel Bilgi'.

<https://kamuenerji.csb.gov.tr/proje-hakkinda-genel-bilgi-i-96445> (Erişim Tarihi: 04.09.2023).

[41] OECD, "Material Consumption". <https://data.oecd.org/materials/material-consumption.htm#indicator-chart> (Erişim Tarihi: 11.09.2023).

[42] EUROSTAT, "Resource Productivity".

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_rp/default/line?lang=en (Erişim Tarihi: 12.09.2023).

[43] T.C. Cumhurbaşkanlığı Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).

[44] T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19804&MevzuatTur=9&MevzuatTerTip=5> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).

[45] <https://oka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/onbirincikalkinmaplani.pdf> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).

[46] https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf (Erişim Tarihi: 15.09.2023).

[47] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Atık Pil ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. <https://haliccevre.com/wp-content/uploads/2018/12/ATIK-P%27C4%B0L-VE-AK%27C3%9CM%27C3%9CLAT%27C3%96RLER%27C4%B0N-KONTROL%27C3%9C-Y%27C3%96NETMEL%27C4%B0%27C4%9E%27C4%B0.pdf> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).

- [48] Dünya, (2017). "Hurda Lastiklerden Ekonomiye 312 Milyon Liralık Katkı". <https://www.dunya.com/surdurulebilir-dunya/hurda-lastiklerden-ekonomiye-312-milyon-liralik-katki-haberi-351494> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).
- [49] Analiz Gazetesi, (2023). "2 Bin 253 Hurda Araç Ekonomiye Kazandırıldı". <https://www.analizgazetesi.com.tr/haber/2-bin-253-hurda-arac-ekonomiye-kazandirildi-3554/> (Erişim Tarihi: 15.09.2023).
- [50] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. "Atıktan Türetilmiş, Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği". <https://cygm.csb.gov.tr/atiktan-turetilmis-yakit-ek-yakit-ve-alternatif-hammadde-tebligi-duyuru-17930> (Erişim Tarihi: 16.09.2023)
- [51] Atık Yönetimi Yönetmeliği, (2015). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2.htm> (Erişim Tarihi: 16.09.2023).
- [52] Sıfır Atık Yönetmeliği, (2019). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190712-9.htm> (Erişim Tarihi: 16.09.2023).
- [53] Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu. https://donguseleekonomiplatformu.com/knowledge-hub/article_5-hukumetler-ne-yapiyor_15.html?page=3 (Erişim Tarihi: 15.09.2023).
- [54] <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150402-2-1.pdf> (Erişim Tarihi: 16.09.2023).
- [55] Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı. https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonet-m--eylem_plan--20180328154824.pdf (Erişim Tarihi: 15.09.2023)
- [56] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Döngüsel Ekonomi Politikaları", 'Hakkında' <https://dongusel.csb.gov.tr/hakkinda-i-105778> (Erişim Tarihi: 06.09.2023).

- [57] TÜSİAD, (2021). Türkiye'de Döngüsel Ekonomiye Geçiş Tutum Belgesi. <https://tusiad.org/tr/haberler/item/10832-turkiye-de-dongusel-ekonomiye-gecis-tutum-belgesi> (Erişim Tarihi: 01.09.2023).
- [58] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Döngüsel Ekonomi Politikaları". <https://dongusel.csb.gov.tr/proje-bilgileri-i-105782> (Erişim Tarihi: 05.09.2023).
- [59] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Döngüsel Ekonomi Politikaları". <https://dongusel.csb.gov.tr/projenin-amaci-i-106794> (Erişim Tarihi: 05.09.2023).
- [60] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayide Yeşil Dönüşüm Projesi. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/birimler/SYDPIsgucuYonetimProsedurleri.pdf> (Erişim Tarihi: 07.09.2023).
- [61] T.C. Ticaret Bakanlığı Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu, Yıllık Faaliyet Raporu, (2022). <https://ticaret.gov.tr/data/643ffd6a13b8767b208ca8e4/YMEP%202022%20Faaliyet%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 07.09.2023).
- [62] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2023). <https://cygm.csb.gov.tr/ulkemizde-atik-sonu-end-of-waste-calismalari-basliyor-haber-283393> (Erişim Tarihi: 12.09.2023).
- [63] Hiçyılmaz, B., Alataş, S. ve Karakaya, E. (2022). "Sanayide Karbonsuzlaşma: Malzeme Etkinliği Stratejilerinin Rolü". Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, Yıl:1, Sayı:2, ss.81-118.
- [64] Baş, D. (2023). Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması: Mevcut Durum. <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20230704-09073528.pdf> (Erişim Tarihi: 08.09.2023)
- [65] Turkish Steel Çelik İhracatçıları Birliği. <https://www.cib.org.tr/tr/istatistikler.html> (Erişim Tarihi: 08.09.2023).

- [66] Türkiye Çelik Sektörü Raporu, "Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci". (2022). <https://sefia.org/wp-content/uploads/2022/03/sefia-celik-raporu-2022.pdf> (Erişim Tarihi: 09.09.2023).
- [67] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020 Yılı Sektör Raporları, Çimento Sektörü Raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari> (Erişim Tarihi: 10.09.2023).
- [68] International Trade Center (ITC), (Trade Map) Kod: 2523. https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c2523%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1 (Erişim Tarihi: 18.09.2023).
- [69] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021 Yılı Sektör Raporları, Çimento Sektörü Raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari> (Erişim Tarihi: 18.09.2023).
- [70] PAGEV, Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2023/3. <https://pagev.org/upload/files/Plastik%20%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202023%20-%20Ocak%20-Mart%20%281%29.pdf> (Erişim Tarihi: 22.09.2023).
- [71] https://www.suvecevre.com/yayin/1046/turkiyea-de-plastik-atik-sorunu-ve-politika-onerileri_29736.html (Erişim Tarihi: 23.09.2023).
- [72] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2022). "Plastik Poşetten 3,5 Yılda 3,8 Milyar TL Tasarruf Edildi". <https://yalova.csb.gov.tr/plastik-posetten-3-5-yilda-3-8-milyar-tl-tasarruf-edildi-haber-272435> (Erişim Tarihi: 22.09.2023).
- [73] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2020). "Geri Dönüşümle 4 Ayda 93 Bin Ton Plastik Atık Ekonomiye Kazandırıldı". <https://mugla.csb.gov.tr/geri-donustumle-4-ayda-93-bin-ton-plastik-atik-ekonomiye-kazandirildi-haber-255136> (Erişim Tarihi: 23.09.2023).
- [74] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2020 Yılı Sektörü Raporları, Cam Sektörü Raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari> (Erişim Tarihi: 24.09.2023).

[75] EVÇED Planlama ve Denetim Daire Başkanlığı, 2021 Yılı Cam Sektörü Kıyaslama Raporu.

https://enerjiverimlilik.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/2021CSKRYon_Ozeti.pdf

(Erişim Tarihi: 24.09.2023).

[76] Anadolu Cam Sanayi A.Ş. "2018 Sürdürülebilirlik Raporu".

https://www.sisecam.com.tr/tr/Documents/surdurulebilirlik/arsiv/cam-ambalaj/Cam_Ambalaj_2018_Surdurulebilirlik_Raporu.pdf

(Erişim Tarihi: 24.09.2023).

[77] Milliyet, (2023). "Cam Geri Dönüşüne Yatırım".

<https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/cam-geri-donusumune-yatirim-6937831>

(Erişim Tarihi: 24.09.2023).

[78] Anadolu Ajansı, (2020). "Türkiye'de Geçen Yıl 1 Milyon 717 bin 88 Ton Atık Oluşturuldu".

<https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyede-gecen-yil-1-milyon-717-bin-88-ton-atik-donusturuldu/1752738#:~:text=Ankara->

[,%20T%C3%BCrkiye'de%202019'da%20730%20tonu%20at%C4%B1k%20pil%2C%20177,ton%20at%C4%B1k%20d%C3%B6n%C5%9F%C3%BCr%C3%BClerek%20ekonomiyeye%20kazand%C4%B1r%C4%B1ld%C4%B1](https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyede-gecen-yil-1-milyon-717-bin-88-ton-atik-donusturuldu/1752738#:~:text=Ankara-,%20T%C3%BCrkiye'de%202019'da%20730%20tonu%20at%C4%B1k%20pil%2C%20177,ton%20at%C4%B1k%20d%C3%B6n%C5%9F%C3%BCr%C3%BClerek%20ekonomiyeye%20kazand%C4%B1r%C4%B1ld%C4%B1). (Erişim Tarihi: 24.09.2023).

[79] Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, (Aralık 2018). "Dünyada ve Türkiye'de Alüminyum".

<https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/aluminyum.pdf>

(Erişim Tarihi: 25.09.2023).

[80] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, (2021). Türkiye Demir ve Demir Dışı Metaller, Meclis Raporu.

<https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2022/T%C3%BCrkiye%20Demir%20ve%20Demir%20D%C4%B1%20Metaller%20Meclisi%20Raporu.pdf>

(Erişim Tarihi: 25.09.2023).

[81] AlCircle, (2022). "Türkiye'nin 2019-22 Dönemindeki Alüminyum Hurda İhracatı, Geri Dönüşüm Çağında Rahatsız Edici Bir Eğilimi Ortaya Koyuyor".

<https://www.alcircle.com/news/turkeys-aluminium-scrap-export-during-2019-22->

[unveils-an-unsettling-trend-in-the-era-of-recycling-80473](#) (Erişim Tarihi: 25.09.2023).

[82] Dünyada ve Türkiye'de Alüminyum 2021 Yılı Raporu (Özet).

[http://talsad.org.tr/wp-](http://talsad.org.tr/wp-content/uploads/2022/08/TALSAD_Dunyada_ve_Turkiyede_Aluminyum_Sektor_Raporu_Ozet_2021.pdf)

[content/uploads/2022/08/TALSAD_Dunyada_ve_Turkiyede_Aluminyum_Sektor_Raporu_Ozet_2021.pdf](http://talsad.org.tr/wp-content/uploads/2022/08/TALSAD_Dunyada_ve_Turkiyede_Aluminyum_Sektor_Raporu_Ozet_2021.pdf) (Erişim Tarihi: 25.09.2023).

Less Material