

GREEN TRANSITION IN INDUSTRY

Fatih TURAN

ABSTRACT

The environment is an indispensable element for the sustainability of human life. However, with the acceleration of industrialization, the pressure on the environment has also increased, natural resources have come to the point of depletion and climate change has started to pose a serious threat on a global scale. Therefore, the world has started to look for solutions, and many international agreements and protocols have been taken with steps that touch the environment. One of these steps is the sustainable and clean production approach in industry, and the green transformation studies in industry with the Century of Türkiye declared by our President Recep Tayyip Erdoğan. In this context, the Industrial Emissions Management Regulation was published on January 14, 2025, this Regulation will reveal the environmental performance status of industrial facilities, and a "Green Transition in Industry Certificate" will be issued to the facilities by taking into account the best available techniques regarding water efficiency, energy efficiency, use of chemicals and emission reduction techniques and emission limit values related to the best available techniques.

In this article, with the studies to integrate industrial emissions into national legislation; Information was provided on the inventory of facilities within the scope of the legislation such as energy, metal, chemical, mineral, waste, automotive, cement, textile, large combustion plants, the compliance costs required for the green transformation of these facilities and their compliance with MET, and the techniques for reducing dust and gas emissions included in the circular on mineral production and metal production processing of the Regulation were examined and the details of the techniques and MET-İES were emphasized.

Keywords: Green Transition, Emission, Best Available Techniques.

Genel Müdür, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Mail: fatih.turan@csb.gov.tr

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8117-0729>

Makale Atıf Bilgisi: TURAN, F. (2025). "Sanayide Yeşil Dönüşüm".
Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, Yıl 4, Sayı 7, s. (30-46)

Makale Türü: Araştırma
Geliş Tarihi: 26.06.2025
Kabul Tarihi: 29.06.2025
Yayın Tarihi: 30.06.2025
Yayın Sezonu: Ocak-Haziran

SANAYİDE YEŞİL DÖNÜŞÜM

Fatih TURAN

ÖZ

Çevre, insan yaşamının sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir unsurdur. Ancak sanayileşmenin hızlanmasıyla birlikte çevre üzerindeki baskılar da artmış, doğal kaynaklar tükenme noktasına gelmiş ve iklim değişikliği küresel ölçekte ciddi bir tehdit oluşturmaya başlamıştır. Bu tablo karşısında dünya çözüm yolları aramaya başlamış, çevreye değen pek çok uluslararası anlaşma ve protokoller masada konuşulur olmuş, adımlar atılmıştır. Bu adımlardan biri de sanayide sürdürülebilir ve temiz üretim anlayışı olup, Sayın Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan'ın ilan ettiği Türkiye Yüzyılı ile sanayide yeşil dönüşüm çalışmalarıdır. Bu kapsamda 14 Ocak 2025'te yayımlanan Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği yayımlanmış, bu Yönetmelik sanayi tesislerinin çevresel performans durumları ortaya konulacak olup, tesislere; su verimliliği, enerji verimliliği, kimyasalların kullanımı ve emisyon azaltım tekniklerine ilişkin mevcut en iyi teknikler ve mevcut en iyi tekniklerle ilişkili emisyon sınır değerleri dikkate alınarak "Sanayide Yeşil Dönüşüm (SYD) Belgesi" düzenlenecektir.

Bu makalede, endüstriyel emisyonların ulusal mevzuata kazandırılması çalışmaları ile; enerji, metal, kimya, mineral, atık, otomotiv, çimento, tekstil, büyük yakma tesisleri gibi mevzuat kapsamındaki tesis envanteri, bu tesislerin yeşil dönüşümü için gereken uyum maliyetleri ve Mevcut En İyi Teknikler (MET) ile uyum durumları hakkında bilgiler verilmiş ve Yönetmeliğin mineral üretimi ve metal üretimi işlenmesi tebliğinde yer alan toz ve gaz emisyonlarını azaltmaya yönelik teknikler incelenerek tekniklerin detayları ve Mevcut En İyi Teknikler ile ilişkili Emisyon Seviyeleri (MET-IES) üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yeşil dönüşüm, Emisyon, Mevcut En İyi Teknik.

1. Giriş

İnsan ve çevre arasındaki ilişki, süreklilik arz eden ve çok boyutlu bir iletişim ağı olarak değerlendirilmektedir. İnsanın çevresinden bağımsız bir varlık olarak düşünülmesi mümkün olmadığından insanın çevreyi koruması önem arz etmektedir. Ancak insan faaliyetlerinin olumsuz etkileri, çevreyi korumanın yeterince yerine getirilmediğini ortaya koymaktadır (Kara, 2020). Sanayi Devrimi ile birlikte ortaya çıkan üretim odaklı kalkınma anlayışı, doğal kaynakların hızla tükenmesine sera gazı emisyonlarının hızla artmasına ve buna bağlı olarak iklim değişikliğine yol açmıştır (Kılıç, 2020).

Çevre konusunda ortaya çıkan bu olumsuz tablo nedeniyle 5 Haziran 1972 tarihinde BM tarafından gerçekleştirilen İnsan ve Çevre Konferansı'nda çevresel kaygılar küresel boyutta ilk kez ele alınmıştır. Bu tarihten itibaren her yıl 5 Haziran "Çevre Günü" olarak kutlanmaya başlamıştır. 1987'de Ortak Geleceğimiz' başlıklı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nca hazırlanan Brundtland Raporu'nda "Sürdürülebilir Kalkınma, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılayabilme yeteneğinden ödün vermeden, bugünün gereksinimlerini karşılayan bir gelişme" olarak ilk kez tanımlanmıştır (Yılmaz, 2022; Bal 2024). Böylelikle sürdürülebilir kalkınma sadece doğal kaynakları korumayı değil, onları gelecek kuşaklara aktarmayı da esas almıştır (Bolayır, 2024).

1996 yılında 96/61EC sayılı Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) direktifi çevrenin yüksek düzeyde korunmasını ve entegre kirliliği önleyip kontrol altına alınmasını sağlamak amacıyla kabul edilmiştir (O'malley, 1999). Direktifde geçen Mevcut En İyi Teknik (MET; Best Available Techniques BAT) olan sanayi sektöründe çevresel etkileri en aza indirmeye yönelik uygulanabilecek en gelişmiş, etkili ve ekonomik teknikler olarak ifade edilmiştir (Ticaret Bakanlığı). Bu tekniklerin kullanılması yaklaşımı kirliliği kaynakta önleme yolunu benimseyecek bir anlayış değişikliğini ortaya koymasından dolayı direktifin en önemli özelliğidir (Şenoğlu, 2006). Diğer taraftan, 1997 yılında sera gazı emisyonlarını sınırlamaya ve azaltmayı hedefleyen Kyoto Protokolü kabul edilmiştir (Öztürk, 2024).

2010 yılında 2008/1/AT Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi (IPPC), 2000/76/EC Atık Yakma Direktifi (WID), 2001/80/EC Büyük Yakma Tesisleri Direktifi (LCP), 99/13/EC Solvent Direktifi ve Titanyum Dioksit Direktifleri bir araya getirilerek Avrupa Birliği'nin sanayi kaynaklı çevresel etkileri kontrol altına almak için geliştirdiği temel yasal çerçevelerden biri olan 2010/75/AB sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifi yayımlanmıştır. Bu direktif; büyük ölçekli sanayi tesisleri ile yoğun hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan hava, su ve toprak kirliliğini önlemeyi ve azaltmayı amaçlamıştır.

2015 yılına gelindiğinde ise küresel sera gazı emisyonlarındaki artışla birlikte dünya genelindeki sıcaklıkların artışı kaçınılmaz hale geldiğinden, sıcaklık artışının 2°C'nin altına getirilmesini ve 1,5°C tutulmasını hedefleyen, iklim değişikliği

konusunda bağlayıcı bir uluslararası anlaşma olan Paris Anlaşması imzalanmıştır. Sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlandırılması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesi açısından oldukça önemlidir (Karakaya, 2016). Bu sınırın aşılması durumunda; şiddetli yağış olayları, deniz seviyesinde artış, gıda ve su güvenliğinde riskler, biyolojik çeşitlilik kaybı ve kuraklık gibi etkiler daha sık ve şiddetli bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Ünsal 2024). Son yıllara gelindiğinde ise Avrupa Birliği, Paris Anlaşmasındaki hedeflere ulaşmak amacıyla 2019 yılında Avrupa Yeşil Mutabakatı imzalamıştır. Avrupa bu Mutabakat ile birlikte 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını sıfırlayarak ilk iklim-nötr kıta olma hedefini ortaya koymuştur (Küşük, 2022).

2020 yılında AB Taksonomi tüzüğü yürürlüğe girmiştir. Taksonomi, çevresel açıdan sürdürülebilir kabul edilen ekonomik faaliyetlerin bir listesini oluşturan sınıflandırma mekanizmasıdır (Akçakanat, 2023). Tüzük kapsamında, ekonomik faaliyetin çevresel anlamda sürdürülebilir sayılabilmesi için altı çevresel hedef ortaya konulmuştur. Bu çevresel hedefler;

- İklim değişikliğinin azaltılması
- İklim değişikliğine uyum
- Su ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı
- Döngüsel ekonomiye geçiş
- Kirliliğin önlenmesi ve kontrolü
- Biyoçeşitlilik ve ekosistemlerin korunması

şeklinde belirlenmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2020)

Dünyada bunlar olurken Türkiye’de de küresel iklim anlaşmalarına uyum sağlamak amacıyla önemli adımlar atılmıştır. Bakanlığımız 1996 yılında 96/61EC sayılı Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) direktifinin kabul edilmesiyle Türkiye Tablo 1’de yer verilen çeşitli projeleri gerçekleştirmiştir.

Tablo 1: 2003-2024 yılları arasında bakanlığımızca gerçekleştirilen projeler

2003-2005	“Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (EKÖK) Direktifinin Kabul Edilmesi ve Uygulanmasına Yönelik Yetki (Kapasite) Geliştirme Projesi” Hollanda Hükümeti’nin finanse ettiği MATRA-PSO Projesi
2006-2007	“Türkiye’de EKÖK Uygulanması” Projesi Hollanda Hükümeti’nin finanse ettiği MATRA-PSO Projesi
2011-2014	“Türkiye’de Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifinin Uygulanmasının Desteklenmesi Projesi” (Eşleştirme + Teknik Yardım) AB – IPA Projesi

2015-2021	Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Büyük Yakma Tesisleri Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol METAL Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol ÇİMENTO Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol OTOMOTİV BESTÜ (TEKSTİL – DERİ) Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol ATIK
2020-2024	“EKÖK Kapsamında Türkiye’nin Endüstriyel Emisyon Stratejisinin Belirlenmesi Projesi” (DIES Projesi) AB – IPA Projesi

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen bu projeler kapsamında 2011-2014 yılları arasında yürütülen AB destekli teknik yardım ve eşleştirme projesi çıktıları göz önünde bulundurularak sektörün, yönetmeliğin uyumlaştırılması halinde ihtiyaç duyacağı mali yükümlülükleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca 2020-2024 yılları arasında yürütülen “Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Kapsamında Türkiye’nin Endüstriyel Emisyon Stratejisinin Belirlenmesi (DIES) Projesi” ile 23 ilde 237 saha ziyareti gerçekleştirilerek ulusal tesis envanteri oluşturulmuş, AB Mevcut En İyi Teknik Referans dokümanlarının (BATC-BREF) türkçeye çevirisi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu çalışmalar 14 Ocak 2025 tarihli ve 32782 sayılı Resmî Gazetede Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği yayımlanmasına temel oluşturmuştur.

2021 yılında Paris Anlaşmasını onaylayan Türkiye, 2053 yılı için Net Sıfır Emisyon hedefi ilan etmiş; çevreyle uyumlu sanayi politikalarını yaygınlaştırmaya başlamıştır. Paris Anlaşmasına taraf olunmasının ardından 2021 yılında 31643 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 85 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın ismi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiştir. Bakanlık, çevre ve şehircilik çalışmalarına ek olarak çevre kirliliğini önlemek, doğanın korunmasını sağlamak ve iklim değişikliği etkileriyle mücadele etmek üzere yapılandırılmıştır. (ÇŞİDB, 2021)

2000’li yılların başından itibaren yapılan çalışmaların sonucunda 14 Ocak 2025 tarihli ve 32782 sayılı Resmî Gazetede Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği yayımlanmıştır. Yönetmelik ile birlikte Türkiye çevreci bir bakış açısı ile temiz üretimi, sanayide yeşil dönüşümü zorunlu hale getirmeye başlamıştır. Bakanın tabiri ile bir “Çevre Yarışı” başlatılmıştır. Bu sayede sanayicinin tebliğlerde geçen MET’lere uyumu belirlenerek, Sanayiciye A-F kategorileri arasında Sanayide Yeşil Dönüşüm (SYD) belgesi verilebilecektir.

2. Türkiye'nin Mevcut Durumu

Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği Ek-1'inde 1-6 bölümleri arasında yer alan sektörlerin kapsamı belirtilmektedir. Daha önceki çalışmaların çıktıları ile her bir sektördeki tesis sayısı, dönüşüm için gereken yatırım maliyeti, sektörler için sektörel uyum yüzdeleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Enerji Üretimi

1970'li yıllardan itibaren sanayileşmenin hız kazanması ile enerji ihtiyacı da artmıştır. Türkiye, bu ihtiyacını yerli fosil yakıtlar ve hidroelektrik enerji ile karşılamış, ancak 1990'lardan itibaren petrol ve doğal gaz ithalatına yönelmiştir. Türkiye enerji talebini karşılamakta yaklaşık %74 oranında dışa bağımlıdır (Balci, 2023).

Türkiye, hızla artan nüfusu ve sürekli büyüyen ekonomisi ile enerji ihtiyacını bir kısmını bünyesindeki tesisler ile karşılamaya çalışmaktadır. Yönetmelik Ek-1'inde yer alan enerji üretimi sektöründe faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanı ve sayılarına Tablo 2' de yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi %62 ve tesisler için gereken yatırım maliyeti 1.202.000.000 avro olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2: Enerji üretimi sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Toplam Maliyet (avro)	Tesis Sayısı
Yakma sistemi anma ısı gücü 50 MW ve üzerinde olan tesisler	*	127
Petrol ve petrol ürünlerinin ve gazların rafine edildiği tesisler	*	7
Kok üretimi	*	0
(a) kömürün sıvılaştırılması veya Gazlaştırılması	*	0
(b) yakma sistemi anma ısı gücü 20 MW ve üzerinde olan tesislerde kullanılan diğer yakıtların gazlaştırılması sıvılaştırılması veya pirolizi	*	2
TOPLAM	1.202.000.000	136
*Her sektör için maliyet ayrı ayrı maliyet bilgisi olmadığından toplam maliyet bilgisi eklenmiştir.		

2.2. Metal Üretimi

Metal sektörü ülke ekonomisi ve sanayileşmesinde lokomotif sektör olması bakımından büyük öneme sahiptir. Bu sektörün önemi en başta tüm endüstriyel dallara girdi vermesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin metal sektörüne faaliyet gösteren demir çelik sektörünün başta inşaat malzemeleri olmak üzere otomotiv, gemi, uçak, demiryolu ve vagon gibi tüm taşıt araçları ve akla gelebilecek tüm makine, cihaz ve eşya üretimine katkısı vardır (Ticaret Bakanlığı, 2018).

Yönetmelik Ek-1’inde yer alan metal üretimi ve işlenmesi sektöründe faaliyet gösteren tesislerden Türkiye’de faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanı ve sayılarına Tablo 3’de yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi %34 ve tesisler için gereken yatırım maliyeti 4.352.150.000 avro olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3: Metal üretimi ve işlenmesi sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Maliyet (avro)	Tesis Sayısı	Uyum Durumu %
Çelikhane ve Dökümhane Endüstrisi	499.000.000	156	31
Demir Çelik Üretimi	999.000.000	28	25
Demir Dışı Metal Endüstrileri	1.164.000.000	149	28
Demir Çelik Haddeleme Prosesi	508.000.000	154	45
Metallerin ve Plastiklerin Yüzey İşlemleri	1.584.000.000	294	34
TOPLAM	4.754.000.000	781	34

2.3. Mineral Endüstrisi

Mineral sektörü, ürünleriyle otomotiv, inşaat, beyaz eşya, gıda, meşrubat, ilaç, kozmetik, turizm gibi birçok sektöre girdi veren sanayi alanlarından biri olup sağladığı istihdam, üretim ve ihracat ile ulusal ekonomimiz için çok önemli bir konuma sahiptir. (ÇŞİDB)

Yönetmelik Ek-1’inde yer alan mineral sektöründe faaliyet gösteren tesislerden Türkiye’de faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanları ve sayılarına Tablo 4’de yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi %43 ve tesisler için gereken yatırım maliyeti 5.404.000.000 avro olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4: Mineral sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Maliyet (avro)	Tesis Sayısı	Uyum Durumu %
Çimento üretimi	916.000.000	56	59
Kireç üretimi	946.000.000	69	37
MgO üretimi	194.000.000	22	44
Cam ve mineral yün üretimi	847.000.000	42	56
Seramik ürünlerin imalatı	2.501.000.000	310	40
TOPLAM	5.404.000.000	499	43

2.4. Kimya Endüstrisi

Kimya endüstrisi kâğıttan plastiğe, tekstilden cama birçok alanı kapsayan değerli bir sektör olup diğer sektörlerin gelişmesini sağlayan önemli sektörlerden biridir. Kimya endüstrisi Türkiye'nin en fazla ihracat yapan ikinci sektörüdür.

Yönetmelik Ek-1'inde yer alan niteliklere sahip kimya sektöründe faaliyet gösteren tesislerden Türkiye'de faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanı ve sayılarına Tablo 5' de yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi % 42 ve tesisler için gereken yatırım maliyeti 11.269.500.000 avro olarak belirlenmiştir.

Tablo 5: Kimya endüstrisinde faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Maliyet (avro)	Tesis Sayısı	Uyum Durumu %
Büyük hacimli organik kimyasallar	2.654.500.000	348	33
Polimer üretimi	3.541.500.000	145	35

Organik İnce Kimyasallar	2.492.500.000	448	45
Büyük hacimli inorganik kimyasal amonyak, asitler, gübreler	639.500.000	75	64
Klor alkali üretimi	754.000.000	20	59
Büyük hacimli inorganik kimyasallar katılar	1.187.500.000	60	53
TOPLAM	11,269,500,000	1096	42

2.5. Atık Yönetimi

Yönetmelik Ek-1’inde yer alan niteliklere sahip atık yönetimi ve işlenmesi sektöründe faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanı ve sayısına Tablo 6’da yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi %65 ve tesisler için gereken yatırım maliyeti yaklaşık 512.000.000 avro olarak belirlenmiştir.

Tablo 6: Atık yönetimi ve işlenmesi sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Genel MET’ler için Maliyet (avro)	Sektörel MET’ler için Maliyet (avro)	Tesis Sayısı
Atık Yakma, Beraber Yakma ve Gazlaştırma	3.510.000	229.192.200	54
Metal Atıkların Öğütücülerde İşlemden Geçirilmesi-ÖTA İşleme	2.803.375	7.240.771	41
AEEE İşleme	3.130.833	25.421.933	52
Anaerobik İşleme	6.057.778	65.577.458	58
Solvent Geri Kazanımı	9.167	121.458	11

Atık Yağların Yeniden Rafine Edilmesi ve Diğer Amaçlarla Yeniden Kullanımı	6.207.500	72.432.750	26
Katı ve Sıvı Atıkların Fizikokimyasal İşlenmesi	1.473.333	1.983.333	85
Isıl Değeri Olan Atıkların Mekanik İşlenmesi	6.336.750	27.412.500	51
PCB İçeren Ekipmanların Dekontaminasyonu	2.240.000	3.672.000	16
Tıbbi Atık Sterilizasyonu	4.640.250	*	69
Düzenli Depolama	15.818.292	*	19
Geçici ve Ara Depolama	26.687.776	*	45
Ara Toplam	78.915.054	433.054.403	
TOPLAM	512.000.000		527
* Tıbbi atık sterilizasyonu, düzenli depolama ve geçici-ara depolama faaliyetleri için Atık İşleme BREF dokümanı kapsamında MET uygulamaları yer almamaktadır. Söz konusu alt sektörler için Genel MET uygulamaları geçerlidir.			

2.6. Diğer Üretim Faaliyetleri

Diğer üretim faaliyetleri tebliği; kâğıt, ahşap, tekstil, deri, mezbahalar, gıda, içecek ve yüzey işleme sektörünü gibi birçok farklı ve önemli sektörü bir arada barındırır. Bu sektörlerde faaliyet gösteren tesislerin faaliyet alanı ve sayısı ve uyum durumlarına Tablo 6'da yer verilmiştir. Bu tesislerin sektörel uyum yüzdesi veri eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır. Ancak tesisler için gereken yatırım maliyeti 8.051.837.500 avro olarak belirlenmiştir.

Tablo 7: Diğer üretim faaliyetleri sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Maliyet (avro)	Tesis Sayısı	Uyum Durumu %
Kâğıt hamuru, kâğıt ve karton	1.942.000.000	45	50
Ahşap, ahşap panel	181.000.000	28	*

Tekstil	1.336.500.000	875	60
Deri ve post işleme	102.500.000	103	*
Mezbahalar	449.500.000	116	*
Meşrubat/meyve suyu, şeker üretimi, biyoetanol üretimi, bira üretimi, hayvan yemi	6.247.000.000	391	*
Sütün işlenmesi	1.051.500.500	79	*
Hayvansal yan ürünler ve/veya yenilebilir ortak ürünler ektörünü	888.000.000	70	*
Entansif (yoğun) kümes hayvanı ve domuz	975.000.000	6	*
Organik solvent kullanılan yüzey işleme	2.515.000.000	1.380	*
Ahşap ve ahşap ürünlerinin kimyasallarla korunması	510.000.000	161	*
Atık suyun bağımsız olarak işletilen arıtımı	181.000.000	102	*
TOPLAM	15.404.975.000	3356	
*Sektörel uyum yüzdeleri hakkında bilgi yoktur.			

Enerji üretimi, metal üretimi, mineral endüstrisi, kimya endüstrisi, atık yönetimi ve diğer üretim faaliyetleri için gereken maliyete, tesis sayılarına ve uyum durumuna Tablo 7’de yer verilmiştir. Diğer üretim faaliyetleri büyük paya sahip gibi görünse de esasında en büyük pay sahibi kimya endüstrisidir. Tüm sektörlerin tesis sayıları bakımından dairesel grafiğine Şekil-1’de yer verilmiştir.

Tablo 7: Diğer üretim faaliyetleri sektöründe faaliyet gösteren tesisler

Sektör	Maliyet (avro)	Tesis Sayısı	Uyum Durumu %
Enerji Üretimi	1.202.000.000	136	62
Metal Üretimi	4.754.000.000	781	34
Mineral Endüstrisi	5.404.000.000	499	43

Kimya Endüstrisi	11.269.500.000	1.096	42
Atık Yönetimi	512.000.000	527	65
Diğer Üretim Faaliyetleri	15.404.975.000	3.356	-

3. Sanayide Yeşil Dönüşüm Yol Haritası

Endüstriyel Emisyonları Yönetimi Yönetmeliğinin yayınlanmasıyla ilgili sektördeki tebliğleri ile Mevcut En İyi Teknikler (MET) tanımı hayatımıza tam olarak girmeye başlamıştır. MET, çevrenin bir bütün olarak en yüksek düzeyde korunmasında teknolojik ve ekonomik sürdürülebilirliği uluslararası kabul görmüş olan, Bakanlıkça yayımlanan ve SYD belgesinin gerekliliklerine temel oluşturan, en etkin, ileri, uygulanabilir ve ekonomik tekniklerdir. Sanayide yeşil dönüşümü sağlayacak olan bu MET'ler büyük önem arz etmektedir.

3.1. Mevcut En İyi Teknikler

Bu bölümde mineral üretimi-işlenmesi tebliği ve metal üretimi-işlenmesi tebliğinde kullanılan MET'ler detaylıca incelenecektir.

3.1.1. Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi Sektörü için MET'ler

Mineral üretimi ve işlenmesine ait olan tebliği incelendiğinde, Genel MET'lerin 2, çimento üretimine ait sektörel MET'lerin 27, kireç üretimine ait sektörel MET'lerin 25 ve magnezyum oksit üretimine ait sektörel MET'lerin 15 adet olmak üzere toplamda 69 adet olduğu görülmektedir.

Genel MET'lerden biri çevre yönetim sisteminin (ÇYS) kurulması tekniği olup diğeri gürültü emisyonlarını azaltmak veya en aza indirmek için gereken tekniktir. Sektörel MET'ler incelendiğinde örneğin, çimento sektöründe ortaya çıkan SOx emisyonlarını azaltmak/en aza indirmek için MET 21 uygulanır. Şekil 1'de görüldüğü üzere SOx emisyonlarını azaltmak için absorban ilavesi veya ıslak yıkayıcı teknikleri kullanılabilir. Absorban ilavesi tekniği, SOx emisyonlarını gidermek için baca gazlarına kuru veya ıslak formda bir absorban enjeksiyonu işlemidir. Yüksek verimli absorpsiyon elde etmek için enjeksiyon noktası ile toz toplayıcı arasında yeterli bir bekleme süresi gereklidir. Absorban ilavesi tekniği tüm fırınlarda uygulanabildiği gibi genellikle süspansiyon ön ısıtıcılarda tercih edilir. Söz konusu MET için ikinci teknik olan ıslak yıkayıcı tekniği, SOx gazının bir püskürtme kulesinde baca gazlarına ters akımla püskürtülen bir sıvı tarafından emilmesi işlemidir. Bu teknik, 5 ila 12 m³/ton ürün arasında bir su gerektirir. Bu tekniklerden herhangi birinin kullanılması ile birlikte ulaşılması gereken emisyon sınır seviyelerine Şekil 1'de yer verilmiştir.

MET 21: Fırın pişirme ve/veya ön ısıtma/ön kalsinasyon işlemlerinden kaynaklanan baca gazlarındaki SO_x emisyonlarını azaltmak/en az indirmek için aşağıdaki tekniklerden biri kullanılır:

	Teknik	Uygulanabilirlik
a.	Absorban İlavesi	Absorban ilavesi, çoğunlukla süspansiyon ön ısıtıcılarda kullanılmakla birlikte, prensip olarak tüm fırın sistemlerine uygulanabilir. Fırın beslemesine kireç eklenmesi, granüllerin/modüllerin kalitesini düşürür ve Lepol fırınlarında akış sorunlarına neden olur. Ön ısıtıcı fırınlar için sönmüş kirecin baca gazına doğrudan enjeksiyonunun fırın beslemesine sönmüş kireç eklenmesinden daha az verimli olduğu bulunmuştur.
b.	Islak Yıkayıcı	Alçı üretimi için uygun (yeterli) SO ₂ seviyesine sahip olan tüm çimento fırın tiplerinde uygulanabilir.

Hammaddelere ve yakıt kalitesine bağlı olarak SO_x emisyon seviyeleri, herhangi bir azaltım tekniği kullanılması gerektirmeden düşük tutulabilir. Gerekli ise, absorban ilavesi veya ıslak yıkayıcı gibi öncelikli teknikler ve/veya azaltım teknikleri, SO_x emisyonlarını azaltmak için kullanılabilir. Islak yıkayıcılar, başlangıçta azaltılmamış SO_x seviyeleri 800-1.000 mg/Nm³'ten yüksek olan tesislerde mevcut durumda kullanılmaktadır.

Tablo 4

Çimento endüstrisindeki fırın pişirme ve/veya ön ısıtma/ön kalsinasyon proseslerinden kaynaklanan baca gazlarındaki SO_x emisyon seviyelerine yönelik MET-İES

Parametre	Birim	MET-İES (°)(°) (günlük ortalama değer)
SO ₂ olarak ifade edilen SO _x	mg/Nm ³	<50-400

(1) Değer aralığı, hammadde içindeki kükürt içeriğini göz önünde bulundurur.

(2) Beyaz çimento ve özel çimento klinker üretimi için, klinkerin yakıt kükürt tutma kapasitesi önemli derecede düşük olabilir ve bu da daha yüksek seviyede SO_x emisyonlarına neden olabilir.

Şekil 1: Çimento üretimine ait sektörel MET örneği

Benzer şekilde mineral tebliğinin EK-3'de yer alan seramik sektörüne ait sektörel MET'lerden biri olan MET 42 incelendiğinde de toz emisyonlarını azaltmak için bez filtre ve ıslak yıkayıcılar tekniklerinden herhangi biri uygulanabilir. Bez filtreler, verimli toz toplayıcılardır. Bu tekniğin temel prensibi, gaz geçirgenliği olan ancak tozu tutacak bir bez membran kullanmaktır. Bez filtre tekniği genel olarak, öğütme tesislerinde ve kireç endüstrisindeki yan proseslerde, malzeme nakliyesinde ve depolama ve yükleme tesislerinde uygulanabilir. Söz konusu MET için ıslak yıkayıcılar tekniği ise bir önceki bölümde açıklanmıştır. Teknikler uygunluğa göre seçilerek emisyonların Şekil 2'de yer alan MET-İES tablolarındaki emisyon sınır değerlerine ulaşılması hedeflenir.

Benzer şekilde mineral tebliğinin EK-3'de yer alan seramik sektörüne ait sektörel MET'lerden biri olan MET 42 incelendiğinde de toz emisyonlarını azaltmak için neler yapılması gerektiği hangi tesislerde hangi tekniklerin uygulanabilir olduğu ve MET ile ilişki emisyon seviyeleri detaylıca verilmiş olup sanayici için yol gösterici konumundadır.

MET 42: Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan kanalize toz emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki tekniklerin biri kullanılır ve filtrelerin performansına yönelik bir bakım yönetim sistemi uygulanır:

Teknik (1)	Uygulanabilirlik
a Bez filtre	Genel olarak, öğütme tesislerinde ve kireç endüstrisindeki yan proseslerde, malzeme nakliyesinde ve depolama ve yükleme tesislerinde uygulanabilir. Kireç söndürme tesislerinde bez filtrelerin uygulanabilirliği, baca gazlarının yüksek nemi ve düşük sıcaklığı nedeniyle sınırlı olabilir.
b Islak yıkayıcılar	Esas olarak kireç söndürme tesislerine uygulanabilir.

(1) Gerekirse, baca gazlarının ön ısıtımı için santrifüj ayırıcılar/siklonlar kullanılabilir.

Fırın pişirme dışındaki tozlu işlemlerden kaynaklanan baca gazı emisyonlarına yönelik MET ile ilişkili emisyon seviyeleri

Teknik	Birim	MET-İES (günlük ortalama veya örneklem süresi için ortalama (en az varım saatlik nokta ölçümleri))
Bez filtre	mg/Nm ³	<10
Islak yıkayıcı	mg/Nm ³	<10-20

Şekil 2: Seramik sektörüne ait sektörel MET örneği

3.1.2 Metal Üretimi ve İşlenmesin Sektörü için MET'ler

Metal Üretimi ve İşlenmesi tebliği incelendiğinde demir ve çelik üretimi için genel ve sektörel MET'lerin 95, demirli metalleri işleme endüstrisine yönelik genel ve sektörel MET'lerin 63, demir dışı metal endüstrileri için genel ve sektörel MET'lerin 184, metallerin ve plastiklerin yüzey işlemleri için genel ve sektörel MET'lerin 26, dökümhane ve demir işleme sanayisi için genel ve sektörel MET'lerin 52 adet olduğu görülmektedir.

Metal üretimi ve işlenmesi tebliği, mineral üretimi ve işlenmesi tebliği gibi bir çevre yönetim sisteminin (ÇYS) kurulmasını tekniğini öncelikli tutar. Sektörel MET'lere bakıldığında örneğin MET 49'da bakır üretiminden kaynaklanan SO₂ emisyonlarını azaltmak/en aza indirmek kuru veya yarı kuru gaz yıkayıcı, sulu yıkayıcı, polieter bazlı adsorpsiyon/desorpsiyon sistemi tekniklerden biri ya da birkaçı kullanılır. Kuru/ yarı kuru gaz yıkama tekniği, kireç veya sodyum bikarbonat gibi alkalın reaktiflerin kuru toz veya süspansiyonun, çıkış gazı akışına eklenip püskürtülmesi ile oluşan kimyasal tepkimeler sonucunda asidik gazların nötrale edilmesi işlemidir. Mevcut tesislerde performans, sıcaklık (min. 60°C), nem içeriği, temas süresi, gaz dalgalanmaları ve toz filtrasyon sisteminin (örne-

ğın torba filtre) ek yükü gibi proses parametrelerine bağlıdır. Bir diğer teknik olan polieter bazlı adsorpsiyon/desorpsiyon tekniği egzoz gazlarından SO₂ gazını seçici olarak emmek için polieter bazlı bir çözücü kullanılıp bu çözücünün egzoz gazlarından SO₂ gazını seçici olarak absorbe etme prensibine dayanır. Bir diğer teknik olan ıslak yıkayıcılar tekniği ise bir önceki bölümlerde açıklanmıştır. Uygun tekniklerin biri veya birkaçı seçilerek emisyonların Şekil 2’de yer alan MET-İES tablolarındaki emisyon sınır değerlerine ulaşılması hedeflenir.

MET 49: Birincil ve ikincil bakır üretiminden kaynaklanan SO₂ emisyonlarını (sülfürik asit veya sıvı SO₂ tesisine veya enerji santraline yönlendirilenler hariç) azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerden birini veya bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Uygulanabilirlik
a	Kuru veya yarı kuru gaz yıkayıcı	Genellikle uygulanabilir
b	Sulu yıkayıcı	Uygulanabilirlik aşağıdaki durumlarda sınırlı olabilir: - Çok yüksek atık gaz debisi (üretilen önemli miktardaki atık ve atıksu nedeniyle) - kurak bölgelerde (gerekli olan büyük miktardaki su ve atıksuyun artırılması ihtiyacı nedeniyle)
c	Polieter bazlı adsorpsiyon/desorpsiyon sistemi	İkincil bakır üretiminde uygulanamaz. Sülfürik asit veya sıvı SO ₂ tesisinin mevcut olmadığı tesislerde uygulanabilir değildir.

MET ile ilişkili emisyon seviyeleri: bkz. Tablo 6.

Tablo 6

Birincil ve ikincil bakır üretiminden kaynaklanan havaya SO₂ emisyonları (sülfürik asit veya sıvı SO₂ tesisine veya enerji santraline yönlendirilenler hariç) için MET ile ilişkili emisyon seviyeleri.

Parametre	Proses	MET-İES (mg/Nm ³) ⁽¹⁾
SO ₂	Birincil bakır üretimi	50–500 ⁽²⁾
	İkincil bakır üretimi	50–300

⁽¹⁾ Günlük ortalama ya da örnekleme periyodu boyunca ortalama.
⁽²⁾ Bir ıslak yıkayıcı veya düşük sülfür içeriğine sahip konsantreler kullanıldığında, MET-İES seviyesi 350 mg/Nm³’e kadar olabilir.

İlgili izleme MET 10’da yer almaktadır.

Şekil 3: Metal sektörüne ait sektörel MET örneği

4. Sonuç

Türkiye, çevre ve iklim politikalarında ciddi bir dönüşüm sürecine girmiş olup özellikle sanayi sektöründe çevresel etkileri azaltmak amacıyla yayımlanan Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği ve MET uygulamaları sayesinde, artık üretim sırasında çevreyi korumak bir tercih değil zorunluluk haline gelmiştir.

Bu dönüşüm süreci ile birlikte sanayiciler hem üretim teknolojilerini güncellemek zorunda kalacak hem de çevreye duyarlı uygulamalara yönelerek rekabet güçlerini artıracılabilecekler. SYD belgesi uygulaması sayesinde sanayi tesislerinin durumu şeffaf bir şekilde takip edilerek uzun vadede bu yaklaşım, Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefine ulaşmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

Akçakanat, Ö., Aksoy, E. (2023). G-20 Ülkelerinin Yeşil Merkez Bankacılığı Karnelerine Göre Değerlendirilmesi Ülkelerin Yeşil Merkez Bankacılığı Puan Kartlarına Göre Değerlendirilmesi. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 7(1), 1-15.

Bal, C. G., Avcu, G. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Çerçevesinde "Sürdürülebilirlik Zirvesi: Değer Odaklı Yaklaşım Paneli" Doküman Analizi. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 25(1), 1-14.

Balcı, A. (2023). Enerji Güvenliğinde Türkiye'nin Rolü ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (44), 200-233.

Bolayır, S., Eroğlu, İ. (2024). Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma. *Sakarya Üniversitesi İktisat Dergisi*, 13(1), 1-22.

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), 2021. Bakan Kurum, Bakanlığın İsim Değişikliğini Değerlendirdi, <https://csb.gov.tr/bakan-kurum-bakanligin-isim-degisikligini-degerlendirdi-bakanlik-faaliyetleri-32011#:~:text=BAKAN%20KURUM%2C%20BAKANLI%C4%9EIN%20%C4%B0S%C4%B0M%20DE%C4%9E-C4%B0C5%9E%C4%B0KL%C4%B0%C4%9E%C4%B0N%C4%B0%20DE%C4%9E-ERLEND%C4%B0RD%C4%B0,-11%20Ekim%202021&text=Kurum%2C%20sosyal%20medya%20hesab%C4%B1ndan%20yapt%C4%B1%C4%9F%C4%B1,Bakanl%C4%B1%C4%25>, Erişim Tarihi: 20.05.2025

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB), https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/06_cam-uret-m--20200103075113.pdf, Erişim Tarihi: 22.05.2025

Kara, E., Kaya, A. (2020). Sanayi İşletmelerinde Çevre Bilinci ve Yeşil Yönetim Üzerine Bir Değerlendirme. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(30), 3161-3182.

- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Kılıç, C., Kurt, Ü., Balan, F. (2020). Kentleşme ve Sanayileşmenin CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 182-196.
- Küçük, G., Yüce Dural, B. (2022). Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Yeşil Ekonomiye Geçiş: Enerji Senaryoları Üzerinden Bir Değerlendirme. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 137-156.
- O'malley, V. (1999). The Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive and its implications for the environment and industrial activities in Europe. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 59(2-3), 78-82.
- Öztürk, Ş. T., Toprak, Z. F. (2024). Kyoto Protokolü ve Türkiye'nin Uyum Sürecinin Değerlendirilmesi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 8(1), 7-18.
- Şenoğlu, S. (2006). *Avrupa Birliği-Türkiye Çevre Politikaları Oluşum Süreci ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (Ippc) Direktifinin İncelenmesi (Tekstil Endüstrisi Örneği.)* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ticaret Bakanlığı, Endüstriyel emisyonlar Direktifi, <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-dongusel-ve-surdurulebilir-sanayi-politikalari/endustriyel-emisyonlar-direktifi>, Erişim tarihi: 15.05.2025
- Ticaret Bakanlığı, Taksonomi, <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/surdurulebilir-finansman/taksonomi>, Erişim tarihi: 18.05.2025
- Ticaret Bakanlığı, (2018). Chrome extension://efaidnbmnnnibpcjpcgclcfndmkaj/https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Demi_Celik_Demir_Celik-ten_Esya.pdf, Erişim tarihi: 18.05.2025
- Ünsal, R. B. (2024). İklim Değişikliği ile Mücadelede Paris Anlaşması ve İklim Adaleti. *Ekonomi Yönetim Politika*, 2(2), 112-126.
- Yılmaz, H., Yücel, T. (2022). Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasında Uluslararası Çalışmalar ve Eleştirileri. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 5(3), 691-702.