



Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Döngüsel Ekonomi
Çalışma Grubu Raporu

Eylül 2021

TSKB

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

İçindekiler

Giriş - Avrupa Yeşil Mutabakatı	3
Sınırdaki Karbon Düzenlemesi	4
Döngüsel Ekonomi Eylem Planı	6
Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı	7
Türkiye Sanayisinin Yeşil Dönüşümü	8
Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Enerji Verimliliği	8
Enerji Verimliliği Alanında Ulusal Hedefler ve Yatırım İhtiyacı	9
AYM'den En Çok Etkilenecek Sektörlerde Enerji Verimliliğini Artırıcı Uygulamalar	11
Enerji Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli	23
Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Su Verimliliği	25
Su Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli	27
Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Ham Madde Verimliliği	29
Ham Madde Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli	31
Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın Plastik ve Ambalaj Sektörlerine Etkileri	32
Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşüm için Yatırım Yapabileceği Diğer Alanlar	33
Sonuç ve TSKB Yol Haritası	34

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Döngüsel
Ekonomi Çalışma Grubu Raporu

Hazırlayanlar

Danışmanlık Hizmetleri ve Pazarlama Müdürlüğü

Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü

Finansal Danışmanlık Müdürlüğü

Kalkınma Finansmanı Kurumları Müdürlüğü

Kredi Analiz Müdürlüğü

Mühendislik ve Teknik Danışmanlık Müdürlüğü

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Giriş - Avrupa Yeşil Mutabakatı

İklim değişikliği kaynaklı risklerin ekonomik ve sosyal etkileri net bir şekilde görülmeye başlanırken karbonsuzlaşma yönünde atılan düzenlemeler öne çıkıyor. Raporumuzda bu ekseninde AB Yeşil Mutabakatı kapsamı ile döngüsel ekonomi kavramını ele alarak ülkemizdeki etkilerini irdelemeyi hedefliyoruz.

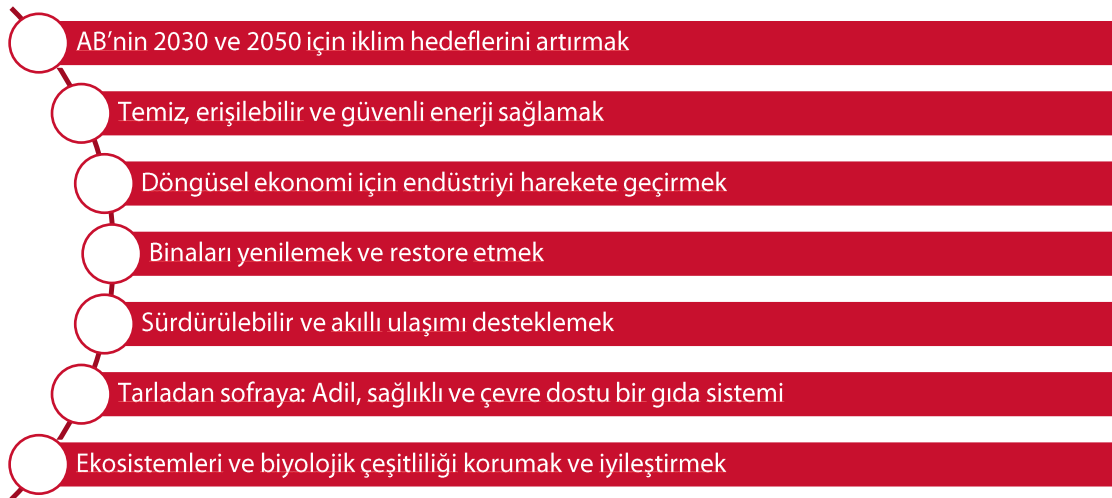
Avrupa Birliği'nin 2050 yılı itibarıyla iklim nötr bir kıta olma yönündeki hedefine giden yolda, iklim değişikliğinin önümüzdeki yıllarda AB'nin sanayi ve ticaret politikaları da dahil tüm politikalarına nüfuz etmesini öngören Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) 11 Aralık 2019 tarihinde yayınlanmıştır.

AYM, AB ekonomisini (üretim ve tüketim şekillerini) daha modern, kaynak verimli ve rekabetçi yapacak bir yol haritası olarak tanımlanmaktadır. AYM, tüm sektörleri kapsamakla birlikte, en çok kaynak (enerji, su ve ham madde) yoğun sektörleri etkileyecek ve değiştirecektir.

Sera Gazı Emisyonlarının %55 oranında azaltılması adına bir nevi aksiyon ve yol haritası niteliğinde olan **"Fit For 55 Package"** ise 14 Temmuz 2021'de yayınlanmıştır. Paket, AB Emisyon Ticareti Sistemi'nde ("ETS") gerçekleştirilmesi beklenen reformların yanı sıra tarım gibi ETS dışı sektörleri, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, arazi kullanımı, emisyon standartları ve enerjinin vergilendirilmesi alanlarını düzenleyen karar ve yönergeleri içermektedir. Bu düzenlemeler içerisinde **Sınırdaki Karbon Düzenlemesi** (SKD) ise Türk sanayicisi için kritik öneme sahiptir. Avrupa Komisyonu, karbon kaçışını önlemek, üçüncü ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmak, yeşil politika uygulamaları geliştirmek ve AB'de yeşil dönüşüm için kaynak sağlamak adına SKD'nin kullanılmasını amaçlamaktadır.

10 Şubat 2021 tarihinde Avrupa Parlamentosu tarafından kabul edilen **Döngüsel Ekonomi Eylem Planı** da AB'nin dönüşüm programındaki en önemli bloklardan biridir. AYM kapsamında Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'na ek olarak farklı sektörleri ilgilendiren pek çok yeni-revize kanun/yönetmelik, strateji ve eylem planı hazırlanmış veya hazırlanmaktadır.

Şekil 1: AYM'nin Temel Politika Alanları



AB, 2050 yılında hedeflediği iklim nötrlüğe ulaşmak için aşağıdaki alanlarda yatırımlar yapmayı hedeflemektedir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Şekil 2: İklim Nötr Kıta Olma Yolunda AB için Temel Yatırım Alanları



Planlanan bu yatırımların AB ülkelerinde iklim değişikliği ile mücadele ve adaptasyon, biyoçeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi, çevre kalitesinin iyileştirilmesi, kaynakların verimli kullanılması ve rekabetçiliğin korunması, ve yeni istihdam yaratılması gibi alanlarda katkıları olması beklenmektedir.

Sınırdaki Karbon Düzenlemesi

AYM, kıtanın iklim motivasyonunu yükseltmeye ve diğer ülkeleri de iklim kriziyle mücadele çabalarına katılmaya ve kendi katkılarına artırmaya davet etmektedir. AYM'deki ekonomik modeli dönüştürme niyeti ve bu dönüşümü rekabet gücü kazanmakla ilişkilendirmesi, gelecekteki düzenlemelerin, firmaların ve ülkelerin rekabet gücü arayışlarının yeşil gündem doğrultusunda şekilleneceğinin ipuçlarını vermektedir. Buna ilaveten, SKD, ülkelerin dış ticarete rekabet gücünü yeniden şekillendirmesinde önemli bir yeni araç olarak değerlendirilmektedir. Rekabet düzlemini değiştirmeye, uluslararası rekabetin bileşenlerini yeniden tanımlamaya ve emisyonları fiyatlandırma yoluyla doğal sermaye kullanmanın maliyetini üretim maliyetlerine eklemeye yönelik çabalar, bir sanayi politika seti olarak da hizmet etmektedir. Nihayetinde, (Atlantik'in her iki yakasında) bir yeşil mutabakat arayışı, çevreyi kirleten sanayi faaliyetlerine yönelik bir rehabilitasyon çabası olmanın yanında, sanayi politikaları yoluyla istihdam kazanımları sağlamanın bir aracı olarak da görülebilmektedir¹. AYM, sadece firmaların yatırım yaptığı koşulları iyileştirmeyi değil, aynı zamanda gelecekteki büyüme fırsatlarının nerede olabileceğine ilişkin beklentileri etkilemeyi ve talebi canlandırmayı da amaçlamaktadır.

AB, geçtiğimiz dönemde Emisyon Ticaret Sistemi'nin (ETS) yardımıyla emisyon azaltımında önemli bir kazanım sağlamıştır. Ancak, Avrupa Komisyonu'nun AYM ile daha iddialı iklim hedefleri belirlemesinin, karbon fiyatlarını artırarak karbon kaçığı riskini yükseltebileceği tahmin edilmektedir. Bu riski sınırlamak amacıyla AYM'nin kilit unsurlarından biri olarak SKD dikkat çekmektedir. SKD, AB tarafından ithal edilen ürünlerin, karbon ayak izlerine dayalı bir mali yükümlülük ile karşılaşmasını, böylece ithal malların fiyatlarının, ürünlerin karbon içeriğini daha doğru bir şekilde yansıtmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Böylece hem yatırım hem de ticaret saptırması şeklindeki karbon kaçığı risklerinin sınırlandırılması hedeflenmektedir.

Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD), SKD'nin küresel emisyonları %0,1 oranında azaltılabileceğine işaret ederek, AB'nin, iklim değişikliğiyle mücadele mekanizmasının küresel

¹ Aiginger, K., & Rodrik, D. (2020). *Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century*. *Journal of Industry, Competition and Trade*.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

ticarete etkilerini dikkate alması gerektiğini vurgulamaktadır². Nitekim UNCTAD, SKD ile küresel ticaretin akışının karbon verimliliği daha yüksek ülkeler lehine, gelişen ülkeler aleyhine değişebileceğini kaydetmektedir.

Söz konusu düzenleme, **karbon kaçağı riski en yüksek görülen demir-çelik, çimento, alüminyum, gübre ve elektrik** alanlarında SKD uygulanmasını önermektedir. Komisyon'un gerçekleştirdiği etki analizi çalışması, SKD kapsamındaki ticaretten en fazla etkilenecek 3 ülkeyi Rusya, Ukrayna ve Türkiye olarak sıralamaktadır. Düzenleme önerisine göre 2023-2025 döneminde SKD kapsamında herhangi bir mali yükümlülük doğmadan geçiş süreci olarak uygulanacaktır. Bu dönemde ithalatçılar gerçekleştirdikleri ithalatın doğrudan ve dolaylı emisyonları ile ilgili her çeyrek raporlama gerçekleştirecektir. İlk başta üretim sürecindeki doğrudan emisyonlar (Kapsam 1) SKD kapsamında değerlendirilirken, geçiş döneminin sonunda yapılacak değerlendirmeye göre dolaylı emisyonların da kapsama dahil edilebileceği ve böylece AB-ETS'deki anlayışa uyumlu hale getirilebileceği ifade edilmektedir. Geçiş aşamasının ardından 2026'dan itibaren SKD'nin mali yükleri yansıtılmaya başlanacaktır. Mali yük AB-ETS bünyesinde oluşan karbon fiyatına endeksli olacaktır. Mali yükün yansıtılmaya başlamasıyla eşgüdümlü olarak SKD kapsamındaki sektörlere sunulan AB-ETS ücretsiz tahsisatlardan da çıkış süreci başlayacaktır. Serbest tahsisten aşamalı çıkış 2035 yılına kadar sürecektir ve SKD'nin uygulamaya aşamalı girişi ile eşgüdüm halinde gerçekleştirilecektir. Böylece her iki düzenlemenin de AB'li üreticilere çifte koruma sağlayacağı bir çerçeveden uzak durularak Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) uyumluluğunun sağlanmaya çalışıldığı anlaşılmaktadır. Buna karşın düzenlemenin detaylarında DTÖ'de itiraza konu edilebilecek pek çok hukuki konu olduğu yorumlarına rastlanmaktadır. Düzenleme önerisinde SKD'den elde edilen gelirlerin önemli bir kısmı AB bütçesine gideceği belirtilirken, ne kadarlık bir kısmının bütçeye kaydedileceği, bütçeye kaydedilen gelirin iklim değişikliği ile mücadele amacı için harcanıp harcanmayacağı veya kalan kısmın ne olacağı konularında açık bir hüküm görünmemektedir.

Genel olarak açıklanan iklim regülasyonları, özel olarak da SKD hem AB içi hem AB dışı paydaşlar nezdinde uzun süreli diplomatik çabayı gerektirecek bir niteliğe sahiptir. Bu nedenle paydaşlar nezdinde politik kabul edilebilirliği önem taşımaktadır. Bu eksende düzenleme önerilerinin nereye doğru evrilebileceğini anlamak açısından aşağıdaki konuların önümüzdeki dönemde takip edilmesi faydalı olacaktır.

- Düzenlemede en az gelişmiş ülkelere yönelik bir istisna tanınmaması nedeniyle "Ortak Ama Farklılaştırılmış Sorumluluk" ilkesi ile uyumunun sorgulanması şaşırtıcı olmayacaktır.
- Düzenlemeye başta BASIC grubu (Brezilya, Güney Afrika, Hindistan, Çin) olmak üzere gelişen ülkelerin vereceği tepkiler takip edilecektir.
- ABD'nin SKD düzenlemesine mesafeli yaklaşımı hafızalardayken (ABD İklim Başmüzakerecisi John Kerry "son çare" olarak değerlendirmişti) AB'nin İklim Kulübü çağrısı dikkat çekmektedir. Bu çağrıya ilk etapta sınırda karbon vergisi tasarımı üzerine çalışan Kanada ve Japonya'nın karşılık verip vermeyeceği izlenecektir.
- Politik kabul edilebilirlik sadece uluslararası alanda değil, AB bünyesinde de önemli bir aşama olacak gibi görünmektedir. SKD kapsamındaki bazı sektör örgütleri SKD ile ücretsiz tahsisatların

² UNCTAD. (2021). *A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries*

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

eşanlı olarak devrede olmasını, aksi takdirde SKD'yi tercih etmeyeceklerini açıklamışlardı. Ayrıca AB-ETS'nin kapsamının genişlemesiyle birlikte iklim kriziyle mücadelenin doğrudan hanehalkının yaşam maliyetlerini artırıcı bir şekle bürünmesi, iklim adaleti ekseninde tartışmaları beraberinde getirecektir.

Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

Döngüsel ekonominin temelinde kaynak verimliliği bulunmaktadır. **Döngüsel Ekonomi Eylem Planı**, ürünü yaşam döngüsü boyunca ele almakta, ürün tasarımını, döngüsel ekonomi süreçlerinin desteklenmesini, sürdürülebilir tüketimin güçlendirilmesini ve kullanılan kaynakların mümkün olan en uzun zaman dilimi süresince AB ekonomisi içinde kalmasını amaçlamaktadır. Döngüsellik potansiyelinin daha fazla olduğu kaynak kullanımı yoğun sektörler (elektronik, bilişim, piller-taşıtlar, ambalaj, plastik, tekstil, inşaat-binalar, gıda, su ve besin maddeleri gibi) odaklanılması hedeflenmektedir.

Bu çerçevede, AYM kapsamında belirlenen birçok strateji arasında, döngüsel ekonominin de gündemin en üst sıralarında yerini aldığı ve AYM'nin temel unsurlarından biri haline geldiği izlenmektedir. Avrupa Komisyonu, ilk olarak 2015 yılında, döngüsel ekonomiye geçişi teşvik etmek adına geri dönüşüm, ambalaj atıkları ve katı atık depolama sahaları alanlarında iddialı hedefler içeren ilk döngüsel ekonomi eylem planını yayımlamıştır³. 2020 yılının Mart ayında ise, Avrupa Komisyonu 2030 yılına kadar tüm ambalaj atıklarında %70 ve 2035 yılına kadar ise tüm belediye atıklarında %65 geri dönüşüm oranı hedefleri koyan yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nı kabul etmiştir⁴. Söz konusu planın AB'nin 2050 yılına kadar iklim nötr olma hedefine ulaşmasında kritik rol oynaması beklenmektedir. AB'nin 2030 yılına kadar malzeme kullanımı ve tüketimine ilişkin daha sıkı geri dönüşüm düzenlemeleri ve bağlayıcı hedefler belirleme, 2050 yılında ise tamamen döngüsel bir ekonomiye geçişi sağlama hedefleri bulunmaktadır. Bu bağlamda, AB kısa süre önce, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde çözümler ve öneriler geliştirmek üzere kamu, özel sektör, STK'lar ve uluslararası kuruluşların temsilcilerini bir araya getirerek Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği Küresel Birliği (GACERE) adıyla bir oluşum kurmuş durumdadır⁵. Görüldüğü üzere AYM, bir ekonomik yapının sürdürülebilir olması için döngüsel ekonomi yaklaşımı doğrultusunda yeniden şekillendirilmesi gerektiğinin altını açığa çıkarmaktadır.

AB, ayrıca döngüsel ekonomi süreçlerini teşvik ederek ve destekleyerek bölgenin rekabet gücünü artırmayı ve yeni istihdam alanları yaratmayı hedeflemektedir. Yapılan projeksiyonlar, döngüsel ekonominin 2030 yılına kadar 4,5 trilyon dolara kadar ekonomik getiri sağlayabilecek bir alternatif sunduğunu göstermektedir⁶. Buna ek olarak, 2021 Döngüsellik Boşluk Analizi Raporu, döngüsel ekonominin küresel sera gazı emisyonlarını %39 ve ham madde kullanımını ise %28 azaltma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır⁷.

³ European Commission. (2015). *The first circular economy action plan*.

⁴ European Commission. (2020). *A new Circular Economy Action Plan*.

⁵ European Commission. (2021). https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling_en. *Waste and recycling*.

⁶ World Economic Forum. (2021). *The circular economy can help save the planet – if we start innovating now*.

<https://www.weforum.org/agenda/2021/02/the-circulars-acceleratorcircular-economy-zero-waste/>

⁷ Circle-Economy.com. (2021). *The Circularity Gap Report. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE)*.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı

Tüm politika alanlarında yeşil dönüşümün desteklenmesini hedefleyen bir yol haritası niteliğindeki **Yeşil Mutabakat Eylem Planı'na** ilişkin Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 16 Temmuz 2021 tarihinde yayımlanmıştır. Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan eylem planının uygulanmasını takip etmek ve gerekli koordinasyonu sağlamak üzere Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu oluşturulduğu da duyurulmuştur. Ticaret Bakanlığının ilgili bakan yardımcısının başkanlığında kurulan çalışma grubunda, Strateji ve Bütçe Başkan Yardımcısı ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik, Çevre ve Şehircilik, Dışişleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar, Hazine ve Maliye, Milli Eğitim, Sanayi ve Teknoloji, Tarım ve Orman, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlıklarının bakan yardımcıları görev alacaktır.

Türkiye'nin **sürdürülebilir ve kaynak etkin bir ekonomiye geçişine** katkı sağlamasını ve Türkiye'nin başta AYM ile öngörülen kapsamlı değişikliklere, Türkiye-AB Gümrük Birliği kapsamında sağlanan bütünleşmeyi koruyacak ve daha da ileriye taşıyacak şekilde uyum sağlaması amacıyla hazırlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı, aşağıda sıralanan 9 ana başlıkta toplanan 32 hedef ve 81 eylemi içermektedir.

- Sınırdaki karbon düzenlemeleri,
- Yeşil ve döngüsel bir ekonomi,
- Yeşil finansman,
- Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı,
- Sürdürülebilir tarım,
- Sürdürülebilir akıllı ulaşım,
- İklim değişikliği ile mücadele,
- Diplomasi ve
- Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri

Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda Türkiye'de **yenilenebilir enerji** ve düşük karbonlu enerji kaynaklarının kullanımının artırılmaya devam edilmesi ve **enerji verimliliğinin geliştirilmesi** konularının sera gazı emisyonlarının azaltımı için büyük önem teşkil ettiği vurgulanmaktadır. Yine SKD'ye ilişkin etki analizi (2021 - 3. Çeyrek) ve yol haritası (2021 - 4. Çeyrek) hazırlanması konusunda eylemde yer almaktadır. SKD'ye tabi olabilecek öncelikli imalat sanayi sektörlerine dair yol haritasının veya faaliyetlerinin belirlenmesi ile enerji yoğun sektörlerde etkilerinin senaryolar bazında modellenerek sektör bazında çalışılması ve yapılması gereken eylemlerin değerlendirilmesi Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonunda gerçekleştirilecek. **Yeşil ve döngüsel bir ekonomi**, Eylem Planı'nın en önemli alt başlıklarından birini oluşturmaktadır. AB'nin 11 Mart 2020 tarihinde yayınladığı "Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" kapsamında uygulamaya konulacak politikalar ile uyumlu bir "Ulusal Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" hazırlanmasının ve ulusal bazda döngüsel ekonomi çalışmalarını gerçekleştirmek için atılacak adımların belirlenmesinin büyük önem taşıdığı belirtilmektedir.

Sektörler için temiz üretim uygulamalarının (mevcut en iyi tekniklerin) belirlenmesi için mevzuat çalışmalarının yapılacağı ve AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (EKÖK) mevzuatının uygulanmasına yönelik ulusal eylem planı ve uygulama takvimi hazırlanacağı belirtilmektedir. Tekstil ve deri sektörü ile beraber diğer sektörlerde de ilerleyen süreçte **su ve ham madde verimliliği** çalışmalarının da hız kazanacağı anlaşılmaktadır.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Eylül 2021’de yayınlanan 2022-2024 yıllarını kapsayan Orta Vadeli Program’da da yeşil dönüşümün ihtiyacı ve önemine vurgu yapıldığı görülmektedir.

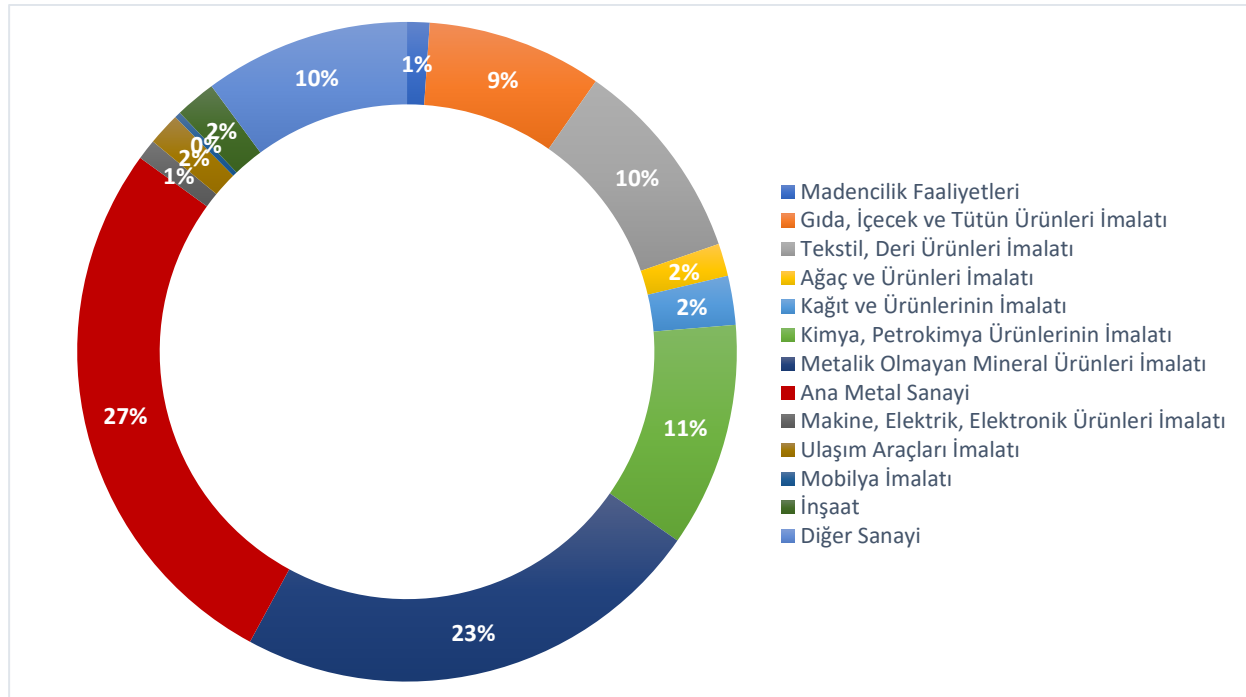
Türkiye Sanayisinin Yeşil Dönüşümü

Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Enerji Verimliliği

Düşük karbonlu enerji sistemine dönüşümde elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını artırırken fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin payını azaltmak, iletim ve dağıtım şebekesindeki kayıpları azaltmak ve tüketim tarafında elektriği verimli kullanmak hedeflenmektedir.

Sanayi sektörü, Türkiye nihai enerji tüketiminin yaklaşık %25,3’ünü gerçekleştirmektedir⁸. Sektörel bazda incelendiğinde (Şekil 3), Türkiye’de enerji tüketiminin en yüksek olduğu imalat sektörlerinin ana metal (%27) ve içerisinde çimento sektörünün de dahil olduğu metalik olmayan mineral ürünleri imalatı (23%) sektörlerinin olduğu görülmektedir. Takip eden sektörler kimya, tekstil ve kağıt ürünleri imalatı sektörleridir.

Şekil 3: Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimi (2019)



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı⁹

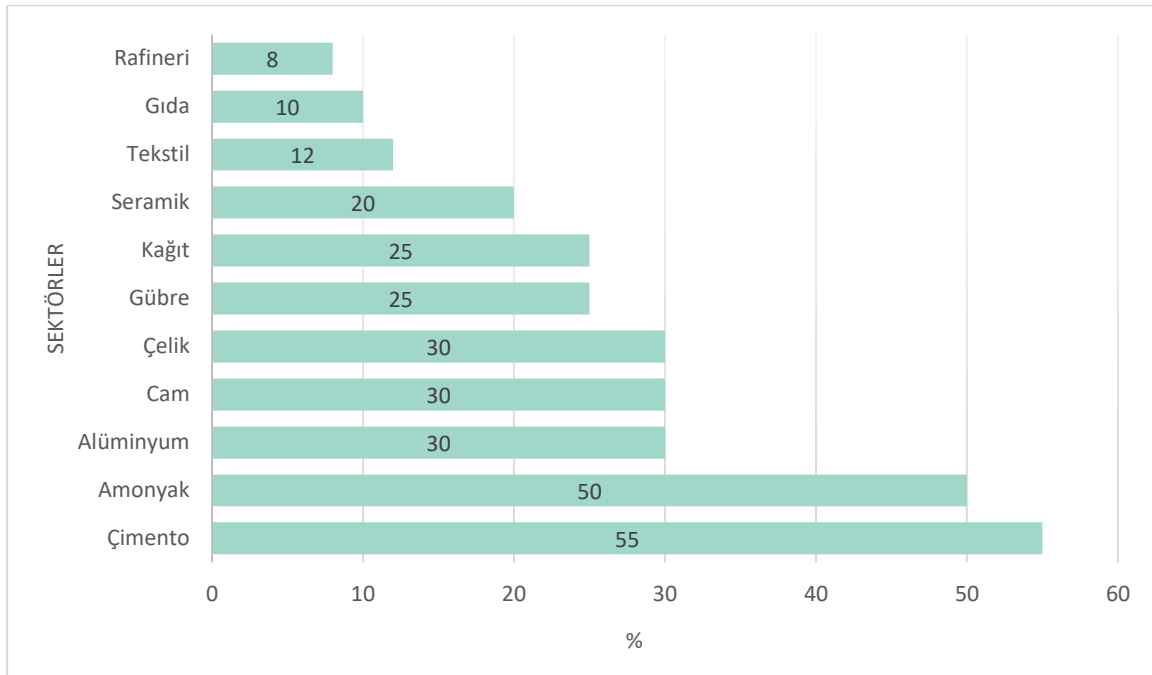
Türkiye’de enerji maliyetlerinin toplam üretim maliyetleri içerisindeki oranları incelendiğinde ise çimento (%55), amonyak (%50), alüminyum, cam ve çelik (%30) sektörlerinin üst sıralarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 4).

⁸ Daha fazla bilgi için <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sectorlere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800> ziyaret edilebilir.

⁹ <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Şekil 4: Farklı Sektörlerde Enerji Maliyetlerinin Toplam Üretim Maliyeti İçerisindeki Oranı (%)



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Verileri, Enerji Gazetesi

AYM ve gelişmiş ülkelerde uygulamaya konabilecek benzeri düzenlemeler açısından rekabetçiliğin korunması çerçevesinde değerlendirildiğinde, enerji tüketiminin ve yoğunluğunun yüksek olduğu çimento, demir-çelik, kimya ve tekstil gibi sektörlerde enerji verimliliğinin ve birim ürün başına enerji tüketiminin (ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarının) azaltımı, bu tür yatırımlardaki kısa geri ödeme süreleri de düşünüldüğünde avantajlı bir seçenek olmaktadır.

SHURA'nın yayınladığı Türkiye'de Enerji Dönüşümünün Finansmanı¹⁰ adlı çalışmaya göre 2002 ila 2018 döneminde enerji verimliliği iyileştirmeleri için en az 10 milyar dolar yatırım yapılmıştır. Söz konusu dönemde gerçekleşen enerji verimliliği yatırımlarının, ağırlıklı olarak demir-çelik, çimento, cam, seramik, rafineri ürünleri sektörleri başta olmak üzere enerji tüketimi yüksek sektörlerdeki büyük sanayi kuruluşları tarafından yapıldığı aktarılmıştır. Bununla beraber, küçük ve orta büyüklükteki sanayi kuruluşlarındaki enerji verimliliği uygulamalarının görece sınırlı kaldığı belirtilmektedir. Enerji verimliliği uygulamalarının bu işletmelerde de yaygınlaştırılması önemlidir.

Aynı çalışmaya göre, 2002-2018 dönemi incelendiğinde, çimento sektöründe atık ısı geri kazanımı, yakıt verimliliği, atıktan yakıt kullanımına yönelik yatırımlar yapıldığı görülmüştür. Demir-çelik sektöründe atık ısı ve gazların geri kazanımı ile elektrik ve yakıt verimliliğine yönelik yatırımlar yoğun olarak yapılmıştır. Tekstil sektöründe ise enerji verimliliği de sağlayan kaynak verimliliği yatırımları ön planda olmuştur.

Enerji Verimliliği Alanında Ulusal Hedefler ve Yatırım İhtiyacı

Türkiye'de özellikle enerji verimliliğine yönelik gerekli tedbirlere yönelik faaliyetler 2000'li yıllardan itibaren başlamıştır. 2007 yılında yürürlüğe giren 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" ile enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerjinin

¹⁰ Söz konusu rapora ulaşmak için https://www.shura.org.tr/turkiyede_enerji_donusumunun_f finansmani/ ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. 2012 yılında yayımlanan “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi” ile 2023 yılı enerji verimliliği hedefleri oluşturulmuştur.

Gelişen ihtiyaçlar doğrultusunda ve 2012 tarihli stratejiyi daha ileri bir aşamaya taşımak üzere 2017 yılında dünyadaki iyi uygulamalar da dikkate alınarak “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP)” hazırlanmıştır ve Ocak 2018’de yürürlüğe girmiştir. UEVEP kapsamında bina ve hizmetler, enerji, ulaştırma, sanayi ve teknoloji, tarım yatay konu başlıkları üzerinden 2017-2023 yılları arasında uygulanacak 55 eylem ile 2023 yılında birincil enerji tüketiminin %14 azaltılması (23,9 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) tasarruf) hedeflenmiştir. Söz konusu tasarrufun sağlanabilmesi için **10,9 milyar dolar** yatırım yapılması öngörülmüştür. UEVEP 2017-2020 Gelişme Raporu’na göre¹¹, enerji verimliliğinde söz konusu dönemde **toplam 4,8 milyar dolar** yatırım yapılmış ve 3.2 MTEP tasarruf sağlanmıştır.

Temmuz 2019 tarihinde yayınlanan “On Birinci Kalkınma Planı” ile enerji arzının sürekli, kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve katlanılabilir maliyetlerle sağlanması amaçlanmaktadır. On Birinci Kalkınma Planı’nda enerji verimliliği ile ilgili hedeflere aşağıda yer verilmiştir:

1. Kamu tarafından işletilen santrallerin rehabilitasyonları tamamlanacaktır.
2. Kalkınma Ajansları destekleri yeniden yapılandırılarak kurumsallaşma, yenilik yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi, kurumsal kaynak planlaması, e-ticaret, dijital dönüşüm, dış ticaret ve yalın üretim, temiz üretim, enerji verimliliği ile endüstriyel simbiyoz gibi konulara öncelik verilecektir.
3. İmalat sanayiinde enerji verimliliği artırılabilecektir.
 - a. Sanayide kullanılan verimsiz elektrik motorlarının verimli olanlarla değiştirilmesine yönelik destekleme mekanizması oluşturulacaktır.
 - b. Isı kullanan büyük endüstriyel tesislerde kojenerasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması sağlanacaktır.
 - c. Örnek enerji verimliliği uygulamalarının tanıtımı ve yaygınlaştırılması amacıyla, enerji verimliliği projeleri yarışmalarla desteklenecek, uygulamaya yönelik mevzuat ve teknik altyapının oluşturulması sağlanacaktır.
 - d. Enerji verimli bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin ülke genelinde yaygınlaştırılması ve ısı ticaretine imkân sağlanmasına yönelik ısı piyasası mevzuatı oluşturulacaktır.
 - e. Verimlilik artırıcı proje uygulama süreçleri iyileştirilerek tasarruf potansiyeli yüksek olan projeler desteklenecektir.
 - f. OSB’lerin, Enerji Yönetim Birimi ve ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi kuruluşunu tamamlayarak Verimlilik Eylem Planlarını hazırlayıp sunmalarına destek verilecektir.
4. Elektrikli makineler ve beyaz eşya sektöründe enerji verimliliğinde artış sağlayıcı faaliyetler yoluyla sektörde yerli üretim geliştirilecektir.
 - a. Sanayi tesislerinde kullanılan enerji verimsiz motorların, daha verimli motorlar ile değişimi desteklenecektir.
 - b. Sanayi tesislerinde kullanılan elektrik motorlarında enerji etiketi uygulanarak verimlilik artışı potansiyeline ilişkin farkındalık sağlanacaktır.
5. Tekstil-Deri-Giyim sektöründe yüksek katma değerli yapıya dönüşümde önemli alanlardan biri olan teknik tekstillerle ilgili olarak firmaların optimum teknoloji seçimine, çevreyi korumaya yönelik mevzuata uyumuna, enerji verimliliğine ve atıkların yeniden kullanımına yönelik faaliyetleri ile değer zincirindeki diğer paydaşlarla (özellikle makine, lif ve teknik son kullanım üreticileri) işbirliği yapmaları desteklenecektir.
6. Enerji verimliliği kazanımları ve orman varlığının artırılması gibi ilave tedbirlerle, karbon salımının azaltılmasına dair önlemler geliştirilecektir.
7. Daha verimli ve kendi enerjisini üreten binaların yaygınlaştırılması kapsamında mevcut binalarda enerji verimliliğini teşvik edici desteklemeler yapılacaktır.

¹¹ Daha fazla bilgi için <https://enerji.gov.tr/evced-enerji-verimliliği-uevep> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

8. Liman operasyonlarında enerji verimliliğinin artırılması, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik "Yeşil Liman" uygulamaları desteklenecektir.

9. Konut üretiminde kalite, sağlamlık, erişilebilirlik, enerji verimliliği, afetlere dayanıklılık standartları geliştirilecek ve her aşamada gözetilecektir.

AYM'den En Çok Etkilenecek Sektörlerde Enerji Verimliliğini Artırıcı Uygulamalar

Avrupa Komisyonu'nun Temmuz 2021 tarihli teklifindeki SKD, fazlı bir şekilde ve direkt sera gazı emisyonları (Kapsam 1) kapsayacak şekilde uygulamaya geçecek ve düzenlemeden ilk aşamada imalat sanayinde **çimento, demir-çelik, alüminyum ve gübre** sektörleri etkilenecektir. SKD'nin kapsamının genişletilmesiyle etkilenebilecek diğer enerji yoğun sektörler ise kimya, tekstil ve kağıt sektörleridir. Kapsamın genişlemesiyle indirekt (dolaylı) sera gazı emisyonları (Kapsam 2) da kapsam içine dahil edilebilecektir.

SKD'nin Türkiye ve diğer ülkelerde yaratacağı etkinin gerçek boyutu ürünlerdeki karbon yoğunluğuna ve ülkelerde halihazırda uygulanan/uygulanacak karbon vergisinin düzeyine bağlı olacaktır.

Çimento Sektörü

Sektör Künyesi:

Sektörde Toplam Çalışan Sayısı (2020)	11.201
AB'ye Yapılan Toplam İhracat Miktarı/Tutarı (2020)	1,1 milyon ton / 153,3 milyon ABD doları
AB'nin Toplam İhracat İçindeki Payı (Miktar/Tutar) (2020)	%7 / %13
GSYİH'ya Yapılan Katkı¹² (2019)	4 milyar TL (700 milyon ABD doları)

AB ülkelerindeki çimento tesisleri ile karşılaştırıldığında (Tablo 1), ülkemizdeki tesislerin ortalama sera gazı emisyon yoğunluğu değerlerinin klinker, portland çimentosu ve beyaz çimento ürünleri için hem Kapsam 1 hem de Kapsam 1 ve 2 emisyonları ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Mevcut durum itibarıyla, SKD'nin ülkemizde faaliyet gösteren ve AB pazarına ihracat yapacak çimento üreticilerine ek maliyet getireceğini göstermektedir. Bu nedenle sektörün emisyon yoğunluğunu azaltıcı yatırımlar yapması önemlidir. Özellikle, çimento üretiminde kullanılan toplam enerjinin yaklaşık %80'inin tüketildiği klinker pişirme prosesine yönelik iyileştirmelerin yapılması sektör için oldukça kritiktir. Klinker üretimindeki emisyonlar çimento üretimindeki toplam proses emisyonlarının ise yaklaşık %65'ine karşılık gelmektedir.

Tablo 1: Çimento Sektöründe Türkiye ve AB Ülkelerindeki Emisyon Yoğunluklarının Karşılaştırması (Kaynak: The European Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition - ERCST¹³)

¹² TÜİK konu sektör için en son 2019 yılında veri yayınlamıştır.

¹³ Detaylı bilgiye <https://ercst.org/> üzerinden ulaşılabilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

CO ₂ yoğunluğu - tCO ₂ /ton ürün			
		Kapsam 1 emisyonları	Kapsam 1 ve 2 emisyonları
Klinker	EU27	0,813	0,835
	Türkiye	0,843	0,875
Portland çimentosu	EU27	0,630	0,664
	Türkiye	0,731	0,783
Beyaz çimento	EU27	1,073	1,121
	Türkiye	1,001	1,077

Ege Bölgesi Sanayi Odası'nın (EBSO) yayınladığı Yeşil Sanayi Rehberi'ne göre AB'de geleneksel teknolojiler kullanılarak (termal verimlilik, alternatif yakıtlar, klinker verimli çimentolar, taşıma verimliliği, yenilenebilir elektrik, taşıma sistemlerinin elektrifikasyonu ve yeni bağlayıcı malzemelerin kullanımı) ile çimento için 2050 yılında 2015 yılı sera gazı emisyon yoğunluğuna kıyasla %32 azaltım sağlanarak 530 kg CO₂/ton çimento değerine ulaşılması hedeflenmektedir. Yenilikçi teknolojiler (karbon yakalama, depolama ve kullanım teknolojileri) kullanarak ise ek %80 oranında azaltım sağlanabileceği ve böylece 2050 yılında 156 kg CO₂/ton çimento sera gazı yoğunluğuna ulaşılması planlanmaktadır¹⁴.

EBSO'nun Yeşil Sanayi Rehberi'nde Sera gazı emisyon yoğunluğunun azaltımı için ürün formülasyonundaki kireçtaşı miktarının azaltıldığı yeni tip çimento klinkerleri (SAC, FAZ, X-Klinker gibi) geliştirildiği ve %20-%30 düzeylerinde sera gazı emisyon azaltımı sağlanabileceği belirtilmektedir. Bu ürünlerin farklı özelliklere sahip olmaları nedeniyle yalnızca belli uygulamalarda kullanılabileceği not edilmelidir.

¹⁴ Rehberine ulaşmak için <http://ebso.org.tr/e-kitap/YesilSanayiRehberi.html> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Tablo 2 sektördeki enerji verimliliğini artırıcı uygulamaları içermektedir.

Tablo 2: Çimento Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları (Kaynak: AB MET Referans Dokümanı)

A. Genel Tesislere İlişkin Önlemler	
Proses Kontrol Sistemleri	Enerji Yönetim Sistemleri ve Enstrümantasyon
Aydınlatma	Aydınlatmada enerji verimliliği ve aydınlatma kontrollerinin kullanımı
Elektrik	Enerji verimli motorların, fanların ve değişken hızlı sürücülerin (VSD) kullanımı
B. Prosese Özel Önlemler	
Klinker üretimi	Islak üretimden kuru üretim sürecine geçiş ¹⁵
	Çok kademeli ön ısıtıcı ve ön kalsinatörlü kuru fırınlar
	Verimli soğutucu teknolojisinin kullanımı
	Süreç kontrolünü iyileştirme ve optimizasyonu
	Kojenerasyon tesisleri - Atık ısı geri kazanım tesisleri ^{16 17}
	Çimentodaki klinker içeriğinin azaltılması ve içeriğindeki kireç taşı miktarı daha az olan yeni tip klinker üretimi
	Alternatif yakıtların ¹⁸ (Örneğin; klinker üretim prosesinde biyokütle ve hidrojen) kullanımı (Alternatif yakıt olarak

¹⁵ Türkiye’de sektörde kurulu tesislerin neredeyse tamamı enerji verimliliği yüksek olan kuru tip prosese sahiptir.

¹⁶ Atık ısıdan elektrik üretiminde sektörde potansiyel %15-%30 iken, Türkiye genelinde gerçekleşme %5 düzeyindedir. Ortalama 3200 ton/gün klinker üretimine sahip bir klinker üretim hattından, kullanılan teknolojiye ve ham maddenin rutubetine bağlı olarak 3,0 ila 6,0 MW arasında elektrik enerjisi elde edilebilmektedir

¹⁷ Yüksek kurulu güce sahip kojenerasyon tesislerinde yatırım maliyeti 0,8 and 1,2 milyon Euro/MW arasında değişmektedir.

¹⁸ Avrupa Çimento Birliği (CEMBUREAU) 2030 yılına kadar %30’u biyokütle olmak üzere toplam %60 alternatif yakıt kullanımı hedeflemektedir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Ham maddeler

biyokütle kullanımı için ön ısıtma ve homojen hale getirme sistemi yatırımları yapılması gerekebilecektir)

Geleneksel değirmenlerin yüksek verimli valsli dik ve horomill değirmenlerle değiştirilmesi

Yüksek verimli separatörler ve sınıflandırıcılar kullanmak

Ham madde karıştırma kontrolünün otomasyonu

Bilyalı değirmenler için kapalı devre sistemi

Bilyalı değirmenlerde öğütme ortamının iyileştirilmesi

Fırınlarda yanma veriminin optimize edilmesi

Fırınlarda

Fırın kabuğu ısı kayıplarının ve soğuk hava kaçaklarının azaltılması

Demir-çelik Sektörü

Sektör Künyesi:

Toplam Çalışan Sayısı (2019)	103.932
AB'ye Yapılan Toplam İhracat Miktarı/Tutarı (2020)	4,6 milyon ton / 2,7 milyar ABD doları
AB'nin Toplam İhracat İçindeki Payı (Miktar/Tutar) (2020)	%28 / %31
GSYİH'ya Yapılan Katkı (2019)	24,3 milyar TL / 4,3 milyar ABD doları

Stratejik öneme sahip pek çok sektöre girdi sağlayan demir çelik sektörü, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında değişime ve dönüşüme ihtiyaç duymaktadır. Dünya Çelik Birliği'nin verilerine göre, 2019 yılında küresel ham çelik üretiminde CO₂ emisyonu 1 ton ham çelik başına yaklaşık 1,83 ton seviyesindedir ve demir çelik sektörü fosil yakıtın küresel kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonunun yaklaşık %7-9'luk kısmını oluşturmaktadır¹⁹.

¹⁹ Daha fazla bilgi için https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:7ec64bc1-c51c-439b-84b8-94496686b8c6/Position_paper_climate_2020_vfinal.pdf ve <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/sustainability-indicators.html> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

TÜİK verilerine göre, Türkiye'nin 2020 yılında değer bazında ihracatının %41'ini AB'ye olan ihracat, AB'ye gerçekleştirilen ihracatın yaklaşık %8'ini ise demir ve çelik ile demir ve çelikten eşya ihracatı oluşturmaktadır. 2020 yılında Türkiye'nin demir çelik ile demir ve çelikten eşya ihracatında AB'nin payı ise yaklaşık %31 seviyelerindedir. Bu doğrultuda, TÜSİAD tarafından 2020 yılında yayımlanan "Ekonomik Göstergeler Merceğinden Yeni İklim Rejimi"²⁰ başlıklı raporda Türk demir çelik sektörünün AB'ye olan ihracatında oluşacağı hesaplanan karbon maliyetinin 198 milyon Euro olacağı (50 Euro/ton CO₂ üzerinden hesaplandığında) öngörülmektedir.

Ülkemizde enerji verimliliği yüksek ve sera gazı emisyonları kok ve kömürün kullanıldığı yüksek fırınlarla üretime (Bazik Oksijen Fırını; BOF) (%30) göre yüksek olan Elektrik Ark Fırını (EAF) ile üretim oldukça yaygındır (%70). Bu nedenle, AB ülkelerindeki demir-çelik tesislerinin ortalamaları ile karşılaştırıldığında (Tablo 3), ülkemizdeki tesislerin ortalama sera gazı emisyon yoğunluğu değerlerinin hem Kapsam 1 hem de Kapsam 1 ve 2 emisyonları ortalamalarından düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle, SKD'nin etkilerinin firma bazında değerlendirilmesi daha sağlıklı olacaktır.

Tablo 3: Demir-Çelik Sektöründe Türkiye ve AB Ülkelerindeki Emisyon Yoğunluklarının Karşılaştırması (ERCST)

	CO ₂ yoğunluğu - tCO ₂ /ton ham çelik	
	Kapsam 1 emisyonları	Kapsam 1 ve 2 emisyonları
EU27	0,71	1,09
Türkiye	0,40	0,85

SKD ile birlikte Türkiye'de özellikle entegre üretim yapan yüksek fırınlı demir-çelik üretim tesislerinde enerji tüketimini ve dolayısıyla ürün başına salınan CO₂ miktarını düşürme ihtiyacı oluşabileceği değerlendirilmektedir. Bu kapsamda,

- Yüksek fırınlarda,
- Kok fabrikalarında,
- Tav fırınlarında,
- Kazanlarda, pompalarda ve basınçlı hava sistemlerinde (kompresörlerde) enerji verimliliği çalışmaları yapılabilir.

Son zamanlarda, çelik sektöründe karbon salımını azaltmak amacıyla birçok çelik üreticisi başta hidrojen bazlı çelik üretimi olmak üzere farklı yöntemleri denemek için pilot tesis kurmaya ve iş birliği yapmaya başladığı gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda, "Yeşil Çelik (Green Steel)" kavramı da son dönemlerde sıklıkla duyulmaya başlanan kavramlar arasında yer almaktadır²¹.

²⁰ İlgili TÜSİAD raporu için <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10633-ekonomik-gostergeler-merceginde-yeni-i-klim-rejimi-raporu> ziyaret edilebilir.

²¹ Yeşil hidrojen ile fosil yakıt kullanımı yapılmadan çelik üretimi hakkında bilgi için: <https://www.ssab.com/fossil-free-steel> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Önümüzdeki 10 yıl içerisinde AB çelik sektörünün şu an daha çok pilot ölçeklerde kullanılan karbon yakalama ve depolama ve karbon yakalama ve kullanımı teknolojilerinin yatırımlarında ve kullanımında artış beklenmektedir. Bununla birlikte, AB’de 2050 yılına kadar teknolojilerin gelişerek hidrojen üretim maliyetlerinin düşmesi ve karbon fiyatlarının giderek artması ile proseslerde kullanımının ve hidrojen bazlı çelik üretiminin artması beklenmektedir (Örneğin; BOF tesislerindeki maden eritme ocağında artan hidrojen enjeksiyonu ve doğrudan indirgenmiş demir ve hidrojen kullanan EAF tesislerinde fosil yakıtların hidrojen ile değiştirilmesi).

Tablo 4 demir-çelik sektöründe enerji verimliliğini artırıcı uygulamaları içermektedir.

Tablo 4: Demir-Çelik Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları (Kaynak: AB MET Referans Dokümanı)

A. Genel Tesislere İlişkin Önlemler	
Sıkıştırılmış hava	Sistem iyileştirmeleri ve optimizasyon sistemleri
Elektrik	Güç dağıtım sistemlerinin rehabilitasyonu, tüm pompalar, fanlar, kaldırma ve taşıma sistemleri için VSD'li ve yumuşak yol vericili yüksek verimli motorların kullanımı
Proses Kontrol Sistemleri	Enerji Yönetim Sistemleri, enstrümantasyon ve enerji izleme ve hedefleme sistemleri
Aydınlatma	Aydınlatmada enerji verimliliği ve aydınlatma kontrollerinin kullanımı
B. Proses Özel Önlemler	
Kok Yapımı	Kuru kok söndürme sistemlerinin kullanımı
	Kömür nemi kontrolü
	Değişken hız sürücülü kok fırını gazı kompresörleri
	Otomasyon ve süreç kontrol sistemi
	Emisyon Optimizasyonlu Sinterleme
Yeni nesil kok kömürü üretme teknolojisi	
Sinterleme ve Peletleme	Sinter tesislerinde atık ısı geri kazanımı
	İyileştirilmiş malzeme şarjı
	Optimize edilmiş sinter pelet oranı
Demir Üretimi	Tepe gaz basıncı geri kazanım türbinleri
	Sıcak hava fırını proses kontrolünü iyileştirme
	Yüksek fırın proses kontrolünü iyileştirme

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

	Doğal gaz enjeksiyonu Tepe gazı geri dönüşümlü yüksek fırın Yüksek fırın gazının geri kazanımını iyileştirme Pulverize kömür enjeksiyonu Sıcak hava sobalarından ısı geri kazanımı
Çelik Üretimi	Bazık oksijen fırınlarında atık ısı ve gaz geri kazanımı Hurda ön ısıtması Alttan karıştırma/gaz enjeksiyonu Doğru Akım Ark Ocaklarının Kurulumu Çift Kabuklu DC Ark Ocağı Köpüklü cüruf uygulamaları Oksi-yakıt brülörü kullanımı Proses kontrolünü iyileştirme
Yuvarlama ve Bitirme	Sıcak bantta süreç kontrolü Yeniden ısıtma fırınlarının yalıtımını iyileştirme Yeniden ısıtma fırınları için rejeneratif yakıcılar Sıcak bantta enerji verimli sürücü kurulumu Sıcak şarjlama Tavlama hattındaki kayıpların azaltılması (soğuk yuvarlama) Otomatik izleme ve hedefleme sistemi (soğuk yuvarlama)

*Alüminyum Sektörü***Sektör Künyesi:**

Toplam Çalışan Sayısı (2019)	36.473
AB'ye Yapılan Toplam İhracat Miktarı/Tutarı (2020)	467 bin ton / 1,5 milyar ABD doları
AB'nin Toplam İhracat İçindeki Payı (Miktar/Tutar) (2020)	%52,2 / %51,6
GSYİH'ya Yapılan Katkı (2019)	6,4 milyar TL / 1,1 milyar ABD doları

Alüminyum sektörü, Türk sanayisine mamul ve ara mamul olarak girdi sağlamaktadır ve ekonomi için süreklilik arz eden bir sektör konumundadır. Üretimin devamlılığı açısından destekleyici bir role sahip olan alüminyum sektörü başta savunma, otomotiv, inşaat olmak üzere Türkiye için önde olan

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

sektörlere girdi sağlamaktadır. İşlenmemiş alüminyum, mamul ve yarı mamul alüminyum ürünlerin üretiminde kullanılan temel ham madde girdisidir. Türkiye Alüminyum Sanayiciler Derneği'nin "Dünyada ve Türkiye'de Alüminyum 2020 Yılı Raporu"na göre Dünya genelinde birincil alüminyum üretimi 2020 yılında %5,2 büyüme oranı ile 65,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Geri dönüştürülerek üretilen üretime olan talep ise %6,2 büyüme oranı ile 33 milyon ton seviyesine ulaşmıştır²².

Alüminyum doğası gereği döngüsel ve çoklu geri dönüşüm için uygundur. Alüminyum orijinal özelliklerini (hafiflik, iletkenlik, şekillendirilebilirlik, dayanıklılık, geçirgenlik) kaybetmeden tekrar tekrar geri dönüştürülebilmektedir. Ayrıca, Avrupa Alüminyum Birliği'nin çalışmalarında da belirtildiği üzere alüminyum geri dönüşüm işlemi, birincil alüminyum üretmek için gereken enerjinin yalnızca %5'ini gerektirir ve bu da önemli ölçüde CO₂ tasarrufu sağlamaktadır²³. Alüminyum için yapılan tahminler, 2050 yılında talebin 240 milyon ton seviyesine ulaşacağı yönündedir. Bu güçlü talep artışının en az %50'sinin geri dönüşüm ile karşılanması ve alüminyum sektöründe enerji verimliliğine yönelik geri dönüşüm faaliyetlerinin hızlandırılması beklenmektedir.

Türkiye'de de hurda ve geri dönüşüm yoluyla piyasaya girişin son yıllarda arttığı ve geri dönüşümün ülkemizde daha da çok yer bulmaya başladığı görülmektedir. Özellikle Türkiye alüminyum ihracat pazarının %50'sinden fazlasını oluşturan AB'de AYM kapsamında karbon nötr olmaya yönelik atılan adımların da Türk alüminyum sektöründeki geri dönüşüm faaliyetlerine ayrıca bir ivme kazandırması beklenmektedir.

Ülkemizdeki birincil alüminyum üretimi yapan tesisler AB ülkelerindeki ile tesisler ile karşılaştırıldığında (Tablo 5), Kapsam 1 ve Kapsam 1 ve 2 ortalama sera gazı emisyon yoğunluğu değerlerinin AB ortalamalarından büyük oranda yüksek olduğu görülmektedir. Bu çerçevede, SKD'nin ülkemizde faaliyet gösteren ve AB pazarına ihracat yapmayı planlayan alüminyum üreticilerine ek maliyet getireceğini göstermektedir. Bu nedenle birincil alüminyum üretimi yapan tesislerin emisyon yoğunluklarını azaltıcı yatırımlar yapması önemlidir.

Tablo 5: Alüminyum Sektöründe Türkiye ve AB Ülkelerindeki Emisyon Yoğunluklarının Karşılaştırması (ERCST)

	CO ₂ yoğunluğu - tCO ₂ /ton birincil alüminyum ²⁴	
	Kapsam 1 emisyonları	Kapsam 1 ve 2 emisyonları
EU27	1,5	5,95
Türkiye	2,1	9,12

²² Türkiye Alüminyum Sanayiciler Derneği. http://talsad.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/TALSAD_Aluminyum_Sektor_Raporu_2020_Ozet_compressed.pdf

²³ Environmental Profile Report. <https://www.european-aluminium.eu/media/2052/european-aluminium-environmental-profile-report-2018-executive-summary.pdf>

²⁴ 1 ton birincil alüminyumun üretimi ikincil alüminyum üretimine göre 20 kat fazla elektriğe ihtiyaç duymaktadır. Birincil alüminyumdaki ortalama ton başına 9 tonluk CO₂ salımına karşılık ikincil alüminyumda 0,3 ton CO₂ salımı meydana gelmektedir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Sektörde %50'lere ulaşan enerji verimliliği potansiyeli bulunduğu belirtilmektedir. Yeni kazan ve kojenerasyon sistemi kurulması büyük ölçekli (3 yıldan uzun ödeme süresi olan) enerji verimliliği yatırımları arasındadır. Aşağıdaki tablo, alüminyum sektöründe enerji verimliliğini artırıcı uygulamaları içermektedir.

Tablo 6: Alüminyum Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları (Kaynak: Sektörel MET Referans Dokümanları)

A. Genel Tesislere İlişkin Önlemler	
Sıkıştırılmış Hava	Sızıntı tespiti de dahil olmak üzere sistem iyileştirmeleri ve optimizasyonu
Elektrik	Güç dağıtım sistemlerinin rehabilitasyonu Tüm pompalar, fanlar ve taşıma sistemleri için değişken hız sürücülü ve yumuşak başlatmalı yüksek verimli motorların kullanımı
Süreç Kontrol Sistemleri	Enerji Yönetim Sistemleri, enstrümantasyon ve izleme ve hedefleme sistemleri
Aydınlatma	Aydınlatmada enerji verimliliği ve aydınlatma kontrollerinin kullanımı
B. Prosele Özel Önlemler	
Madencilik - Cevherin Öğütülmesi	Yüksek verimli motorların ve değişken hız sürücülerinin kullanımı
Metal İşleme	Baca gazlarından ısıyı geri kazanmak için fırınlara rejeneratif veya reküperatör yakıcılarının montajı Rejeneratif art yakıcı kullanımı
Metal İşleme - Fırınlarda	Yalıtım yaparak, contalardan ve açıklıklardan kaynaklanan kayıpları en aza indirerek fırın kabuğu ısı kayıplarında azaltım yapılması Yanmanın programlanması ve kontrolü yoluyla fırın operasyonlarının optimize edilmesi Yakma işleminde oksijen-yakıt kullanımı Sirkülasyonlu akışkan yataklı kalsinatörler Yanma havasının oksijenle zenginleştirilmesi
Metal İşleme (Birincil ve İkincil üretim)	Inert anot teknolojisi Hurda malzemenin geri dönüşümünün artırılması

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Gübre Sektörü

Sektör Künyesi:

Sektörde Toplam Firma Sayısı²⁵ (2018)	1.284
AB'ye Yapılan Toplam İhracat Miktarı²⁶/ Tutarı (2020)	110,6 bin ton / 93,5 milyon ABD doları
AB'nin Toplam İhracat İçindeki Payı²⁷ (Miktar/Tutar) (2020)	%16 / %25
GSYİH'ya Yapılan Katkı²⁸ (2019)	2,3 milyar TL (399 milyon ABD doları)

Gübre üretiminde kullanılan ana ham maddeler doğal gaz, amonyak, fosfat ve kükürt kayasıdır. Gübre üretiminde toplam maliyetin %53-%58'lik bölümü ham madde kaynaklıdır. Sektör oyuncuları, ham madde tedarikiyle ilgili riskleri en aza indirmek için geriye dönük entegrasyon, ortak girişimler ve uzun vadeli anlaşmalar gibi çeşitli stratejiler izlemektedir. Türkiye'de tüketilen gübrenin %35'lik kısmı üre gübresinden oluşmaktadır. Ortalama yıllık yurt içi üre tüketimi yaklaşık 2,5 milyon tondur.

Ülkemizdeki gübre üretimi yapan tesisler için sera gazı emisyon yoğunluklarına dair benchmark çalışmalarına ulaşamamıştır. Bu nedenle AB ortalamaları ile karşılaştırma yapılamamaktadır.

Tablo 7, Gübre sektörünün de dahil olduğu kimya sektöründe örnek enerji verimliliği uygulamalarını sunmaktadır.

Tablo 7: Kimya Sektöründe Enerji Verimliliği Uygulamaları (Kaynak: Sektörel MET Referans Dokümanları)

A. Genel Tesislere İlişkin Önlemler	
Sıkıştırılmış Hava	Sızıntı tespiti de dahil olmak üzere sistem iyileştirmeleri ve optimizasyonu
Kojenerasyon	Baca gazının kullanımı ile kojenerasyon
Elektrik	Güç dağıtım sistemlerinin rehabilitasyonu Tüm pompalar, fanlar ve üfleyiciler ve taşıma sistemleri için VSD'li ve yumuşak başlatmalı yüksek verimli motorların kullanımı; buhar kapanlarını iyileştirme

²⁵ TÜİK'te ekonomik faaliyet kollarına göre istihdam sayısı verilmekle birlikte gübre özelinde veri mevcut değildir.

Sektör kaynakları tarandığında firma sayısına vurgu yapıldığı izlenmektedir. Firma sayısı 2018 yılına ait olup Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022 dokümanında yer verilmektedir.

²⁶ AB'ye yapılan toplam ihracat tonajı CN kodu 3102 olan mineralli ve kimyasal azotlu gübreler için verilmemektedir. Tonaj yerine tutar bilgisi sunulmaktadır. 3102 kod grubunda 2020 yılında AB'ye toplamda 58,5 milyon ABD doları değerinde ihracat yapılmıştır.

²⁷ 3102 kod ürüne ait ihracat tonajı bilgisi mevcut olmadığından AB'nin Türkiye'nin toplam gübre ihracatı miktarından aldığı pay olduğundan düşük hesaplanmaktadır.

²⁸ TÜİK konu sektör için en son 2019 yılı verilerini yayınlamıştır.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Proses Kontrol Sistemleri	Enerji Yönetim Sistemleri; Enstrümantasyon ve M&T sistemleri; süreç entegrasyonu ve sıkıştırma teknolojisi; entegre proses kontrol ve bakım teknikleri
Aydınlatma	Aydınlatmada enerji verimliliği ve aydınlatma kontrollerinin kullanımı
B. Prosese Özel Önlemler	
İşleme – Kazanlar ve Fırınlr	<p>Entegre proses kontrol ve bakım teknikleri</p> <p>Baca gazı izleme</p> <p>İleri ısıtma ve proses kontrolü</p> <p>Kojenerasyon</p> <p>Yüksek verimli brülör Kullanımı</p> <p>Önleyici bakım</p> <p>Egzoz gazından ısı geri kazanımı</p>

Diğer Enerji Yoğun Sektörlerde Enerji Verimliliğini Artırıcı Örnek Uygulamalar

Aşağıdaki tablolarda henüz SKD kapsamında olmayan tekstil ve kağıt ve kağıt üretimi sektörlerinde enerji verimliliğini artırıcı bazı uygulamalar sunulmaktadır.

Tablo 8: Tekstil Sektöründe En İyi Teknolojiler (Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Prosese Özel Önlemler	
Eğirme Prosesi	Enerji verimli üfleyici fanlar ve hava gezici temizleyicilerin (OHTCs) kullanılması
Dokuma Prosesi	Dokuma planlarında enerji verimliliğine yönelik önlemlerin alınması
Yaş İşleme	<p>Yıkama için ters akış akımlarının kullanılması</p> <p>Sürekli yıkama makinelerinde enerji tasarrufu sağlanması</p>
Boyama ve Baskı	<p>Yüksek sıcaklıklı/yüksek basınçlı (HT/HP) boyama makinelerinde ısı yalıtımının sağlanması</p> <p>Sıcak durulama suyundan ısı geri kazanımının sağlanması</p>

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Tablo 9: Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sektöründe En İyi Teknolojiler (Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Proses Özel Önlemler	
Ham madde Hazırlama	Pnömatik konveyörlerin bant konveyörlerle değiştirilmesi
Kimyasal Kağıt Hamuru Üretimi	Sürekli pişirme kazanı ve kontrol sisteminin kullanılması
Ağartma	Geleneksel vakum basınç ünitelerinin yıkama presleri ile değiştirilmesi
Kağıt Üretimi	Kağıt kurutmadan atık ısı geri kazanımı Enerji verimli vakum sistemlerinin kullanılması

Motor sistemlerinin değişimi ve proses ısıtma ve soğutma sistemlerindeki enerji verimliliği uygulamaları tüm imalat sanayinde uygulanabilmektedir. Tesislerin enerji tüketimlerini ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarının düşürülmesinde etkili olmaktadır.

Motor Sistemleri

Fanlar, kompresörler, pompalar gibi farklı hizmet veren birçok ekipman içerisinde kullanılan motor sistemleri sanayi sektöründeki en büyük elektrik tüketim kalemidir. IE1 (en verimsiz), IE2, IE3 ve IE4 (en verimli) olmak üzere 4 verimlilik sınıfı belirlenmiştir. SHURA tarafından belirtildiği üzere Türkiye'deki sanayi tesislerinde büyük oranda IE1 ve IE2 sınıf motorları kullanılmaktadır. IE3 ve IE4 sınıfı motorların kullanımı sanayide önemli bir enerji verimliliği artırıcı etken konumundadır. Bununla birlikte, değişken yüke sahip süreçlerde kullanılan motorların ve sistemlerin (fanlar, pompalar, kompresörler gibi) değişken hız sürücüleriyle kullanımı sistemlerin çalışma frekanslarını düzenleyerek enerjinin verimli kullanılmasını ve önemli bir miktarda elektrik tasarrufu elde edilmesini sağlamaktadır.

Proses Isıtma ve Soğutma (Kojenerasyon ve Trijenerasyon ile Birlikte)

Sanayi tesislerinde üretim ve depolama süreçlerinde kullanılan ısıtma ve soğutma sistemlerinin elektrik tüketiminde önemli bir payı bulunmaktadır. Isıtma işlemi çoğunlukla fosil yakıtların kazan ve fırınlarda yanmasıyla ortaya çıkan ısı veya buradan üretilen buhar ile gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, proses ısıtmada elektriğin kullanıldığı süreçler de mevcuttur. Soğutma işlemleri ise tamamıyla elektrikle yapılmaktadır.

Isı kaybının önlenmesi, ısıtma ve soğutma ihtiyacını karşılamak için yüksek verimli cihazların kullanılması, ısıtma ve soğutma yüklerinin doğru bir şekilde yönetilmesi önemli miktarlarda elektrik tasarrufu sağlamaktadır.

Kojenerasyon sistemleri proses sıcaklığı düşük olan sanayi tesisleri için kullanılabilen, tesisin hem elektrik hem ısı ihtiyacını kısmi olarak karşılayabilmektedir. Kojenerasyon sistemiyle dağıtık olarak üretilen elektrik şebekedeki talebi düşürerek şebeke kayıplarının da azalmasını sağlamaktadır.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Kojenerasyon sistemlerinin absorpsiyonlu chiller (soğutucu) ile kullanılmasıyla kojenerasyon sistemlerinin verimi daha da artırılabilir (trijenerasyon tesisleri).

Kojenerasyon tesisleri, petrokimya kompleksleri, kimya tesisleri, tekstil boyama tesisleri, kağıt ve selüloz işleme tesisleri, gıda üretim tesisleri ve gübre tesislerinde kullanılabilir.

Enerji Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen ve TÜBİTAK MAM Tarafından yürütülen “Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi”nin Sonuç Raporu’na göre²⁹ 5 ana kaynak yoğun sektörde gerçekçi ve senaryolar için yapılması gereken toplam enerji verimliliği yatırımı miktarları aşağıdaki grafikte (Şekil 5) sunulmaktadır. SKD’den etkilenecek sektörlerden demir-çelik ve alüminyum sektörleri, aşağıdaki grafiklerde ana metal sanayi içerisinde yer almaktadır. Bununla birlikte, kimyasalların üretimi ve kimyasal ürünlerin imalatı sektörü ise SKD’den etkilenecek diğer bir sektör olan gübre sektörünü de kapsamaktadır.

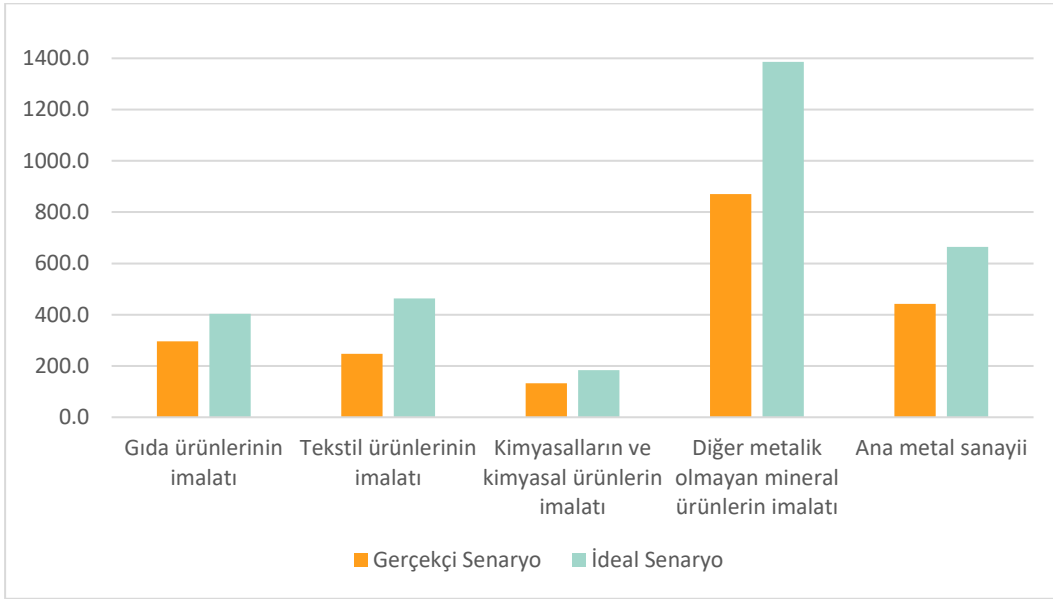
En fazla yatırım ihtiyacının diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektöründe (gerçekçi senaryoda 871 milyon Euro ve ideal senaryoda 1,4 milyar Euro) bulunduğu görülmektedir. Ana metal sanayinde ise enerji verimliliği alanında 442 milyon Euro ile 665 milyon Euro arasında yatırım potansiyeli bulunmaktadır. **Türkiye imalat sektöründe toplam 2,8 milyar Euro (gerçekçi senaryo) ile 4,3 milyar Euro (ideal senaryo) arasında enerji verimliliği yatırım potansiyeli bulunmaktadır.**

Ana metal sanayindeki yatırımların %59’u ve kimyasal ve kimyasal ürünlerin imalatı sektöründeki yatırımların ise %53’ünün geri dönüş süreleri 1 yıldan uzundur. Diğer sektörlerde yapılabilecek enerji verimliliği yatırımlarının büyük bölümünün (%61-%77) geri dönüş süresi 1 yıldan kısadır. Bu durum, enerji verimliliğinin sanayi tesislerinin enerji ve sera gazı emisyon yoğunluğunu azaltmada çok önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

²⁹ Rapor için <https://www.temizuretimmerkezi.org/imagesbuyuk/6727d-Sonuc-Raporu.pdf> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Şekil 5: Sektörlerde Enerji Verimliliği Yatırım Potansiyeli (milyon EURO³⁰)



SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin hazırladığı "Türkiye'de Enerji Dönüşümünün Finansmanı" raporuna göre 2030 yılına kadar diğer metalik olmayan mineral ürünleri imalatı altındaki **çimento sektöründe 336 milyon Euro** ve ana metal sanayisi altındaki **demir-çelik sektöründe 527 milyon Euro** yatırım potansiyeli bulunmaktadır. SHURA senaryosuna göre çimento ve demir-çelik sektöründeki yatırımların dışında kalan sektörlerde yapılacak enerji verimliliği (motor değişimi, aydınlatma ve proses ısıtma ve soğutma) yatırımlarının toplamı **3,8 milyar Euro** mertebesinde olup, bu yatırımların büyük kısmının enerji yoğunluğu yüksek kimya, tekstil ve gıda tesislerinde yapılması beklenmektedir.

Çimento tesislerinde atık ısı kazanımı yatırımları ile ilgili olarak;

2021 Mayıs ayında İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İMİB) Sanayide Maden Panelleri Çimento Sektörü'nde konuşan Türkçimento³¹ CEO'su Volkan Bozay tarafından düşük karbonlu üretim modeline geçiş sürecinde katkılı çimento kullanımının daha da önem kazanacağı ifade edilmiştir. Ayrıca son 10 yıllık süre zarfında atık ısıdan enerji üretimi için toplamda 2 milyar ABD doları düzeyinde yatırım yapıldığı vurgulanmıştır. Ayrıca Türkiye'de mevcut durumda 32 milyon ton çöp olduğu, bu miktarın yaklaşık %20'sine denk gelen kısmının yakıt olarak kullanılabilmesine ve bu yolla cari açığa 365 milyon ABD doları azaltıcı etkide bulunabileceğine dikkat çekilmiştir.

³⁰ Bu çalışmada enerji, su ve ham madde verimliliği için verilen yatırım potansiyelleri Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi - Sonuç Raporu'nun yayın tarihi olan Eylül 2017'deki Euro/TL paritesi baz alınarak hesaplanmıştır.

³¹ Türkçimento (eski adıyla Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, TÇMB), 1957 yılında dernek statüsünde kurulmuş sivil toplum kuruluşudur. Türkiye'deki 50'si entegre, 15'i öğütme tesisi olmak üzere, toplam 65 tesisi temsil etmektedir. Türkiye çimento sektörünün uluslararası temsilcisi olarak Avrupa Çimento Birliği'ne 1972 yılından beri üye olan Türkçimento aynı zamanda araştırma geliştirme hizmetlerinden başlayarak, eğitim, uluslararası iş birliği, sertifikasyon, sektörel veri derleme, üniversite, sivil toplum örgütleri ve diğer ilgili kuruluşlarla iş birliği gibi birçok alanda çalışmalar yapmaktadır.

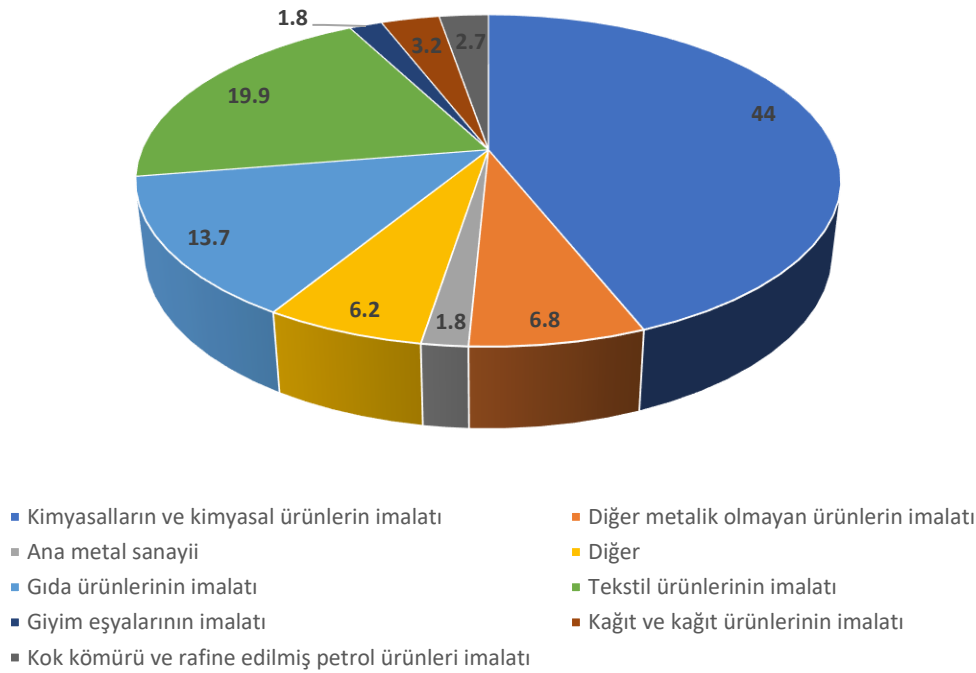
Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Su Verimliliği

Tarım sektörü, %73'lük payı ile Türkiye'de en büyük su tüketicisi sektör durumundadır. Türkiye'de sanayinin mevcut su kullanım oranı %13 düzeyinde olup³² ve 2030 yılında %20 düzeyine çıkacağı öngörülmektedir. İklim değişikliğinin yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında yarattığı baskı suya bağımlılığı yüksek sanayi sektörlerinde suyun çok daha verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Özellikle gıda ürünleri imalatı, tekstil, metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı, ana metal sanayi ve kimyasalların üretimi gibi yoğun su tüketen sektörlerde su verimliliğini esas alan uygulamaların hayata geçirilmesi önem taşımaktadır. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı öncülüğünde 2021-2023 yıllarında "NACE Kodlarına Göre Endüstriyel Su Kullanım Verimliliği Projesi"nin çıktılarının sanayide suyun verimli kullanımına ilişkin önemli bir rehber doküman ve eylem planı olacağı tarafımızca değerlendirilmektedir.

Aşağıdaki grafikten (Şekil 6) de görüldüğü gibi Türkiye'de sanayi sektörlerinde su tüketiminde en büyük pay %44 ile kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatına aittir. Bu sektörü %19,9 ve %13,7 ile sırasıyla tekstil ürünlerinin imalatı ve gıda ürünlerinin imalatı izlemektedir.

Şekil 6: Su Tüketiminin Sektörel Dağılımı (%)



Kaynak: Doç. Dr. Gökşen Çapar ve Prof. Dr. Ülkü Yetiş³³, TÜİK

Su yoğun sektörlerde yüksek teknolojinin uygulanması ve su tüketimini azaltmaya yönelik Mevcut En İyi Teknik (MET) uygulamalarının yaygınlaştırılması önemli bir ihtiyaç olarak görülmektedir. MET

³² Enerji sektöründeki (termik santraller) su kullanımı ile birlikte hesaplanmıştır. İmalata sanayi, organize sanayi bölgeleri ve maden işletmelerinin su tüketimi %4 düzeyindedir.

³³ Sanayide Su Verimliliğinin Ülkemizdeki Durumu adlı çalışma için <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2018/10/Anahtar-Dergisi-Sanayide-Su-Verimlili%C4%9Finin-%C3%9Ckemizdeki-Durumu.pdf> ziyaret edilebilir.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

uygulamalarının ve beraberinde atıksu geri kazanımının yaygınlaştırılmasının, su verimliliği açısından sektöre önemli bir katkı yapacağı değerlendirilmektedir³⁴.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen ve TÜBİTAK MAM Tarafından yürütülen Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi'nin Sonuç Raporu'na göre sanayide %17 ile %29 arasında su tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Toplam su tasarruf potansiyelinin yaklaşık %57'sinin yatırım gerektiren çalışmalardan elde edilebileceği belirlenmiştir.

Sanayi sektöründe genel olarak gerçekleştirilebilecek su verimliliği yatırımları;

- Islak endüstriyel proseslerden kuru endüstriyel proseslere geçiş sağlayacak teknolojiler kullanılması,
- Suyun kapalı döngü kullanılması,
- Su kaçaklarının azaltılması,
- Atık su arıtma ve prosese geri kazandırma tesisleri,
- Yıkama suyunun tekrar kullanımı,
- Yağmur suyu toplama ve kullanma sistemi kurulması,
- Yüksek basınçlı ve düşük hacimli hortum başlıkları ve düşük su tüketimli spreylere (az su tüketen proses ekipmanları),
- Sıcak suyla yıkama yerine buhar ve ultrasonik temizlik,
- Otomatik su açma ve kapatma sistemleri,
- Debi, kalite ve seviye ölçüm sistemleri ve
- Su izleme ve yönetim sistemi kurulmasıdır.

Su verimliliği sektörel olarak incelendiğinde ise gübre alt sektörünün de dahil olduğu **kimyasalların ve kimyasal ürünlerin üretimi sektöründe** faaliyet gösteren tesislerde yoğun su tüketimlerine paralel olarak yüksek miktarlarda atık su oluşumları söz konusu olmaktadır. Bununla birlikte, üretim proseslerinden suya karışan kimyasal maddelerin yüksek seviyelerde olması atık suların taşıdığı kimyasal yüklerin artmasına neden olmaktadır. Üretim proseslerinde alınacak çeşitli verimlilik tedbirleri ile atık su miktarlarının %50-60 oranında azaltılması mümkündür.

Tekstil sektörü incelendiğinde ise su kullanımının %70-80'i terbiye ve boyama işlemlerinden kaynaklı olduğu, buhar üretimi, tesis temizliği ve su yumuşatma gibi yardımcı işlemlerde su tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Tekstil sektöründe su verimliliği sağlanabilmesi için;

- Su tüketiminin tüm prosesler bazında izlenmesi ve kontrol edilmesi,
- Atık su akımlarının ayrıştırılması ve karakterizasyonu ile su/madde geri kazanım ve tekrar kullanım imkanlarının değerlendirilmesi,
- Merserizasyon prosesleri için alkali içeren atıksuların diğer ön işlemlerde yeniden kullanılması,
- Terbiye atıksularının mümkün olduğu durumlarda geri kullanımının sağlanması,
- Haşıl sökme atıksularından membran filtrasyon ile haşıl kimyasalının geri kazanılması,
- Yıkama veriminin artırılması ve ters akımlı yıkamanın kullanılması ve

³⁴ <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2018/10/Anahtar-Dergisi-Sanayide-Su-Verimlili%C4%9Finin-%C3%9Ckizdeki-Durumu.pdf>

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

- Sürekli çalışan makinalarda su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılması önerilmektedir.

Gıda sektöründe su verimliliğinin artırılabilmesi için

- Su kullanımının prosesler bazında detaylı olarak izlenmesi,
- Yer altı ve proses suyu kalitesinin rutin olarak izlenmesi,
- Su yumuşatma sisteminin optimizasyonu,
- Fark edilmeyen kayıpların önlenmesi (Boru ve pompaların bakımları yapılarak kayıpların önlenmesi),
- Uygun kalitedeki proses atık sularının geri kazanımı/tekrar kullanımına ilişkin olanakların değerlendirilmesi,
- İşletmede kullanılan bazı soğutma sularının ön yıkama suları olarak değerlendirilmesi ve
- Konserve ve turşu üretiminde dolgu sıvısının tekrar kullanımı ile çevre kirliliğinin önlenmesi önerilmektedir.

Çimento üretiminde kuru proseslerde su tüketiminin sadece öğütme işlemlerinde değirmen atmosferini soğutma ve fırın gazlarını soğutma amaçlı olarak kullanıldığı görülmektedir. Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi kapsamında yürütülen çalışmalarda tesislerde yatak soğutması için su ihtiyacı olmakla birlikte kapalı sistemlerin kullanılması nedeniyle buharlaşma kayıpları dışında tüketim söz konusu olmadığı görülmüştür. Sektörde su tasarrufu sağlanabilmesi için tesislerde tüm soğutma su sistemlerinin açık devreden kapalı devreye dönüştürülmesi, arıtılan kullanma sularının temizlik ve bahçe sulamada kullanılması ve atık ısı geri kazanım tesislerinin soğutma sularının %100 geri kazanımı önerilmektedir.

Türkiye'deki **demir-çelik sektöründe** faaliyet gösteren işletmelerde kapalı ve açık su sistemlerin birlikte kullanıldığı gözlemlenmiştir. Tesislerin özellikle çelikhane bölümlerinde kapalı su sistemleri kullanıldığı görülmüştür. Aşağıdaki uygulamalar sektörde su verimliliğini artırbilecektir:

- Fırının soğutulmasına yönelik olarak kapalı devre su soğutma sistemlerinin mümkün olduğunca fazla kullanılması ve bu sayede elektrik ark ocağı (EAO) prosesinden kaynaklanan su tüketiminin en aza indirilmesi,
- Arıtılmış ve arıtılmamış atık suların ayrı tutulması ve değerlendirilmesi ve proseste mümkün olduğunca yağmur suyundan faydalanılması,
- Çökeltme, tortullaşma ve/veya süzme ile katı maddelerin giderilmesi; sıyırma tanklarındaki veya herhangi bir başka etkin cihazdaki yağın giderilmesi ve soğutma suyunun ve vakum oluşumundan kaynaklanan suyun mümkün olduğunca çok devir daim yapılması yöntemleri kombine edilerek sürekli dökümden kaynaklanan atık su deşarjının en aza indirilmesi, ve de
- Ters ozmos sistemi ve eşanjör kullanımı ile soğutma kulelerindeki su kayıplarını önlenmesi ve önemli miktarda su tasarrufu sağlanması mümkündür.

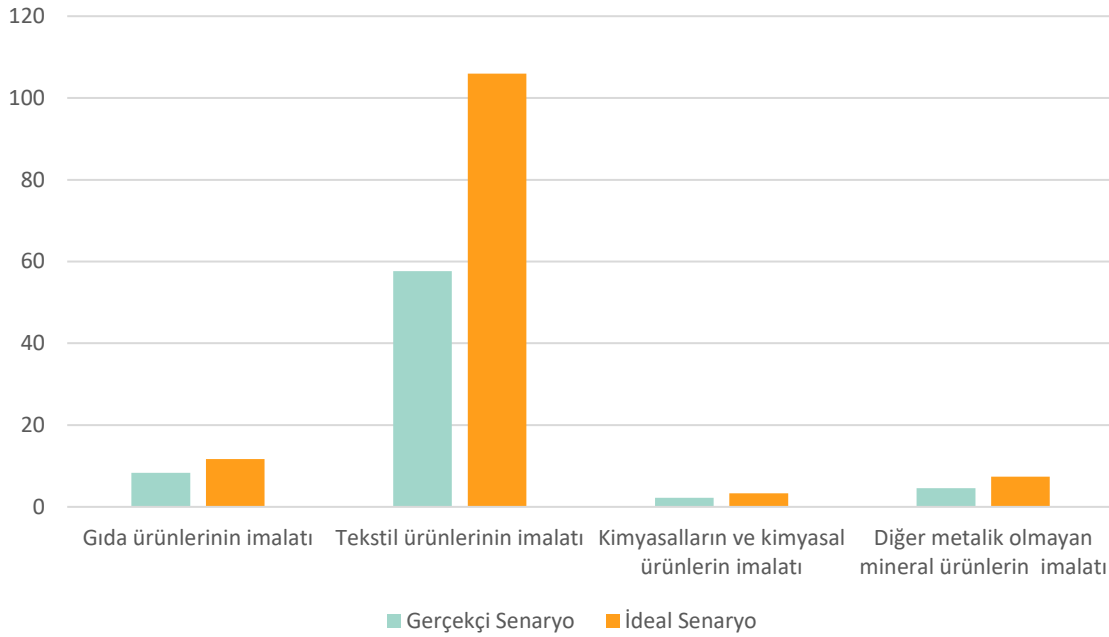
Su Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli

Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi'nin Sonuç Raporu'na göre su yoğun sektörlerde gerçekçi ve ideal senaryolar için yapılması gereken toplam su verimliliği yatırımı değerleri aşağıdaki grafikte (Şekil 7) sunulmaktadır. En fazla yatırım ihtiyacının tekstil sektöründe (gerçekçi

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

senaryoda 57,5 milyon Euro ve ideal senaryoda 106 milyon Euro) bulunduğu görülmektedir. Tekstil sektöründe yapılması gereken yatırımların çok büyük bir bölümünün (%92) geri dönüş süresi 1 yıldan uzundur. Tekstil sektörünü takip eden gıda sektöründe ise 8,3 milyon Euro ile 11,7 milyon Euro arasında yatırım potansiyeli bulunmaktadır. **Türkiye imalat sektöründe su verimliliğinin artırılması için toplam yatırım ihtiyacı 135 milyon Euro (gerçekçi senaryo) ile 222 milyon Euro (ideal senaryo) arasında değişmektedir.**

Şekil 7: Sektörlerde Su Verimliliği Yatırım Potansiyeli (milyon EURO³⁰)



Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Sanayinin Yeşil Dönüşümünde Ham Madde Verimliliği

Ham madde verimliliği, çevre kirliliğinin artması, yenilenemeyen doğal kaynakların hızla azalması ve kaynakların değerlerinin artması ile sanayi sektörü için rekabetçilik açısından çok önemli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle, Avrupa Birliği ülkelerinde ve gelişmiş ülkelerde üretimde verimliliğin artırılması hedeflerine ilave olarak, hem kaynak tüketiminin azaltılmasına hem de çevresel etkileri en aza indirecek proseslerin ve ürünlerin kullanımına yönelik politikalar geliştirilmeye ve yaygınlaştırılmaya başlandığı görülmektedir.

Kaynakların verimli kullanılması, Türk imalat sanayinin rekabet gücünün artırılması ve çevresel etkilerin azaltılması amacıyla üretim süreçlerinde minimum kaynak tüketimi ve minimum atık üretimi prensibine dayalı temiz üretim çalışmalarının da ülkemizde de yaygınlaştırmasının hedeflendiği görülmektedir.

Aşağıda, Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi'nde yürütülmüş çalışmalar çerçevesinde sektörel bazlı olarak ham madde verimliliği açısından iyi uygulama örnekleri ve/veya iyileştirme potansiyelleri sunulmaktadır:

Çimento sektöründe kaynak verimliliği açısından öncelikle atık yakıt (alternatif yakıt) kullanımına önem verilmelidir. Türk çimento sanayinde termik enerji kaynağı olarak ithalata bağlı fosil yakıtlar ve petrokok kullanılmaktadır. Sektörde atıktan türetilmiş yakıt (ATY) kullanım oranı %4 seviyesindedir. Son yıllarda sağlanan artış oranlarına rağmen atıktan türetilmiş yakıtın kullanımının gelişmiş ülkelere nazaran düşük olmasının temel nedeni uygun kalitede, yeterli miktarlarda ve sabit maliyetli kaynakların bulunamaması olduğu değerlendirilmektedir. Uygun kaynakların bulunması ve doğru yönetilmesi durumunda çimento sektörünün atıktan türetilmiş yakıt kullanma oranı artacaktır. ATY kullanacak şekilde tasarlanmamış tesislerde maksimum atık kullanma (yakma) oranı %5 seviyesindedir. Daha yüksek oranlarda atık kullanımı için ek yatırım ihtiyacı vardır. Çimento sektörünün söz konusu yatırımları yapabilmesi veya yatırımların ekonomik olması için, atıktan türetilmiş yakıtın sağlanmasında uzun süreli güvenceye ihtiyaç bulunmaktadır. Atık kaynaklarının sürekliliğinin sağlanması ve atık kalitesinde dalgalanmaların azaltılması ile çimento sektöründe daha yüksek oranlarda atık kullanımını sağlanabilecektir.

Sera gazı emisyon yoğunluğunun azaltımı için üretilen çimentodaki klinker oranını düşürme (Türkiye'de ortalama 80% düzeyindedir) ve klinker yerine yüksek fırın cürufu, uçucu kül, tras, kalker vb kullanımı da sektör için önem arz etmektedir.

Toz, NO_x, SO₂, HCl, HF emisyonlarının ve metal emisyonlarının azaltılması konulu yatırımlar (torbalı filtre, elektro filtre ve hibrit filtre) çimento sektörünün çevresel etkilerini azaltılmasına katkı verecektir. 2009 senesinden sonra kurulmuş tüm tesisler mevcut ulusal sınır değeri sağlayabildiği görülmektedir. Ancak pek çok tesiste NO_x emisyonlarında AB - MET uyumu için (450 mg/Nm³) seçici olmayan katalitik indirgeme teknolojisi (SNCR) yatırımı ihtiyacı bulunmaktadır (74 fırından 5 tanesi sınır değeri karşılamaktadır).

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın çalışmasına göre Türkiye Çimento Sanayinin AB - Endüstriyel Emisyonlar Direktifi'ne uyum için ön görülen toplam maliyeti 873 milyon dolar olarak hesaplanmıştır. Toplam maliyet içerisinde enerji verimliliği yatırımlarının payı %30'dur.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Demir çelik sektöründe kullanılan ham maddeler üretim yöntemine göre farklılık göstermektedir. Bazik oksijen fırını (BOF) tabanlı tesislerde demir cevheri, hurda metal ve taş kömürü birlikte kullanılmaktadır. Buna karşılık Elektrik Ark Ocaklı (EAO) tesislerde ise hurda metalden üretim gerçekleştirilmektedir. Demir-çelik sektöründe kaynak verimliliği uygulamaları incelendiğinde;

- Prosele girdi sağlayabilecek malzemelerin geri kazanılması önem teşkil etmektedir. Cüruf içerisindeki metalin geri kazanımı, baca tozundan ve galvanizleme işlemi sonrası çinko geri kazanımı gibi işlemler ham madde tasarruf potansiyelini önemli derecede etkilemektedir. Baca tozundan çinko geri kazanımı, bu amaçla kurulan tesislerde gerçekleştirilmektedir,
- Ayrıca, pota ocağı cüruflarının da, yüksek oranda Kalsiyum Oksit (CaO) içermeleri sebebiyle, çelik yapımında kireç yerine cüruf yapıcı olarak kullanılması değerlendirilmektedir,
- Regülasyon sistemlerindeki iyileştirmeler ile ton ürün başına elektrot tüketiminde düşüş sağlanabilmektedir,
- Sektörde kaliteli hurda kullanımı ve hurda eleme-ayırıştırma işlemleri ile hem ham madde hem de enerji verimliliği sağlanabilmektedir. Ancak ülkemizdeki tesislerin çok azında hurda eleme sistemi bulunmaktadır.
- Çimento tesislerinde olduğu gibi, atık lastiklerden enerji geri kazanımı mümkündür.

Kimya sektöründe (Temel kimyasal maddelerin, kimyasal gübre ve azot bileşikleri, birincil formda plastik ve sentetik kauçuk imalatı gerçekleştirilen tesislerinde) ana ve yardımcı ham madde tüketimleri üretim maliyetlerinde önemli bir paya sahiptir ve bu nedenle ham madde tüketimlerini düşürmek sektör için kritik öneme sahiptir. Bu sektörde üretim proseslerinde tehlikeli, tehlikesiz ve kimya sektörüne özel atıklar oluşmaktadır. Üretim proseslerinde verimlilik artışı ile katı atık miktarlarında yaklaşık %50 civarında azalmalar sağlanabilir.

Gübre sektörüne döngüsel ekonomi çerçevesinden bakıldığında, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Gübre Sektörü Politika Belgesi 2018-2022³⁵ dokümanında yeşil ve organik gübrelerin tarımsal üretimde kullanılması ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Özellikle yakın geçmişte kimyasal gübrelere alternatif olarak sunulan organomineral gübrelere odaklandığı ve bu gübrelerin üretiminin teşvik edildiğine vurgu yapılmıştır.

T.C. Ticaret Bakanlığı tarafından yayınlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda sürdürülebilir tarım başlığı altında kimyasal gübre kullanımının azaltılmasına vurgu yapılmıştır. Türkiye'de organik tarımın geliştirilmesi ve bu sürecin Avrupa Birliği ile uyumlu yürütülmesi konusunda çalışmaların yapılacağı ifade edilmektedir.

Tekstil sektöründe kimyasal tüketimi oldukça yükündür. Çeşitli verimlilik tedbirlerinin alınması ile mevcut yardımcı kimyasal maddelerin tüketiminde %40-60 ve boyarmadde tüketimlerinde yaklaşık %26 tasarruf sağlanabileceği belirtilmektedir. Tekstil sektöründe üretim proseslerinde tehlikeli, tehlikesiz ve tekstil sektörüne özel atıklar oluşmaktadır. Üretim proseslerinde verimlilik artışı ile katı atık miktarlarında yaklaşık %54 oranında azalma sağlanabileceği gösterilmiştir.

³⁵ Dokümana

<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/G%C3%BCbre%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf> üzerinden ulaşılabilir.

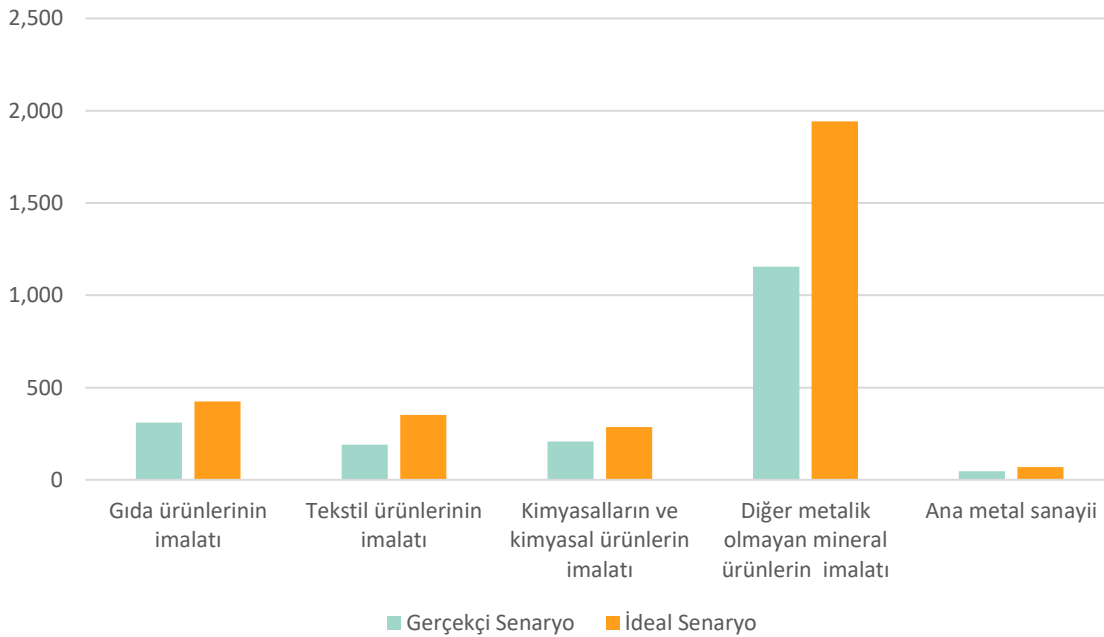
Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

Kağıt sektöründe kloruz ağartma teknolojilerinin kullanımı ile su ortamına klorlu organik maddelerin deşarjının öne geçilmesi mümkündür. EBSO'nun yayınladığı Yeşil Sanayi Rehberi'ne göre AB kağıt endüstrisinde geri kazanılmış ham madde kullanımı 1991'den bugüne ikiye katlanmıştır. Isı kazanları ve kireç fırınlarında fosil yakıt yerine biyokütle (Kraft tipi üretim tesislerinde elde edilen pulvarize biyokütle) kullanımı uygulamaları son 20-30 yıldır giderek artmaktadır.

Ham Madde Verimliliği Alanında Yatırım Potansiyeli

Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi'nin Sonuç Raporu'na göre 5 ana sektörde gerçekçi ve ideal senaryolar için yapılması gereken toplam ham madde verimliliği yatırımı değerleri aşağıdaki grafikte (Şekil 8) sunulmaktadır. En fazla yatırım ihtiyacının içerisinde çimento sektörünün de yer aldığı diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sektöründe (gerçekçi senaryoda 1,1 milyar Euro ve ideal senaryoda 1,9 milyar Euro) bulunduğu görülmektedir. Bu sektörde yapılması gereken yatırımların çok büyük bir bölümünün (%65) geri dönüş süresi 1 yıldan uzundur. Gıda ürünlerinin imalatı sektöründe 310-425 milyon Euro, kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı sektöründe 209-286 milyon Euro ve tekstil ürünlerinin imalatı sektöründe 190-352 milyon Euro yatırım potansiyeli bulunmaktadır. **Türkiye imalat sektöründe ham madde verimliliğinin artırılması için toplam yatırım ihtiyacı 4,5 milyar Euro (gerçekçi senaryo) ile 6,3 milyar Euro (ideal senaryo) arasında değişmektedir.**

Şekil 8: Sektörlerde Enerji Verimliliği Yatırım Potansiyeli (milyon EURO³⁰)



Çimento tesislerinde Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) yatırımları ile ilgili olarak;

Şubat 2021 tarihinde Mersin'de gerçekleştirilen Dünya Gazetesi Anadolu Buluşmaları etkinliğinde Eren Holding bünyesinde faaliyet gösteren Medcem Çimento'nun CEO'su Murat Kahya tesis bazında alternatif yakıt dönüşümünün ortalama 10-15 milyon ABD doları bedelle gerçekleştirilebileceğini belirtmiştir. Bu sayede belediyelerden tedarik edilen evsel atıklar tesiste atıktan türetilmiş yakıtla dönüştürülebilecektir. Bu kapsamda Murat Kahya tarafından atık ithalatına geçici ithalat desteği

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

ihtiyacı olduğu aktarılmıştır. TSKB'nin sektör temsilcilerinden aldığı bilgiye göre henüz yatırım yapmamış tesislerde ATY dönüşümü için yapılması gereken yatırım harcaması 10-12 milyon Euro bandındadır.

Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın Plastik ve Ambalaj Sektörlerine Etkileri

AB'nin 2019 yılında yayınlamış olduğu nihai Döngüsel Ekonomi Paketi³⁶, Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nı ve atıklarla ilgili mevzuatın gözden geçirilmesini içermektedir. Plastik stratejileri Döngüsel Ekonomi Eylem Planı çatısı altında oluşturulurken, ambalaj ve ambalaj atıklarının kontrolü direktifi atıklarla ilgili mevzuatın gözden geçirmeleri kapsamında güncellenmektedir³⁷.

PAGEV'e³⁸ göre Türkiye'de yılda 10 milyon tona yaklaşan toplam plastik üretimi gerçekleşmekte ve 30 milyar Euro civarında ciro elde edilmektedir. Resmi verilere göre ülkemizde yılda 3,7 milyon tonun üzerinde plastik ambalaj üretilmektedir³⁹. Bu nedenle, AB Döngüsel Ekonomi Paketi'nin plastik ve ambalaj sektörlerine potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi önemlidir.

AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı kapsamında geliştirilen stratejiler, birçok plastik ürünü hakkında yeni düzenlemeler getirmeyi hedeflemektedir. Özellikle plastik üreticilerinin, ürünlerin yaşam döngüleri sonunda oluşacak etkilerin sorumluluğunu paylaşması için belirli adımlar atıldığı açıkça görülmektedir. Bununla beraber, deniz canlılarına ve insan sağlığına zararları olan mikroplastik atıkları konusunda ciddi önlemler alındığı görülmektedir. Tek kullanımlık plastikler konusunda ise AB Parlamentosu'nun 2019 yılında aldığı kararla, 3 Temmuz 2021 itibarıyla AB pazarında tek kullanımlık plastiklerin (tabak, çatal, bıçak, bardak, kulak çubuğu, pipet) kullanımının yasaklanması ve kullanıcıların sürdürülebilir alternatiflere yöneltilmesi hedeflenmiştir. **Döngüsel ekonomi vizyonunun bir parçası olarak AB, 2030 yılına kadar tüm plastik ambalaj ürünlerinin yeniden kullanılabilir veya uygun maliyetle geri dönüştürülebilir olmasını hedeflemektedir. 2030 yılına kadar plastik atıkların %50'sinden fazlasının geri dönüştürülmesi ve toplama-ayırma ve geri dönüştürme kapasitesinin 4 kat artırılması hedeflenmektedir. Benzer şekilde, geri dönüştürülmüş plastiklere talebin 4 kat artırılması amaçlanmaktadır**⁴⁰.

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Tarafından hazırlanan "Türkiye'de Plastik Geri Dönüşümü ve Atık İthalatı Raporu"na göre AB ülkeleri, 2029 yılına kadar tek kullanımlık plastik şişelerin yüzde 90'ını toplama hedefi koyarken bu şişelerin 2025 yılına kadar en az %25, 2030 yılına kadar da en az %30 oranında geri dönüştürülmüş içeriğe sahip olması üzerinde anlaşmıştır. Ayrıca, plastik ambalaj atıklarını vergilendirme kararı kapsamında, 1 Ocak 2021 tarihinden itibaren geri dönüştürülmemiş plastik ambalajlara kilogram başına 0,8 Euro vergi getirilmiştir⁴¹.

"Sıfır Atık Projesi" çalışmaları kapsamında gerek 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda yapılan revizyonlar, gerekse de 7261 sayılı Kanun ile Türkiye Çevre Ajansı'nın kurulması ile çevre mevzuatı

³⁶ https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en

³⁷ <https://ambalaj.org.tr/tr/bilgi-merkezi-ab-dongusel-ekonomi-paketi>

³⁸ PAGEV'in raporuna <https://pagev.org/turkiye-plastik-sektor-izleme-raporu-2020-601b95c394d04> üzerinden ulaşılabilir.

³⁹ <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Ambalaj.pdf>

⁴⁰ <https://ambalaj.org.tr/tr/bilgi-merkezi-ab-dongusel-ekonomi-paketi>

⁴¹ https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/d5e10e038d7b224_ek.pdf

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

uygulamalarındaki gelişmelere uyum sağlanması amacı ile "Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" 26 Haziran 2021 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Önümüzdeki süreçte AB'deki gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de tek kullanımlık ve çok katmanlı (problemlili) kompozit ambalajların azaltılması dahil olmak üzere yeni yönetmelik ve alt düzenlemeler oluşturulması gündeme gelebilecek ve Türkiye'de de plastik ve ambalaj sektörlerini etkileyebilecek çeşitli kısıtlamalara gidilebilecektir. TÜSİAD'ın konuyla ilgili yayınladığı çalışmasında⁴² da belirtildiği üzere gıda güvenilirliğinin güvence altına alınarak, gıda ambalajlarında geri dönüştürülmüş plastik kullanımına izin verecek şartların belirlenmesi için mevzuat çalışmalarının yapılması da önümüzdeki süreçte önemli olacaktır.

Türkiye'de plastik başta olmak üzere tüm ambalaj atıklarını ayırma ve geri dönüşümü alanında kapasite artışı sağlanması ve kaliteli geri-dönüşüm için mevcut geri kazanım tesislerinin şartlarının iyileştirilmesi AB'nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'na uyum açısından kritik olacaktır. Plastik ve ambalaj sektörlerinin kaynak olarak geri dönüştürülmüş ürünleri kullanabilme kapasitesinin geliştirilmesi kilit rol oynamaktadır.

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşüm için Yatırım Yapabileceği Diğer Alanlar

Enerji, su ve ham madde verimliliğine ek olarak aşağıdaki alanlarda yatırımları yapılarak enerji yoğunluğu düşürebilecek, üretimde ve operasyonlardaki döngüsellik düzeyi artıracak ve iklim değişikliğinin neden olduğu fiziksel ve geçiş risklerine⁴³ karşı şirketlere olumlu katkılar sağlayabilecektir:

- Üretimde direkt olarak yenilenebilir enerjiden faydalanma (Özellikle çatı ve cephe GES uygulamaları⁴⁴ (Ticari ve endüstriyel binalar için toplam 3.000 MW düzeyinde çatı ve cephe GES potansiyel bulunmaktadır) ve organik atık miktarı yüksek sektörlerde ve işletmelerde atık su arıtımı ve yenilenebilir enerji (elektrik ve ısı) üretimi için biyogaz santrallerinin kurulması⁴⁵ vb.),
- Yenilenebilir ısı uygulamaları (Jeotermal ve güneş enerjisi),
- Üretimde dolaylı olarak yeşil elektrik kullanımı (YEK-G⁴⁶ veya I-REC⁴⁷),
- Kullanılan araçlarda elektrifikasyon,
- Sürdürülebilir ürün ve ambalaj tasarımı ve ARGE (Örneğin; yeşil kimyasallar ve biyolojik bazlı ürünler),
- Ürünler için Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment) çalışmaları yapılması ve iyileştirme olanaklarının araştırılması,
- Endüstriyel simbiyoz olanaklarının araştırılması⁴⁸,

⁴² <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10790-avrupa-yesil-mutabakati-dongusel-ekonomi-eylem-planı-turk-is-dunyasina-neler-getirecek>

⁴³ Geçiş ve fiziksel iklim riskleriyle ilgili daha detaylı bilgi için; <https://www.fsb-tcfd.org/recommendations/>

⁴⁴ Türkiye'deki sanayi tesislerindeki çatı ve cephe GES yatırım potansiyeli için https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2020/04/Binalarda_Cat%C4%B1_Ustu_Gunes_Enerjisi-Potansiyeli-.pdf adresi ziyaret edilebilir.

⁴⁵ Türkiye'de toplam biyogaz yatırımları potansiyeli (9 milyar Euro) ile daha fazla bilgiye https://www.vivis.de/wp-content/uploads/WM9/2019_WM_119-128_Azbar.pdf adresinden ulaşılabilir.

⁴⁶ YEK-G hakkında daha fazla bilgi için; <https://www.epias.com.tr/yek-g-piyasasi/yek-g-sistemi-ve-organize-yek-g-piyasasi-tanitimi/>

⁴⁷ I-REC hakkında daha fazla bilgi için; <https://www.irecstandard.org/turkey/#/>

⁴⁸ Daha fazla bilgi için BEBKA'nın hazırladığı doküman incelenebilir

https://www.bebka.org.tr/admin/datas/sayfas/files/EndustriyelSimbiyozBrosur_son.pdf

Türk Sanayicisinin Yeşil Dönüşümü

- Sürdürülebilir ham madde temini (Örneğin kağıt sektöründe PEFC⁴⁹ ve FSC⁵⁰ onaylı ham madde kullanımı),
- İklim değişikliğine adaptasyon yatırımları,
- Biyolojik karbon yutaklarının (ormanların) korunması ve geliştirilmesi,
- Özellikle ileriye (5-10 yıl içerisinde) dönük olarak; yeşil hidrojen yatırımları (Hızlı gelişen bir alan, bazı AB ülkelerinde demir-çelik sektöründe uygulamaları bulunmaktadır⁵¹)
- Özellikle çimento, demir-çelik ve kimya-petrokimya sektörlerinde karbon yakalama, kullanma ve depolama uygulamalarındaki gelişmeler^{52, 53} yakından takip edilmelidir.

Sonuç ve TSKB Yol Haritası

Aralık 2019'da başlayan Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) süreci ile AB Yeşil Mutabakatı ve Döngüsel Ekonomi temalarında özellikle sınai sektörlerde büyük bir değişim başlamıştır. İlerleyen dönemde devreye girmesi muhtemel olan Sınırdaki Karbon Düzenlemesi ise ülkemiz sanayisi ve ihracat stratejisi için önem taşımaktadır. Bu bağlamda, hem kamu kurumları hem de sektörel bazlı temsilciler ile bir dizi görüşmeler gerçekleştirilmekte olup AB Yeşil Mutabakatı'na uyumlu ve Döngüsel Ekonomi prensiplerine katkı sağlayabilecek yatırımların boyutları, planlamaları ve finansmanı konusunda çalışmalar yapılmaya devam edilecektir.

⁴⁹ <https://www.pefc.org/>

⁵⁰ <https://fsc.org/en>

⁵¹ Yeşil hidrojen ile fosil yakıt kullanımı yapılmadan çelik üretimi hakkında bilgi için:

<https://www.ssab.com/fossil-free-steel>

⁵² Heidelberg Cement ve Tata Steel'in yürüttüğü örnek karbon yakalama ve depolama uygulamaları için detaylı bilgiye <https://www.heidelbergcement.com/en/carbon-capture-and-storage-ccs> ve https://www.business-standard.com/article/companies/tata-steel-commissions-5-tonne-per-day-carbon-capture-plant-at-jamshedpur-121091400747_1.html

⁵³ Atmosferden direkt CO2 yakalanması alanındaki gelişmeler hakkında bilgiye <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture> üzerinden ulaşılabilir.