ARAŞTIRMA RAPORU-12

FOSİL KAYNAKLI CO_2 EMİSYONLARINA İLİŞKİN POLİTİKA RAPORU

Amaç ve Kapsam

Bu raporda, 2015-2024 yılları arasında Türkiye'nin fosil CO_2 emisyonlarının küresel ve AB27 ortalamasıyla kıyaslanması amaçlanmaktadır. Yıllık toplam emisyon miktarı ve kişi başı emisyon miktarı, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) birim başına emisyon miktarı ve sekiz farklı sektöre göre dağılımları kapsamaktadır.

Temel Bulgular

İncelenen dönemde, Türkiye'de mutlak kişi başı emisyon değerlerinde artış kaydedilmiştir. Toplam emisyon 2015'te 367,8 Mt CO_2'den 2024'te 460,0 Mt CO_2'ye yükselmiştir. Bu sonuç, küreselde %9,2 ve AB27'deki %20,1 düşüşe karşılık %25,1 artış anlamına gelmektedir. Türkiye'nin küresel emisyondaki payı %1,01'den %1,16'ya yükselmiştir. 2024 yılında GSYİH birim başı fosil CO_2 emisyonu yoğunluğu ise, küresel ortalamanın %33,6 altında kalırken, AB27'nin %51,3 üzerinde gerçekleşmiştir. Bir ülkenin 1.000 dolarlık ekonomik üretim gerçekleştirmek için atmosfere kaç ton fosil saldığını gösteren bu ölçütün, yıllar içinde düşmesi, ülkenin ekonomik üretimde enerji verimliliğini artırdığını ve birim üretim başına daha az karbon saldığını göstermektedir.

Sektörel emisyon seviyelerinde sektörel dağılımlar incelendiğinde, farklı faaliyet alanlarının küresel emisyon hacmindeki ağırlıklarını artırdığı tespit edilmiştir. **2024 yılında enerji sektörü fosil CO_2 emisyonunun en büyük kaynağı konumunda olup, 140,9 Mt CO_2 ile ülkelerin ulusal ortalama emisyon miktarının yaklaşık %30,6'sını oluşturmaktadır.** Enerji endüstrisinin yanı sıra; ulaşım, inşaat ve endüstriyel üretim süreçleri ise toplam emisyon hacminin %96,1'ını oluşturmaktadır. 2019-2024 yılları arasında ulaşım ve endüstriyel üretim süreçleri, Türkiye'nin 45,5 Mt CO_2 net artışının %60,7'si olan 27,7 Mt CO_2 salınımına tekabül etmektedir. 2015-2024 yılları arasında, ulaşım ve endüstriyel yakıt sektörlerinde en büyük mutlak artışlar sağlanmıştır.

Tablo 1. Ana göstergeler ve trend

Gösterge	Türkiye, 2024	Türkiye: değişim, 2015-2024	Küresel: değişim, 2015-2024	AB27: değişim, 2015-2024
Toplam emisyon, Mt CO_2/yıl	460.0	+25.1%	+9.2%	-%20,1
Kişi başı emisyonlar, ton CO_2/yıl	5.36	+14.2%	-0,6%	-%20,3
Bildirilen GSYİH yoğunluğu, ton CO_2/kUSD/yıl	0.15	-%16,6	-%16,3	-%31,1

SİYASAL

Aynı dönemlerde uluslararası rakamlar incelendiğinde ise, Çin, Hindistan ve Endonezya 2019-2024 yılları arasında önemli mutlak artışlar kaydederken, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Almanya, Japonya ve Birleşik Krallık ciddi oranda düşüşler kaydetmiştir. Hindistan ve Endonezya ise 2024'te küresel kişi başı ortalama emisyon miktarının altında kalmıştır. **2015-2017 ve 2022-2024 ortalamaları karşılaştırıldığında ise, Türkiye'nin toplam emisyon miktarında %13,3 artış kaydedilirken, kişi başı emisyonlarında da %5,6 artış kaydedilmiştir.** Aynı dönemlerde, GSYİH Birimi Başına fosil CO_2 emisyon yoğunluğu ise %17,7 oranında

1. Giriş

İklim değişikliği; insan sağlığı, gıda üretimi, su kaynakları, altyapı, ekosistemler ve ekonomik kalkınma açısından birbiriyle bağlantılı çeşitli riskler oluşturmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), özellikle sera gazı emisyonları yoluyla gerçekleşen insan faaliyetlerinin küresel ısınmaya neden olduğunu vurgulamaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliği, halihazırda pek çok bölgede hava ve iklim olaylarını etkilemekte; geniş coğrafyalarda olumsuz etkilere ve kayıplara yol açmaktadır. Bulgular, ulusal emisyon eğilimleri ve bu eğilimlerin uluslararası iklim hedefleriyle ilişkisini incelemek için bilimsel bir temel niteliğindedir [1].

Bu raporda, Türkiye'nin fosil kaynaklı karbondioksit emisyonları; yıllık toplam emisyon, kişi başına düşen emisyon, gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) birimi başına fosil CO_2 emisyonu ve sektörel emisyonlar olmak üzere dört gösterge üzerinden değerlendirilmektedir. Bu göstergeler, emisyonların mutlak ölçeğini nüfusa uyarlanmış ölçütler ile ekonomik yoğunluk ölçütlerinden ayrıştırırken, ulusal emisyonlara katkıda bulunan faaliyetleri de ortaya koymaktadır.

Raporda şu temel soruya yanıt aranmaktadır: Türkiye'nin son dönemdeki fosil CO_2 emisyon seviyeleri, eğilimleri ve sektörel dağılımı; küresel referans değerler ve diğer ülkelerin göstergeleriyle karşılaştırıldığında nasıl bir tablo ortaya koymaktadır? Raporda ayrıca, gösterge değerleri görece olarak yüksek veya düşük olan ülkeler ile son dönem eğilimleri genel seyirden önemli ölçüde ayrışan ülkelerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, bu istatistiksel farklılıklar tek başına politika etkinliğinin bir kanıtı olarak değerlendirilmemelidir.

2. Literatür: Fosil CO_2 Emisyonları

Fosil CO_2 Emisyonu ve Küresel Isınma

Sera gazları, kızılötesi radyasyonu soğurup yayarak Dünya'nın enerji dengesini etkilemektedir. Bu gazların atmosferdeki yoğunluğunun insan kaynaklı olarak artması, sera etkisini güçlendirmektedir. IPCC, karbondioksiti insan kaynaklı ısınmanın temel itici gücü olarak tanımlamakta ve kümülatif (birikimli) antropojenik CO_2 emisyonları ile bu emisyonların yol açtığı ısınma arasında neredeyse doğrusal bir ilişki bulunduğunu ifade etmektedir. Bu ilişki, ulusal emisyon eğilimlerinin yorumlanmasında önem taşımaktadır. Yıllık emisyonlar, bir ülkenin ısınmaya yaptığı toplam tarihsel katkıyı değil, kümülatif emisyonlara eklenmeye devam eden miktarı ölçmektedir. Yıllık emisyonlardaki bir azalma bu olumsuz seyri yavaşlatmakta; ancak geçmiş emisyonlardan kaynaklanan birikimi tersine çevirmemektedir.

IPCC; insan kaynaklı ısınmayı sınırlandırmanın, kümülatif CO_2 emisyonlarını sınırlandırmayı, küresel CO_2 emisyonlarında en azından net sıfıra ulaşmayı ve diğer sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltmayı gerektirdiğini belirtmektedir. Dolayısıyla fosil kaynaklı CO_2 eğilimleri, emisyon azaltım çabalarının değerlendirilmesinde temel bir rol oynamaktadır; ancak bu eğilimler, daha geniş kapsamlı olan sera gazı sisteminin yalnızca bir bileşenini oluşturmaktadır [2].

İnsan Sağlığı ve Yaşam Koşulları

İklim değişikliği; aşırı sıcaklara bağlı sağlık sorunları ve ölümler, şiddetli hava koşullarının yol açtığı yaralanmalar, bulaşıcı hastalıkların yayılmasına zemin hazırlayan çevresel değişimler, gıda ve su güvenliği sorunları ile psikolojik etkiler dahil olmak üzere pek çok farklı yolla insan sağlığını tehdit etmektedir. IPCC, hem bedensel hem de ruhsal sağlık üzerindeki bu olumsuz tablonun altını çizerken, toplumlar arasında ve toplumun kendi içindeki gruplarda iklim riskleriyle karşılaşma ihtimali ile sosyoekonomik ve sosyodemografik kırılganlık açısından büyük farklılıklar bulunduğunu vurgulamaktadır [3]. Sağlık üzerindeki bu sonuçlar yalnızca iklim krizinin doğasına bağlı olmayıp; barınma koşulları, sağlık hizmetlerine erişim, çalışma ortamından kaynaklanan riskler, kamu hizmetleri ve iklim uyum çalışmaları da bu etkilerin ne kadar şiddetli hissedileceğini belirleyen önemli etkenlerdendir. Ülkeler arası emisyon karşılaştırmaları, emisyon azaltım çabalarının değerlendirilmesinde yol gösterici bir rol oynamaktadır; ancak bir ülkenin halkını iklim kaynaklı sağlık risklerinden ne ölçüde koruyabildiği konusunda tek başına bir gösterge değildir.

Karbondioksitin küresel ısınmaya yol açan etkileri ile fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkan hava kirleticilerinin doğrudan sağlığa verdiği zararlar birbirinden ayrı değerlendirilmelidir. Fosil yakıt kullanımını sınırlamaya yönelik tedbirler, sera gazı emisyonlarını düşürmenin yanı sıra hava kalitesini de artırabilir. Bununla birlikte, toplumsal sağlığın iyileştirilmesine yönelik olarak kazanımların sayısal olarak hesaplanabilmesi, mevcut emisyon envanterlerinin kapsamı dışında kalan detaylı hava kirliliği ve çevresel maruziyet verilerini de gerektirmektedir [4].

Su Kaynakları, Tarım ve Gıda Güvenliği

Sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimler, şiddetli hava koşulları ve diğer çevresel faktörler, su stoğunu ve gıda üretimini doğrudan etkilemektedir. IPCC, iklim değişikliğinin gıda ve su güvenliğini zayıflattığını, bunun sonucunda da sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik ilerlemeyi sekteye uğrattığını belirtmektedir. Ortaya çıkan etkilerin boyutu; bölgeye, geçim kaynaklarına, altyapı olanaklarına ve uyum kapasitesine göre de farklılık göstermektedir [3]. Söz konusu riskler, birbirinden farklı pek çok politika alanını yakından ilgilendirmektedir.

Tarım, hanelerin su ihtiyacı, sanayi ve enerji üretimi çoğu zaman aynı su kaynaklarına bağımlı olduğundan, iklim kaynaklı baskılar birçok faaliyeti eş zamanlı olarak etkileyebilmektedir. Bu nedenle, su kaynakları üzerindeki baskı ve tarımsal üretimde yaşanan aksamalar, daha geniş bir ekonomik ve toplumsal çerçevede ele alınmalıdır. Bu rapordaki tespitler, emisyon azaltımının gıda ve su güvenliği açısından taşıdığı önemi de dolaylı olarak ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, yalnızca ulusal emisyon verilerine dayanarak tarımsal kayıpları veya su kıtlığını öngörmek için bir dayanak oluşturmadığı da unutulmamalıdır.

Doğal Felaketler, Altyapı ve Ekonomik Sorunlar

İklim değişikliği; kara, tatlı su, kıyı ve deniz ekosistemlerine ciddi zararlar vermektedir. Tespit edilen etkiler arasında; canlı türlerinin dağılımında ve mevsimsel döngülerinde yaşanan değişimler, toplu canlı ölümleri ve ekosistem işlevlerinin kaybı yer almaktadır. Bu kayıpların bir kısmı geri döndürülemez nitelikte olup, ısınma arttıkça daha büyük hasarların ortaya çıkma riski de yükselmektedir.

CO_2, sıcaklık artışından farklı bir süreçle okyanusları ayrıca etkilemektedir. İnsan kaynaklı CO_2'nin okyanuslar tarafından soğurulması, suyun kimyasal yapısını değiştirerek asitlenmenin artışına yol açmaktadır. Dolayısıyla CO_2 emisyonlarının azaltılması, hem sıcaklık artışına bağlı riskler hem de deniz ekosistemlerini ayakta tutan kimyasal dengenin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, IPCC, okyanusların ısınması ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi bazı değişimlerin etkisinin, gelecekte uzun bir süre süreceğini de ortaya koymaktadır [4]. Bu nedenle, devam eden emisyonların yol açacağı sonuçlar, ulusal emisyon değerlendirmelerinde incelenen dönemin çok ötesine uzanmaktadır.

İklim Etkileri ve Kalkınma

İklim değişikliğinin etkileri ve bununla başa çıkma kapasitesi küresel düzeyde eşit bir dağılım göstermemektedir. IPCC, tarihsel süreçte iklim değişikliğinde en az payı bulunan toplulukların, yaşanan olumsuz sonuçlardan orantısız biçimde etkilendiğine dikkat çekmektedir [5]. Yoksulluk, eşitsizlik, yetersiz kurumsal kapasite ve kaynaklara erişimde yaşanan güçlükler bu kırılganlığı daha da artırmaktadır. Bu tespitler, ülkeler arasındaki farklılıkların doğru yorumlanması açısından da büyük önem taşımaktadır. Düşük emisyon seviyeleri, düşük karbonlu üretim ve enerji sistemlerinin bir göstergesi olabileceği gibi, kısıtlı enerji erişimi veya sınırlı ekonomik faaliyetlerle de bir arada görülebilmektedir. Benzer şekilde, yüksek emisyonların politika açısından ne anlama geldiğinin değerlendirilebilmesi için nüfus, ekonomik ölçek, üretim yapısı ve son dönem eğilimlerinin birlikte incelenmesi de gerekmektedir. Bu nedenle rapordaki istatistiksel karşılaştırmalar, kalkınma düzeyi veya politikaların etkinliğine ilişkin daha geniş kapsamlı değerlendirmelerden ayrı tutulmalıdır. Küresel emisyon referans değerinin altında kalmak, tek başına adil bir kalkınmanın veya yeterli emisyon azaltım çabasının tek başına bir kanıtı olarak değerlendirilmemelidir.

Emisyonların Türkiye ve Uluslararası İklim Politikalarıyla İlişkisi

IPCC'nin Akdeniz'e ilişkin değerlendirmesi, Türkiye için önemli bir bölgesel çerçeve sunmaktadır. Bu değerlendirme; sıcaklık, kuraklık ve su kıtlığı, kıyı sistemleri, ekosistemler, gıda üretimi ve insan refahıyla ilişkili, birbiriyle bağlantılı riskleri ortaya koymaktadır. Söz konusu riskler, kalkınma modelleri ve uyum kapasitesiyle doğrudan ilişkili olarak değerlendirilmektedir [5].

IPCC'nin dikkat çektiği bölgesel tabloda, Türkiye'nin emisyon seyrini ve emisyona yol açan faaliyetlerin yapısını incelemenin önemine dikkat çekilmektedir. Ancak bu raporda sunulan sonuçlar tek başına iklim etkilerine ilişkin Türkiye'ye özgü bir incelemenin yerine geçecek bir unsur olarak yorumlanmamalıdır. Bu raporun temel amaçlarından biri, Türkiye'nin fosil kaynaklı CO_2 emisyonlarının ölçeğini, yönünü ve sektörel dağılımının tanımsal olarak tespit edilmesidir. Dolayısla raporda sunulan sonuçlar, iklim kaynaklı hasarları, risklerle karşılaşma (maruziyet) düzeyini, uyum çalışmalarının etkinliğini veya münferit politikaların nedensel etkilerini doğrudan ölçmemektedir.

2015 Paris Anlaşması, küresel ortalama sıcaklık artışını sanayi devrimi öncesi seviyelerin 2°C'nin oldukça altında tutma ve bu artışı 1,5°C ile sınırlandırmaya yönelik çabaları sürdürme hedefini ortaya koymaktadır. Anlaşmada ayrıca, farklı ulusal koşullar ışığında hakkaniyet (eşitlik) ilkesi, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve görece kabiliyetler de kabul edilmektedir [6]. Bu çerçevede raporda, farklı analitik sorulara yanıt verebilecek nitelikte dört emisyon göstergesi sunulmaktadır. Toplam emisyonlar, envanterin kapsadığı yıllık katkının ölçeğini ortaya koyarken; kişi başına düşen emisyon miktarı bu katkıyı nüfusla ilişkilendirmektedir. GSYİH birimi başına emisyon ekonomik çıktının karbon yoğunluğunu göstermekte, sektörel emisyonlar ise kaydedilen emisyonların hangi faaliyetlerden kaynaklandığını belirlemektedir.

Söz konusu göstergeler bir bütün olarak yorumlanmalıdır. Nitekim toplam emisyonlar artmaya devam ederken, GSYİH birimi başına düşen emisyonlar azalabilmektedir. Benzer şekilde bir ülke, kişi başına düşen emisyonlarda yüksek bir düzeye sahip olmasına rağmen küresel emisyonlar içinde nispeten küçük bir paya sahip olabilmektedir.

Ayrıca şu noktaya da dikkat çekmek lazımdır: gerek düşük emisyon yoğunluğu gerekse küresel ortalamanın altında yer alan bir konum, Paris Anlaşması'ndaki sıcaklık hedefleriyle uyum sağlandığını tek başına göstermemektedir. Böyle bir değerlendirme yapabilmek için, emisyon senaryoları, diğer sera gazları, karbon tutumu ve azaltım çabalarının dağılımında kullanılabilecek çeşitli analitik modeller ve veri kaynaklarını içeren bilimsel kanıtları da gerektirmektedir [2].

Tablo 2. Raporda Kullanılan Temel Değişkenler

Gösterge	Birim ve raporlama dönemi	Anlamı ve analitik önemi	Temel kısıtlılık
Yıllık toplam fosil CO_2 emisyonları	Mt CO_2/yr, 1970-2024	Milyon metrik ton cinsinden ifade edilen yıllık emisyonlar. Emisyonların mutlak ölçeğini ve bu ölçekteki değişimleri ölçmektedir.	Nüfus ve ekonomik büyüklükten etkilenir. Tam bir tarihsel katkıyı veya tüm sera gazlarını (GHG) kapsayan bir ayak izini temsil etmemektedir.
Kişi başına düşen fosil CO_2 emisyonları	t CO_2/cap/yr, 1970-2024	Kişi başına metrik ton cinsinden ifade edilen yıllık emisyonlar. Farklı nüfus büyüklüklerine sahip ülkeler arasında karşılaştırma yapılmasını sağlamaktadır.	Ulusal ortalama, ülke içindeki eşitsizliği veya bireyin tüketime dayalı ayak izini açıklamamaktadır.
GSYİH birimi başına fosil CO_2 emisyonları	t CO_2/kUSD/yr, 1990-2024	Raporlama yılı için bin ABD doları GSYİH başına ifade edilen, ekonomik çıktıya oranla emisyonlar. Ekonomik üretimin karbon yoğunluğunu ölçmektedir.	Üst veriler (metadata), GSYİH fiyat bazını, değerlerin cari fiyatlarla mı yoksa sabit fiyatlarla mı ifade edildiğini veya satın alma gücü paritesi düzeltmesinin uygulanıp uygulanmadığını belirtmemektedir.
Sektörel fosil CO_2 emisyonları	Mt CO_2/yr, 1970-2024	Ekonomik faaliyet ve ülkeye göre sınıflandırılan yıllık emisyonlar. Ulusal emisyonların bileşimini ve sektörler içindeki değişimleri tanımlamaktadır.	Envanter kategorileri, yaşam döngüsü emisyonlarına veya bir faaliyetle ilişkili tüm sera gazlarına birebir karşılık gelmeyebilir.

Sektörel Sınıflandırma

Envanterde sekiz farklı sektör tanımlanmaktadır: Tarım, binalar, yakıt tüketimi, endüstriyel yanma, enerji endüstrisi, endüstriyel süreçler (prosesler), ulaştırma ve atık. Bu sınıflandırmada enerji sektörü, elektrik ve ısı üretimini; endüstriyel yakma, imalat amaçlı yakıt kullanımını; binalar ise endüstriyel olmayan küçük ölçekli sabit yakma faaliyetlerini kapsamaktadır. Yakıt çıkarımı; yakıtların üretimi, işlenmesi ve rafine edilmesi aşamalarını içermektedir. Ulaştırma sektörü; kara yolu, demir yolu, deniz taşımacılığı ve havacılık faaliyetlerindeki yakıt yakımını kapsarken; endüstriyel süreçler (prosesler) çimento, demir-çelik, alüminyum ve kimyasal madde üretimi gibi faaliyetleri içermektedir.

Bu sınıflandırmanın doğru yorumlanmasında iki husus önem taşımaktadır. İlk olarak, fosil CO_2 serisi çimento üretimi gibi endüstriyel süreç kaynaklı emisyonları da içermektedir. Dolayısıyla veri envanterinin kapsamı, doğrudan yakıt yakılmasından kaynaklanan emisyonların ötesine geçmektedir. Bu rapor boyunca fosil kaynaklı CO_2'ye yapılan atıflarda, yalnızca yakma faaliyetlerine odaklanan dar kapsamlı bir tanım yerine envanterin bu sınıflandırması esas alınmaktadır. İkinci olarak, tarım sektörüne ilişkin üst veriler, enterik fermantasyon ve dolaylı azot oksit emisyonları da dahil olmak üzere, daha geniş kapsamlı bir sera gazı envanteriyle ilişkili faaliyet ve gazlara değinmektedir. Ancak bu açıklamalar, açıkça CO_2 olarak etiketlenen fosil CO_2 serisindeki sayısal değerlere metan veya azot oksit gazlarının dahil edildiğini göstermemektedir. Bu nedenle, tarım ve atık sektörlerine ait değerler, söz konusu sektörlerin toplam sera gazı emisyonları olarak değerlendirilmemelidir.

2. Veri Kapsamı

Fosil kaynaklı CO_2 ve toplam sera gazı emisyonları: Rapor, envanterde kaydedilen CO_2 miktarlarını kapsamaktadır. Bu değerler, metan, azot oksit, florlu gazlar veya diğer sera gazlarını içeren CO_2 eşdeğeri emisyonlar olarak değerlendirilmemektedir. Üretim ve tüketim muhasebesi: Meta veriler, uluslararası ticarette yer alan emisyonların dağılımını belgelememektedir. Bu nedenle ulusal değerler, tam anlamıyla tüketime dayalı karbon ayak izleri olarak sunulmamaktadır. Bölgesel veya üretim muhasebesi kurallarının kesin bir şekilde tanımlanması, envanterin meta verilerinin ötesinde metodolojik belgeleme gerektirmektedir. Nedensel Yorumlama: Gözlemlenen değişimler, doğrudan belirli politikalara bağlanmamaktadır. Politikaların etkilerini tespit edebilmek için emisyonlar üzerinde rol oynayan diğer unsurları da dikkate alan ayrı bir nedensellik analizinin yapılması gerekmektedir.

Bilimsel literatür, küresel ısınmanın ve buna bağlı negatif etkilerin sınırlandırılmasına yönelik olarak CO_2 emisyonlarının azaltılmasının zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, ulusal emisyonların; kalkınma koşulları, ekonomik kırılganlık düzeyi ve daha geniş kapsamlı sera gazı sistemi çerçevesinde değerlendirilmesinin önemine de dikkat çekilmektedir [1-4].

Türkiye açısından bilimsel nitelikte karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılabilmesi için, mutlak emisyonların, kişi başına düşen emisyonların, emisyon yoğunluğunun ve sektörel dağılımın bir arada ele alınması gerekmektedir. Söz konusu göstergeler, ulusal emisyonların farklı boyutlarını yansıtmakta ve birbirinden farklı yönlerdeki eğilimlere işaret edebilmektedir. 2025 yılı fosil CO_2 envanteri; GSYİH paydası, hesaplama sınırları ve ölçüm belirsizliklerine ilişkin açıkça belirtilen kısıtlılıklar dikkate alınmak kaydıyla, bu rapordaki betimleyici değerlendirmeye zemin oluşturmaktadır. Raporda ele alınan bulgular, yapılan değerlendirmenin önemini ve kapsamını ortaya koymaktadır. Türkiye'nin görece konumu ile emisyon seviyeleri veya eğilimleri genel seyirden belirgin biçimde ayrışan ülkelerin tespiti ise izleyen bölümdeki istatistiksel analizde incelenmektedir.

Metodoloji ve Gruplama Stratejisi

Değerlendirme kapsamında Türkiye verisi, envanterdeki küresel referans ölçütleri, ülke bazlı emisyon dağılımı ve seçilmiş coğrafi ve ekonomik emsal gruplarla karşılaştırılmaktadır. Analiz dönemi olarak 2015-2024 yılları esas alınmakta; bu analiz, beş yıllık bir karşılaştırma imkânı sunmak amacıyla 2019-2024 dönemindeki değişimlerle de desteklenmektedir. Toplam emisyonlar, kişi başına düşen emisyonlar, ekonomik yoğunluk ve sektörel dağılım göstergeleri ise emisyon performansının farklı boyutlarını yansıttıkları için ayrı ayrı ele alınmaktadır.

Analitik Kapsam

Raporda temel olarak emisyon seviyelerini ve bu seviyelerde yaşanan değişimler, ülkeler arasındaki farklılıklar ortaya konulmaktadır. Rapor, gözlemlenen bir düşüşün belirli bir politikanın doğrudan sonucu olduğu ya da düşük bir gösterge değerinin yeterli emisyon azaltımı anlamına geldiği yönünde bir varsayımda bulunmamaktadır. Ulusal emisyonlar; ekonomik faaliyetler, üretim yapısı, enerji talebi ve enerji arzının karbon yoğunluğu da dahil olmak üzere birbiriyle etkileşim halindeki pek çok etkenin bir yansıması olabilmektedir. Bu etkenlerin her birinin emisyonlara olan katkısını ayrı ayrı belirleyebilmek için, toplam emisyon değerleri ve yoğunluk oranlarının ötesinde ek verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Betimleyici karşılaştırma ile nedensel ilişkilendirme arasında yapılan bu ayrım, azaltım değerlendirmesi literatürü ve emisyon ayrıştırma analizlerine yönelik yerleşik yaklaşımlarla da uyumludur [4].

Tüm istatistiksel hesaplamalarda 2025 yılı fosil CO_2 veri envanteri esas alınmıştır. Değerlendirme boyunca fosil kaynaklı CO_2, arazi kullanımıyla ilişkili CO_2 ve diğer sera gazları arasındaki kavramsal ayrım korunmuştur. Karbon bütçesi raporlama standartlarıyla uyumlu olan bu yaklaşım, fosil CO_2 karşılaştırmalarının bir ülkenin toplam sera gazı dengesine ilişkin bütüncül bir değerlendirme olarak yorumlanmasını önlemeyi amaçlamaktadır [7].

Verilerin Hazırlanması

Kalite güvence süreci; IPCC envanter rehberinde yer alan şeffaflık, tutarlılık, tamlık ve belgelendirilmiş kontrol ilkeleri doğrultusunda yürütülmektedir. Söz konusu kontroller, veri envanterinin analitik olarak işlenme süreciyle ilgili olup orijinal emisyon tahminlerinin bağımsız bir doğrulaması anlamına gelmemektedir [8, 9]. Analizde, ülke adlandırmaları, coğrafi kapsam değiştirilmeksizin uyumlu hale getirilmiş olup, "Türkiye" analitik tanımlayıcı olarak korunmuştur. Envanterdeki bazı kayıtlar; "Fransa ve Monako", "Sırbistan ve Karadağ" ile "Sudan ve Güney Sudan" örneklerinde olduğu gibi birden fazla ülke veya bölgeyi bir arada barındırmaktadır. Bu birleşik kayıtlar olduğu gibi korunmakta; emisyon değerleri, destekleyici ek gözlemler bulunmaksızın alt idari bölgeler veya ülkeler arasında paylaştırılmamaktadır. Sonuç olarak, ülkeler arası analiz teknik açıdan egemen devletlerin kesin sayısını değil, envanterdeki ülke/bölge raporlama birimlerini esas almaktadır.

Küresel toplam ve AB27 sınıfları toplulaştırılmış veriler olarak ele alınmaktadır. Türkiye ölçümlerinde 2015-2024 döneminde toplam emisyon hacmi, kişi başına düşen ve GSYİH birimi başına emisyon serilerinde ve sekiz sektör kategorisinin tamamında gözlemler eksiksiz olarak sunulmuştur. Bununla birlikte, GSYİH birimi başına emisyon ve sektörel emisyon serilerindeki diğer bazı ülke kayıtlarında eksik gözlemler bulunmaktadır. Veri setindeki boş hücreler veya mevcut olmayan sektör kayıtları sıfır olarak yorumlanmamaktadır. Eksik veriler için herhangi bir doğrusal interpolasyon, ekstrapolasyon veya dış kaynaklardan veri tamamlama yapılmamıştır. Her bir gösterge için ülkeler arası temel trend karşılaştırmasında, 2015-2024 dönemi boyunca geçerli gözlem verilerine sahip aynı raporlama birimlerinden oluşan dengeli bir panel veri yapısı kullanılmıştır.

Bu yaklaşım, ülke kapsamındaki değişikliklerin ortalama değerlerde yapay dalgalanmalar yaratmasını da önlemektedir.

Tespit edilen tutarsızlıklar hem mutlak hem de oransal (göreli) olarak kayıt altına alınmıştır. Kaynağı belirlenemeyen farklar sektörler arasında paylaştırılmamış olup, orijinal veriler üzerinde düzeltme yapılmamıştır. Veri bulunmayan bir sektör, mevcut belgeler o değerin sıfır olduğunu doğrulamadığı sürece raporlanmamış olarak bırakılmaktadır. Uluslararası havacılık ve deniz taşımacılığı emisyonları, ulusal emisyonlardan ayrı tutulmaktadır. Bu kalemlerin küresel toplam içinde nasıl ele alındığı ise varsayıma dayalı olarak değil, toplamlarla yapılan veri mutabakatı yoluyla belirlenmektedir. Üst veriler, GSYİH paydasında cari fiyatların mı yoksa sabit fiyatların mı kullanıldığını ya da satın alma gücü paritesi düzeltmesinin uygulanıp uygulanmadığını belirtmemektedir. Bu nedenle GSYİH birimi başına düşen emisyonlar, envanterin yayımlanan yoğunluk serisi olarak analiz edilmektedir. Paydaya ilişkin yöntem belgelendirilene kadar, bu göstergedeki bir düşüş enflasyondan arındırılmış karbon verimliliğinde bir iyileşme olarak tanımlanmamakta ve bu seri, ekonomik büyümenin emisyonlardan ayrıştığına (ekonomik ayrışma) dair kesin bir bulguya dayanak olarak kullanılmamıştır.

Ülke Gruplama Stratejisi

Ülke gruplandırma stratejisi, küresel bağlamı, coğrafi yakınlığı ve ekonomik karşılaştırılabilirliği ayırmaktadır. Bu boyutlar farklı amaçlara hizmet etmekte olup, tek bir kategoride birleştirilme yapılmamıştır.

Tablo 3. Karşılaştırma Grupları

Karşılaştırma Grubu	Temel ve Amaç
Küresel kıyaslama	Veri envanterinin küresel toplamı, dünya çapındaki emisyon ölçeği ve raporlanan küresel oranlar için referans oluşturmaktadır.
Veri envanteri genelindeki ülke/bölge dağılımı	Tüm uygun bireysel raporlama birimleri, ülke ortalamaları, medyanları, dağılım ve aykırı değerler için referans dağılımı sağlamaktadır.
AB27 karşılaştırması	Envanterin AB27 toplamı, analitik seri boyunca referans sağlamaktadır.
Ekonomik akran grubu	Dünya Bankası gelir sınıflandırması, ekonomik kalkınmadaki farklılıklar için bağlam sağlamaktadır [11].

BM, M49 ve Dünya Bankası sınıflandırmaları, emisyon performansına dayalı kategoriler olmayıp yalnızca bağlamsal çerçeveler sunmaktadır [2]. Aynı coğrafi grupta yer almak, ülkelerin benzer enerji sistemlerine veya aynı düzeyde iklim risklerine sahip olduğu anlamına gelmemektedir. Benzer şekilde, aynı gelir grubunda bulunmak da eşit emisyon azaltım kapasitesine veya sorumluluğuna işaret etmemektedir. Dünya Bankası sınıflandırması kişi başına düşen gayri safi millî gelire (GSMG) dayanırken, envanterin ekonomik yoğunluk göstergesi GSYİH'yi esas almaktadır [2]. Bu nedenle gelir grubu sınıflandırması, GSYİH birimi başına emisyon ölçütünün matematiksel bir uzantısı değil, bağlamsal bir karşılaştırma zemini sağlamaktadır [11].

Sektörel Analiz

Sektörel analizde, yeni sektör tanımları oluşturulmaksızın veri envanterinde yer alan sekiz kategori kullanılmıştır. Sektör payları, ilgili yıllık toplam emisyonun yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Sektör paylarındaki değişimler yüzde puan cinsinden; sektörel emisyon miktarlarındaki değişimler ise Mt CO_2 ve uygun olduğu durumlarda yüzde (%) olarak sunulmaktadır. Değerlendirme kapsamında, Türkiye'nin ulusal emisyonlarındaki değişimin belirli sektörlerde mi yoğunlaştığı yoksa farklı faaliyet alanlarına mı yayıldığı incelenmektedir. Bir sektörün emisyon miktarı artarken toplam içindeki payı azalabileceğinden, analizde sektörel emisyonlardaki mutlak değişimler özellikle vurgulanmaktadır. Küresel ölçekli veya doğrulanmış emsal gruplara yönelik karşılaştırmalarda temel sektörel dağılım, toplulaştırılmış sektörel emisyonların genel toplam emisyonlara bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Ülkelerin sektörel paylarının ağırlıklandırılmamış ortalaması ise farklı bir analitik soruya yanıt verdiğinden, kullanılması halinde ayrı olarak adlandırılmaktadır.

3. İstatistiksel Analiz - Makro Trendler

Türkiye'nin fosil kaynaklı CO_2 emisyonları 2015-2024 döneminde %25,1 oranında artarken, küresel emisyonlardaki artış %9,2 düzeyinde kalmıştır. Aynı dönemde Türkiye'de kişi başına düşen emisyonlar %14,2 artarken, küresel kişi başına emisyon oranı %0,6 azalmıştır. Buna karşılık Türkiye'nin raporlanan GSYİH birimi başına emisyon yoğunluğu %16,6 oranında gerileyerek %16,3'lük küresel düşüşe yakın bir seyir izlemiştir. Dolayısıyla ortaya çıkan temel bulgu; azalan ekonomik yoğunluk ile artan mutlak ve kişi başına düşen emisyonlar arasındaki zıt yönlü seyirdir (ayrışmadır).

2024 yılında Türkiye'nin kişi başına düşen emisyonları küresel kıyaslama ölçütünün %9,8 üzerinde gerçekleşirken, raporlanan GSYİH yoğunluğu küresel referansın %33,6 altında kalmıştır. AB27 ile karşılaştırıldığında ise Türkiye'nin kişi başına düşen emisyon oranı %3,4 daha düşük, raporlanan GSYİH yoğunluğu ise %51,3 daha yüksek gerçekleşmiştir.

Toplam Fosil CO_2 Emisyonları

Türkiye'nin yıllık fosil CO_2 emisyonları, 2015-2024 döneminde 92,2 Mt CO_2 artış göstermiştir. Bu dönemde yıllık bileşik (eşdeğer) artış oranı Türkiye'de %2,52 olarak gerçekleşirken, küresel ölçekte %0,98, AB27'de ise -%2,46 olmuştur. 2019-2024 döneminde ise Türkiye'de emisyon hacmi, küresel ölçekteki %0,84'lük yıllık artış oranına kıyasla, yıllık %2,11'lik artış hızıyla 45,5 Mt CO_2 yükselmiştir. Türkiye'nin küresel emisyonlar içindeki payı 2015 yılında %1,01 iken 2019'da %1,09'a, 2024 yılında ise %1,16'ya çıkmıştır. Dolayısıyla yıllık küresel toplam içindeki payı her iki karşılaştırma döneminde de artış göstermiştir.dönemi boyunca geçerli gözlem verilerine sahip aynı raporlama birimlerinden oluşan dengeli bir panel veri yapısı kullanılmıştır.

Tablo 4. Toplam fosil CO_2 emisyonları ve değişimleri

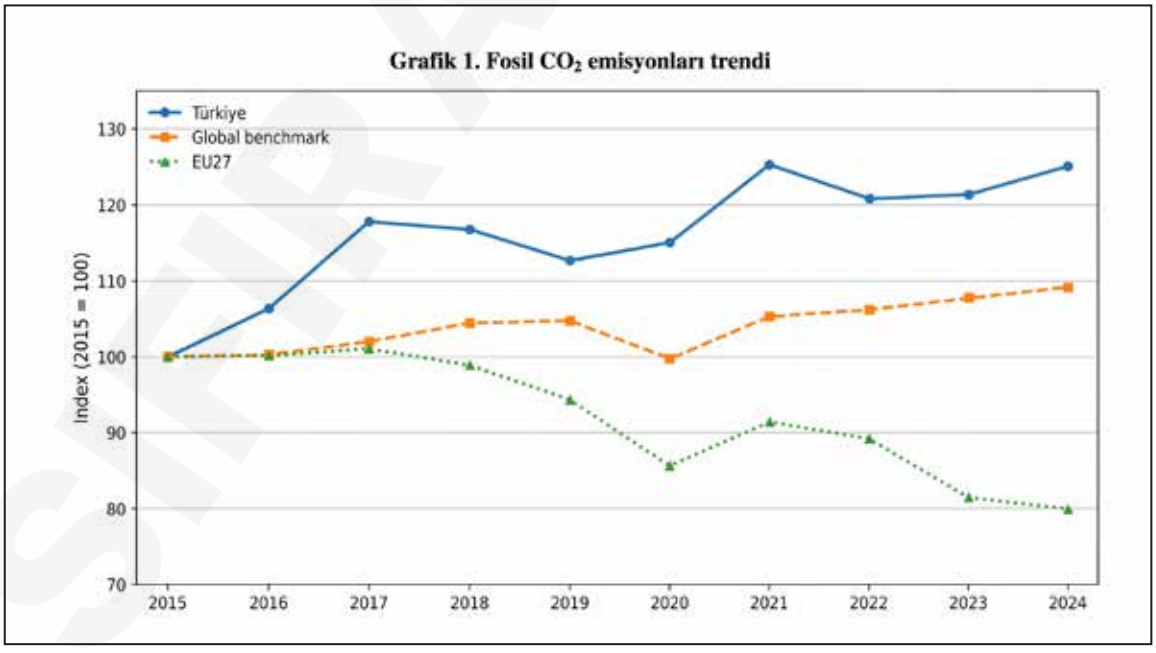
ÜLKE	2015, Mt CO_2	2019, Mt CO_2	2015, Mt CO_2	Değişim, 2015-2024	Değişim, 2019-2024
Türkiye	367.8	414.5	460.0	+25.1%	+11.0%
Küresel	36,292.5	38,008.5	39,632.7	+9.2%	+4.3%
EU27	3,082.1	2,908.4	2,462.4	-%20,1	-%15,3

Grafik 1'de sunulduğu üzere, 2015 ile 2024 yılları arasında Türkiye, AB27 ve küresel ortalamalarında fosil kaynaklı CO2 emisyonlarında birbirinden ayrışan eğilimin varlığı dikkat çekmektedir. 2015 baz yılı referans alındığında, on yıllık periyot boyunca en yüksek artış ivmesi Türkiye serisinde gözlenmektedir. 2015 yılından itibaren yükselişe geçen Türkiye emisyon endeksi, 2017 yılında yaklaşık 118 değerine ulaşmış, ardından gelen kısa süreli dalgalanmanın ardından 2021 ve 2024 yıllarında dönemin en yüksek seviyesi olan yaklaşık 125 değerine erişmiştir. Türkiye için, incelenen periyotta baz yıla kıyasla net %25 oranında bir emisyon artışı kaydetmiştir. Dikkat çekici bir diğer bulgu ise küresel ölçekte ve AB27 düzeyinde 2020 yılında yaşanan belirgin düşüşün aksine, Türkiye'de 2019-2020 periyodunda emisyon endeksinin yükseliş yönlü seyrini sürdürmüş olmasıdır.

Küresel ortalamada ise, incelenen on yıllık dönemde daha ılımlı ancak istikrarlı bir artış patikası sergilemektedir. 2015'ten 2019 yılına kadar kademeli bir artışla yaklaşık 105 seviyesine ulaşan küresel endeks, 2020 yılında yaşanan küresel daralmayla birlikte geçici olarak tekrar baz düzey olan 100 seviyesine gerilemiştir. **2020 sonrasındaki toparlanma sürecinde artış eğilimine yeniden dönen küresel emisyonlar, 2024 yılı itibarıyla yaklaşık 109 endeks değerine ulaşarak 2015 seviyesine göre net %9 oranında bir büyüme göstermiştir.**

2024 yılı itibarıyla	2015 seviyesine göre
109	**%9**
endeks değeri	oranında büyüme

Buna karşılık AB27 serisi, hem küresel ortalamadan hem de Türkiye trendinden taban tabana zıt bir doğrultuda ilerleyerek güçlü bir yapısal karbonsuzlaşma ve mutlak emisyon azaltım eğilimi ortaya koymaktadır. 2017 yılındaki sınırlı tepe noktasından sonra kesintisiz bir düşüş patikasına giren AB27 emisyon endeksi, 2020 yılında yaklaşık 86 seviyesine inmiş, 2021 yılındaki kısa toparlanmanın ardından düşüş seyrine devam ederek 2024 yılında 80 endeks değerine kadar gerilemiştir. Bu durum, AB27'nin fosil kaynaklı CO2 salımlarını 2015 yılı seviyesine kıyasla %20 oranında azalttığını doğrulamaktadır. Elde edilen ampirik eğilimler toplu olarak değerlendirildiğinde, AB27 fosil kaynaklı CO2 emisyonlarını istikrarlı biçimde azaltırken küresel ortalamanın baz yılın üzerinde ılımlı bir artış sergilediği, Türkiye'nin ise küresel benchmark eğrisinin oldukça üzerinde kalarak fosil kaynaklı emisyon büyümesini yukarı yönlü sürdürdüğü görülmektedir.

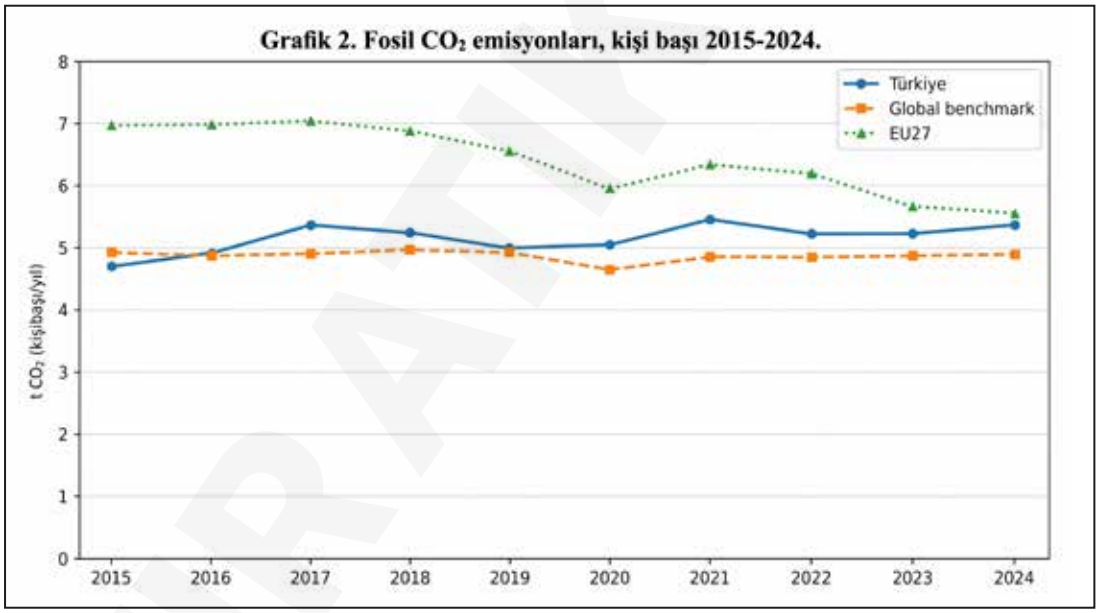


Fosil CO_2 Kişi Başı Emisyonları

Türkiye, kişi başına düşen emisyonlarda 2015 yılında küresel referans değerinin %4,4 altında yer alırken, 2024 yılında bu değerin %9,8 üzerine çıkmıştır. Kişi başına düşen emisyonlardaki artış, dönemin tamamında (2015-2024) 0,67 t CO_2, 2019-2024 döneminde ise 0,37 t CO_2 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, küresel kişi başına emisyon oranı, her iki karşılaştırma döneminde de bir düşüş göstermiştir. Türkiye ile AB27 arasındaki fark ise önemli ölçüde kapanmıştır. Türkiye'nin kişi başına düşen emisyonu 2015 yılında AB27 seviyesinin %32,6 altındayken, 2024 yılında yalnızca %3,4 altında kalmıştır. Ancak bu yakınsama, her iki tarafta yaşanan ortak bir emisyon azalışından değil; Türkiye'nin emisyon oranındaki artış ile AB27'nin oranındaki düşüşün bir arada gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 5. Kişi başına fosil CO_2 emisyonları ve değişiklikleri, kişi başına yılda t CO_2

ÜLKE	2015	2019	2024	Değişim, 2015-2024	Değişim, 2019-2024
Türkiye	4.70	5.00	5.36	+14.2%	+7.4%
Küresel	4.92	4.93	4.89	-0,6%	-%0,8
AB27	6.97	6.56	5.55	-%20,3	-%15,3

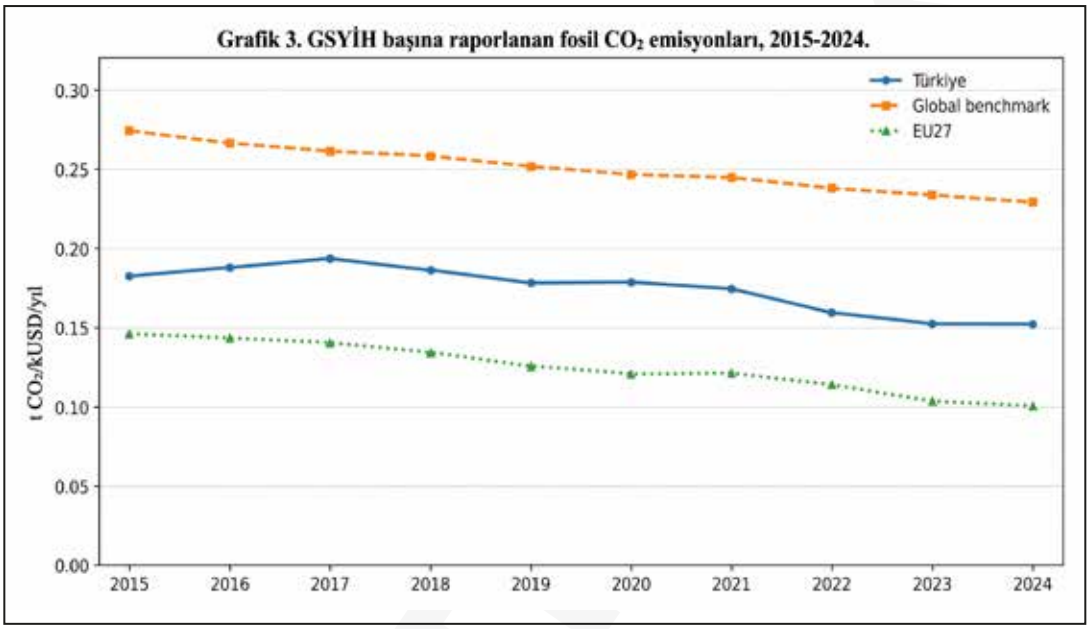


GSYİH'nın Birim Başına Fosil CO_2 Emisyonları

Türkiye'nin raporlanan GSYİH emisyon yoğunluğu, 2015-2024 döneminde yıllıklandırılmış bazda %1,99 oranında gerileyerek %1,95'lik küresel düşüşe yakın bir seyir izlemiştir. 2019-2024 döneminde kaydedilen %14,6'lık kümülatif düşüş ise küresel ölçekteki %8,9'luk azalışın üzerinde gerçekleşmiş, ancak AB27 %20,0'lık düşüşün gerisinde kalmıştır. Türkiye'nin görece konumu, bu iki referans ölçütü karşısında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Raporlanan emisyon yoğunluğu, hem 2015 hem de 2024 yıllarında küresel oranın yaklaşık üçte bir oranında altında kalmıştır. Buna karşılık AB27 ile olan göreli fark açılmıştır: **Türkiye'nin emisyon yoğunluğu 2015 yılında AB27 seviyesinden %25,0, 2024 yılında ise %51,3 daha yüksek gerçekleşmiştir.** Farkın bu şekilde açılması, AB27'nin oransal olarak daha yüksek bir düşüş kaydetmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 6. GSYİH yoğunluğu ve değişiklikleri, t CO_2/kUSD/yıl

ÜLKE	2015	2019	2024	Değişim, 2015-2024	Değişim, 2019-2024
Türkiye	0.1827	0.1784	0.1524	-%16,6	-%14,6
Küresel	0.2741	0.2517	0.2294	-%16,3	-%8,9
AB27	0.1462	0.1259	0.1007	-%31,1	-%20,0



Türkiye'nin Görece Konumu

Türkiye'nin toplam ve kişi başına düşen sera gazı emisyon seviyeleri, incelenen paneldeki ülke ortalamasının ve medyanının üzerinde yer almaktadır. Küresel emisyon veri tabanları (EDGAR) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2024 yılı envanter verileri doğrultusunda, T**ürkiye'nin toplam sera gazı emisyonu 584,5 milyon ton CO2 eşdeğerine, kişi başı emisyonu ise 6,8 ton CO2 eşdeğerine ulaşarak küresel medyanın (4,56 ton CO2 eşd.) ve ortalamanın (6,63 ton CO2 eşd.) üzerine çıkmaktadır.** Buna karşılık, GSYİH başına düşen emisyon yoğunluğu panel ortalamasının altında, ancak medyan değerin üzerinde kalmaktadır. İstatistiksel açıdan ortalama ile medyan arasındaki bu ayrışma, ülkeler arası emisyon yoğunluğu dağılımının sağa çarpık (pozitif çarpık) yapısından kaynaklanmakta olup, yüksek karbon yoğunluklu ekonomiler küresel ortalamayı yukarı çekmektedir.

TÜRKİYE'NİN TOPLAM SERA GAZI EMİSYONU

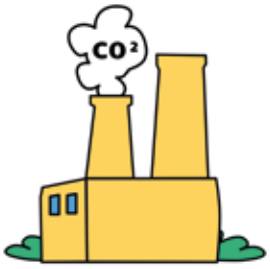
584,5 M TON

CO2 eşdeğerine

KİŞİ BAŞI EMİSYONU

6,8 TON

CO2 eşdeğerine



2024 yılı seviye verilerine uygulanan uç değer analizinde; toplam emisyonlarda 34, kişi başı emisyonlarda 18 ve GSYİH yoğunluğunda 20 yüksek uç değer vakası tespit edilmektedir. Türkiye, toplam emisyon hacmi bakımından yüksek uç değer olarak sınıflandırılmakta; ancak nüfus ve ekonomik büyüklüğe göre normalize edilen kişi başı emisyon ve GSYİH yoğunluğu göstergelerinde uç değer eşiklerinin altında kalmaktadır. Çevre ekonomisi literatürüyle birlikte değerlendirildiğinde bu bulgu, Türkiye'nin mutlak emisyon hacmindeki uç değer konumunun, birim üretim ya da kişi başı tüketimdeki aşırı bir karbon yoğunluğundan ziyade nüfus ve ekonomik ölçek büyüklüğünden (scale effect) ileri geldiğini düşündürmektedir.

2019-2024 dönemindeki ülke düzeyinde gerçekleşen oransal değişimler incelendiğinde ise, Türkiye'nin eğilimleri veri panelindeki medyan değerinden ayrışmaktadır. Bu dönemde ülke düzeyindeki medyan değişim; toplam emisyonlarda %+2,8, kişi başı emisyonlarda %-4,1 ve GSYİH yoğunluğunda %-8,1 düzeyinde gerçekleşmektedir. Türkiye'nin aynı dönemdeki karşılık gelen değişim oranları ise toplam emisyonlarda %+11,0, kişi başı emisyonlarda %+7,4 ve GSYİH yoğunluğunda %-14,6 olarak kaydedilmektedir (bu veriler ülkeler arası medyanın zaman içindeki değişimini değil, ülke bazlı bireysel değişim oranlarının kıyaslamasını ifade etmektedir). Panel medyanında kişi başı emisyonlar azalırken Türkiye'de artış göstermekte; buna karşın Türkiye'nin GSYİH emisyon yoğunluğu panel medyanından daha hızlı gerilemektedir. Ampirik ayrışma (decoupling) literatüründe bu tablo, toplam emisyonların %71,8'inin enerji ve %12,9'unun endüstriyel işlemler kaynaklı olduğu Türkiye ekonomisinde, birim GSYİH başına emisyonun düştüğü göreceli ayrışmanın (relative decoupling) gerçekleştiğine; ancak ekonomik büyüme hızının birim karbon yoğunluğundaki düşüş oranını aşması nedeniyle toplam emisyonları azaltacak mutlak ayrışmaya (absolute decoupling) henüz geçilemediğine işaret etmektedir.

Tablo 7. Seçilmiş büyük emisyon kaynakları: ölçek, değişim ve kişi başı bağlam

ÜLKE	Toplam emisyon, 2024, Mt CO_2	Mutlak değişim, 2019-2024, Mt CO_2	Yüzde değişimi, 2019-2024	Kişi başı 2024, t CO_2
Çin	13,124.7	+1,311.7	+11.1%	9.13
Almanya	579.9	-116.6	-%16,7	7.03
Hindistan	3,153.8	+602.3	+23.6%	2.19
Endonezya	812.2	174.6	+27.4%	2.88
Japonya	972.3	-151.5	-%13,5	7.79
Birleşik Krallık	292.4	-66.6	-%18,5	4.25
Amerika Birleşik Devletleri	4,632.2	-335.7	-%6,8	13.59

İncelenen dönemde Çin, Hindistan ve Endonezya önemli mutlak artışlar kaydetmiş olup, Hindistan ve Endonezya'nın 2024 yılı kişi başına düşen emisyon oranları küresel ortalama olan 4,89 t CO_2 değerinin altında kalmıştır. Çin, Hindistan ve ABD birlikte 2024 yılı küresel emisyon toplamının %52,8'ini oluşturmaktadır. Bunun yanısıra; ABD, Japonya, Almanya ve Birleşik Krallık, 2019-2024 döneminde mutlak düşüşler kaydetmiştir. Bu azalış 2015-2017 ve 2022-2024 dönemlerinin ortalama toplamları karşılaştırıldığında da belirginliğini korumuştur. Birleşik Krallık 2024 yılında küresel oranının altında kalırken, diğer üç ülke bu oranın üzerinde konumlanmaktadır.

Palau, Katar ve Kuveyt, 2024 yılında kişi başına düşen yüksek emisyonda ön plana çıkmakta olup; kişi başı değerler sırasıyla 63,73 t CO_2, 45,33 t CO_2 ve 25,51 t CO_2 olarak gerçekleşmiştir. Palau ayrıca yılda 4,8861 t CO_2/kUSD ile yüksek bir GSYİH emisyon yoğunluğu kaydetmiştir. Diğer yüksek yoğunluklu vakalar arasında 0,7060 t CO_2/kUSD ile Libya ve 0,6193 t CO_2/kUSD ile Trinidad ve Tobago yer almaktadır. Düşük yoğunluktaki karşılaştırmalara bakıldığında ise, İsveç ve Danimarka, 2024 yılında bildirilen GSYİH emisyon yoğunluğunda en alt ondalık dilimde yer alan ülkeler olarak tespit edilmiştir. Söz konusu ülkelerdeki değerler sırasıyla 0,0565 ve 0,0580 t CO_2/kUSD/yıl olarak gerçekleşmiştir. Her iki ülke de 2022-2024 ortalama yoğunlukları baz alındığında alt desilde kalmaya devam etmiştir. 2019-2024 döneminde toplam emisyonlar İsveç'te %4,4, Danimarka'da ise %15,0 oranında azalmış; 2024 yılı kişi başına düşen emisyon oranları ise küresel referans değerinin altında kalmıştır.

Tablo 8. Toplam emisyon değişiminde istisna ülkeler, 2019-2024

ÜLKE	2019, Mt CO_2	2024, Mt CO_2	Mutlak değişim, Mt CO_2	Yüzde değişimi
Komorlar	**0.226**	**0.446**	**+0.220**	**+97.4%**
Ruanda	1.515	2.311	+0.796	+52.6%
Lübnan	27.004	11.004	-16.000	-%59,3

Toplam emisyonlardaki yüzdesel değişimde üst uç değerlerdeki (pozitif yönlü) tek istisnalar Komorlar ve Ruanda olurken, alt uç değerlerdeki (negatif yönlü) tek istisna Lübnan olmuştur. Komorlar ve Ruanda'daki mutlak artışların 1 Mt CO_2'nin altında kalması, yüzdesel değişimlerin emisyon ölçeğiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu iki ülkenin 2024 yılı kişi başına düşen emisyonları sırasıyla 0,47 ve 0,16 t CO_2 olarak gerçekleşmiş olup her iki değer de küresel ortalamanın altındadır.

Kişi başına düşen emisyon değişiminde de istisna olarak öne çıkan üç ülke tespit edilmiştir: Komorlar +%77,6, Ruanda +%36,9 ve Lübnan -%56,6. Veri envanteri bu değişimlerin nedenlerini ortaya koymamaktadır; dolayısıyla Lübnan'daki düşüş, doğrudan başarılı bir emisyon azaltımının kanıtı olarak da yorumlanamamaktadır. GSYİH yoğunluğu değişiminde ise üst uç değerlerdeki istisnalar ise birleşik Sudan ve Güney Sudan (+%78,9), Komorlar (+%68,8), Afganistan (+%34,3), Vanuatu (+%32,5) ve Palau (+%32,4) olarak tespit edilmiştir.

Üç yıllık ortalamalara dayalı kontrol analizi, Türkiye'ye ilişkin temel bulguları doğrulamaktadır. 2015-2017 dönemi ortalamaları ile 2022-2024 dönemi ortalama seviyeleri karşılaştırıldığında, Türkiye'nin toplam emisyonları %13,3 ve kişi başına düşen emisyon miktarı %5,6 oranında artarken, GSYİH yoğunluğu %17,7 oranında azalmıştır. Aynı göstergelerde küresel değişimler sırasıyla +%6,9, -%0,6 ve -%12,5 olarak gerçekleşirken; AB27'de ise sırasıyla %16,9, %17,1 ve %25,9 oranında düşüş kaydilmiştir. Buna göre, Türkiye'nin toplam emisyonlarda küresel ortalamanın üzerinde seyreden artışı, kişi başına düşen emisyonlardaki yükselişi belirginliğini korumaktadır.

SINIRLI

Sektörel Dağılım

Türkiye'nin fosil kaynaklı CO_2 emisyonları beş ana sektörde yoğunlaşmaktadır: enerji sektörü, ulaştırma, endüstriyel yakma, binalar ve endüstriyel süreçler (prosesler). Bu beş sektör, 2024 yılında ulusal emisyonların %96'sını oluşturmaktadır. Enerji sektörü, 140,9 Mt CO_2 ve ulusal toplam içindeki %30,6'lık payıyla en büyük emisyon kaynağı olarak tespit edilmiştir.

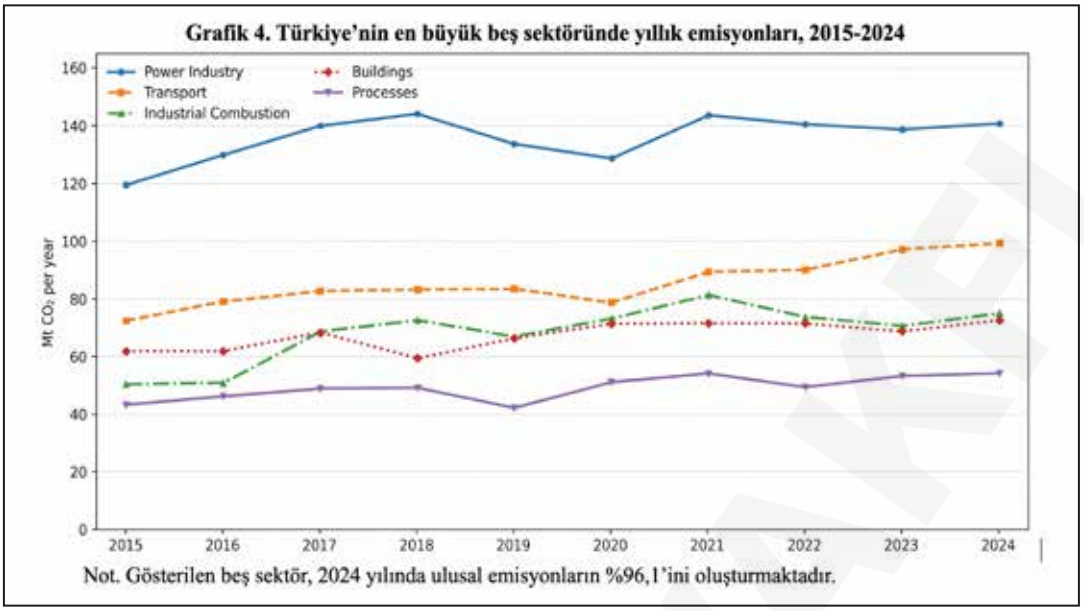
Son dönemdeki emisyon artışında en fazla payı olan faaliyetler ile toplam emisyon hacminde en büyük ağırlığa sahip sektörler aynı değildir. Nitekim ulaştırma ve endüstriyel süreçler birlikte, 2019-2024 döneminde Türkiye'nin net emisyon artışının %60,7'sini oluşturmuştur. Tarım kaynaklı fosil CO_2 emisyonlarında kaydedilen düşüşler ise diğer sektörlerdeki bu artışın

Tablo 9. Türkiye'nin sektörel fosil CO_2 emisyon dağılımı

SEKTÖR	2015, Mt CO_2	2019, Mt CO_2	2024, Mt CO_2	2024 payı, %	Değişim, 2015-2024
Enerji Endüstrisi	119.5	133.8	140.9	30.6	+17.9%
Ulaştırma	72.5	83.5	99.3	21.6	+36.9%
Endüstriyel Yanma	50.6	67.1	75.0	16.3	+48.2%
Binalar	62.0	66.5	72.7	15.8	+17.2%
Endüstriyel Süreçler	43.5	42.5	54.4	11.8	+25.0%
Yakıt Tüketimi	17.2	18.8	15.6	3.4	-9.0%
Tarım	2.5	2.3	2.1	0.5	-15.7%
Atık	0.0006	0.0011	0.0038	<0.01	+557.9%
Toplam	**367.8**	**414.5**	**460.0**	**100.0**	**+25.1%**

2024 yılında Türkiye'nin toplam emisyonlarının %52,2'sini enerji sektörü ve ulaştırma oluşturmuştur. Endüstriyel yakma %16,3, binalar %15,8 ve endüstriyel süreçler (prosesler) ise %11,8 oranında izlenmiştir. 2015-2024 döneminde bu beş ana sektör içinde en yüksek oransal artışı %48,2 ile endüstriyel yakma kaydetmiştir. Aynı dönemde ulaştırma %36,9, endüstriyel süreçler %25,0, enerji sektörü %17,9 ve binalar %17,2 oranında artış göstermiştir. Mutlak bazda en büyük artış ise 26,8 Mt CO_2 ile ulaştırma sektöründe gerçekleşmiş, onu 24,4 Mt CO_2 ile endüstriyel yakma izlemiştir. Yaşanan bu değişimler ulusal emisyon yapısını da dönüştürmüştür. Toplam emisyonlar içinde endüstriyel yakmanın payı %2,5, ulaştırmanın payı ise %1,9 yükselmiştir. Buna karşın, enerji sektörünün mutlak emisyonları 21,4 Mt CO_2 artmasına rağmen toplam içindeki payı %1,9 gerilemiştir. Binalar sektöründe de benzer bir görünüm ortaya çıkmış; sektörün toplam emisyonları 10,7 Mt CO_2 artarken, toplam içindeki payı %1,1 azalmıştır.

SİNAİ MYET

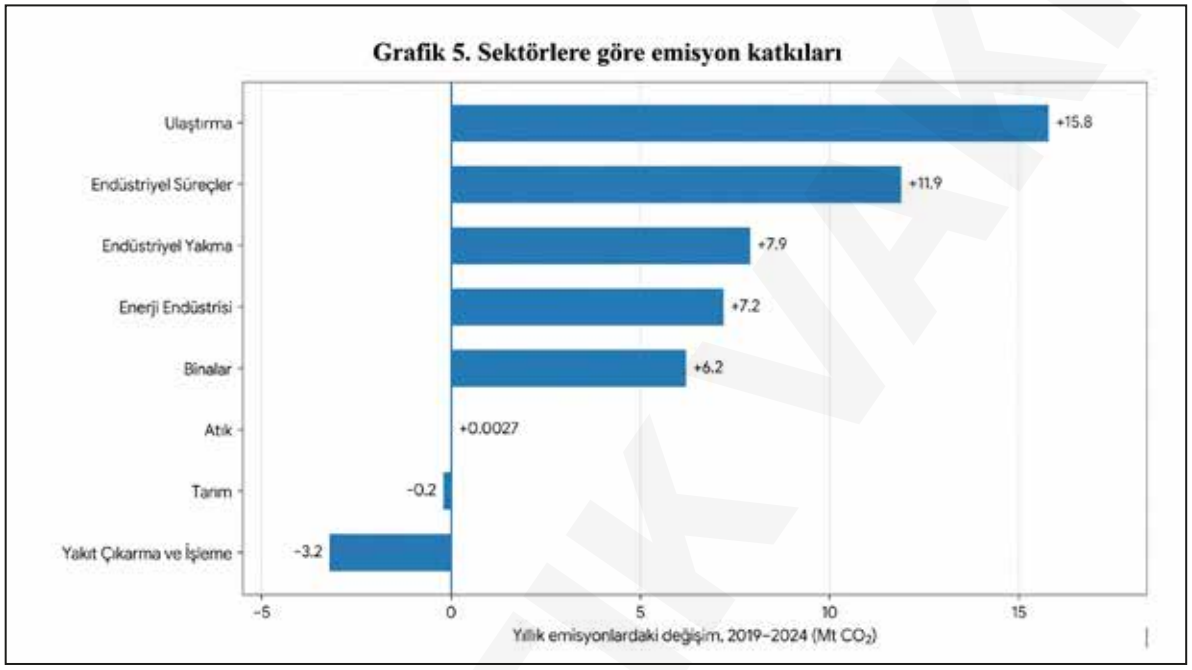


Türkiye'nin 2021 ve 2024 yıllarındaki toplam emisyonlarının neredeyse aynı seviyede olması, arka plandaki farklı yönlü sektörel hareketleri perdelemektedir. Söz konusu yıllar arasında ulaştırma emisyonları 9,8 Mt CO_2 artarken; endüstriyel yakma emisyonları 6,3 Mt CO_2, enerji sektörü emisyonları ise 2,8 Mt CO_2 azalmıştır. Endüstriyel süreçler (prosesler) sektörü de baz alınan başlangıç yılının önemini ortaya koymaktadır. Bu sektörün emisyonları 2019 yılında 42,5 Mt CO_2 iken 2021'de 54,3 Mt CO_2'ye, 2024 yılında ise 54,4 Mt CO_2'ye ulaşmıştır. Dolayısıyla 2019 yılından itibaren kaydedilen bu belirgin artış, 2021 sonrasında da kesintisiz bir yükseliş yaşandığı anlamına gelmemektedir. Yakıt çıkarımı ve tarım kaynaklı fosil CO_2 emisyonları ise, her iki ana karşılaştırma döneminde de gerilemiştir. Atık sektörü emisyonları ise yüzdesel olarak yüksek bir artış göstermekle birlikte, 2024 yılında yalnızca 0,0038 Mt CO_2 seviyesinde kalmıştır. Tarım ve atık sektörlerindeki bu düşük değerler yalnızca fosil kaynaklı CO_2 emisyonlarını yansıtmakta olup, söz konusu faaliyetlerin toplam sera gazı emisyonları olarak yorumlanmamalıdır.

Tablo 10. Türkiye'nin emisyon değişimine sektör katkıları, 2019–2024

SEKTÖR	Değişim, Mt CO_2	Değişim, %	Net artışa katkı, %
Ulaşım	**+15.8**	**+18.9%**	**34.6**
Süreçler	+11.9	+28.0%	26.1
Endüstriyel Yanma	+7.9	+11.8%	17.4
Enerji Endüstrisi	**+7.2**	**+5.4%**	**15.7**
Binalar	+6.2	+9.3%	13.6
Yakıt Tüketimi	-3.2	-16.8%	-6.9
Tarım	**-0.2**	**-9.6%**	**-0.5**
Atık	+0.0027	+240.8%	0.006
Net ulusal değişim	+45.5	+11.0%	100.0

Ulaştırma sektörü net ulusal emisyon artışının %34,6'sını, endüstriyel süreçler (prosesler) ise %26,1'ini oluşturmuştur. Bu iki sektörün toplam katkısı 27,7 Mt CO_2, diğer bir ifadeyle toplam artışın %60,7'si düzeyinde gerçekleşmiştir. En büyük beş sektör birlikte toplam 48,9 Mt CO_2'lik bir artış kaydetmiştir. Yakıt çıkarımı ve tarım sektörlerindeki düşüşler, bu artışın yaklaşık 3,4 Mt CO_2'lik kısmını dengelemiştir. Atık sektörü ise yüksek yüzdesel değişimine rağmen yalnızca 0,0027 Mt CO_2'lik bir artış göstermiştir.



Tablo 11. Toplam fosil CO_2 emisyonlarındaki sektör payları, 2024

SEKTÖR	Türkiye	Küresel	AB27	Çin	Birleşik Krallık	İsveç
Enerji Endüstrisi	30.6	39.1	23.9	50.1	15.3	15.4
Ulaşım	21.6	20.9	31.8	7.1	36.5	38.0
Endüstriyel Yanma	16.3	16.3	13.0	21.3	10.5	19.1
Binalar	15.8	8.2	17.0	4.4	25.5	5.2
Süreçler	11.8	8.1	7.7	10.6	3.5	10.8
Yakıt Tüketimi	3.4	7.0	6.0	6.3	8.1	11.0
Tarım	0.5	0.4	0.3	0.1	0.5	0.03
Atık	<0.01	0.03	0.09	0.03	0.08	0.4

SIFIR ATIK VAKFI

Türkiye'nin sektörel emisyon yapısı, küresel dağılımdan birkaç açıdan farklılık göstermektedir. Enerji sektörünün payı küresel payın 8,4 yüzde puan altında kalırken, binalar sektörünün payı küresel ortalamanın 7,6 yüzde puan üzerinde gerçekleşmiştir. Endüstriyel süreçler (prosesler) de %8,1 olan küresel orana kıyasla Türkiye'de %11,8 ile daha yüksek bir paya sahip olmuştur. Endüstriyel yakma sektörü, hem Türkiye'de hem de dünya genelinde %16,3 ile neredeyse aynı payı oluşturmaktadır. Buna karşılık yakıt çıkarımı, küresel emisyonların %7,0'ını oluştururken Türkiye'nin emisyonlarında %3,4'lük bir paya sahip olmuştur.

AB27 ile karşılaştırıldığında Türkiye; enerji sektörü, endüstriyel yakma ve endüstriyel süreçler kategorilerinde daha yüksek paylara sahip olmuştur. Türkiye'de enerji sektörünün payı AB27'ye kıyasla %6,7 oranında yüksek iken, ulaştırma sektörünün payı %10,2 daha düşük gerçekleşmiştir. Bir sektörün toplam içindeki payının daha düşük olması, faaliyet birimi başına düşen emisyonun daha az olduğu veya o sektörde daha güçlü bir emisyon azaltımı sağlandığı anlamına gelmemektedir. Örneğin AB27'de ulaştırma sektörünün payı 2015 yılında %25,0 iken 2024'te %31,8'e yükselmiş; buna karşılık enerji sektörünün payı %33,9'dan %23,9'a gerilemiştir. Sektörel dağılımdaki bu farklılaşma, kısmen emisyonların sektörler arasında farklı hızlarda değişmesinden kaynaklanmıştır.

Tablo 12. Sektörel fosil CO_2 emisyonlarındaki değişim, 2019-2024

SEKTÖR	Türkiye	Küresel	AB27
Enerji Endüstrisi	**+5.4%**	**+9.7%**	**-30.7%**
Ulaşım	+18.9%	+0.1%	-3.6%
Endüstriyel Yanma	+11.8%	+4.0%	-10.8%
Binalar	+9.3%	-3.3%	-14.6%
Süreçler	+28.0%	+0.1%	-7.9%
Yakıt Tüketimi	-16.8%	+3.5%	-14.8%
Tarım	-9.6%	+2.4%	-23.2%
Atık	+240.8%	-1.7%	-8.8%

Türkiye'nin toplam emisyonlarda küresel ortalamanın üzerinde seyreden artışına, her sektörde küresel seviyenin üzerinde bir artış eşlik etmemektedir. **Nitekim enerji sektörü emisyonları küresel ölçekte %9,7 artarken, Türkiye'de %5,4 oranında yükselmiştir.** Buna karşılık Türkiye; ulaştırma, binalar, endüstriyel yakma ve endüstriyel süreçler (prosesler) sektörlerinde küresel ortalamadan daha yüksek artışlar kaydetmiştir. Bu ayrışma özellikle ulaştırma ve endüstriyel süreçler sektörlerinde belirginleşmiştir. Küresel ölçekte yalnızca %0,1 artan ulaştırma emisyonları Türkiye'de %18,9 oranında yükselirken; küresel ölçekte yine %0,1 artan endüstriyel süreç emisyonları Türkiye'de %28,0 oranında artış göstermiştir. Binalar kaynaklı emisyonlar ise küresel ölçekte %3,3 azalırken Türkiye'de %9,3 oranında artmıştır.

Net emisyon artışının sektörel bileşimi de farklılık göstermiştir. **2019-2024 döneminde küresel emisyon artışının %84,5'i enerji sektöründen kaynaklanırken, Türkiye'deki toplam artış içinde bu sektörün payı %15,7'de kalmıştır.** AB27 ise 2019-2024 döneminde sekiz sektörün tamamında düşüş kaydetmiştir. Enerji sektörü, 260,8 Mt CO_2'lik düşüşle toplam azalışın %58,5'ini oluşturmuştur. Bununla birlikte, daha uzun vadeli 2015-2024 döneminde toplam emisyonların önemli ölçüde gerilemesine karşın, AB27'nin ulaştırma emisyonları %1,4 oranında artmıştır.

2024 yılı küresel toplamı; uluslararası havacılıktan kaynaklanan 614,2 Mt CO_2 ile uluslararası deniz taşımacılığından kaynaklanan 697,9 Mt CO_2'yi içermektedir. Ayrı olarak raporlanan bu kayıtlar birlikte toplam 1.312,1 Mt CO_2'ye karşılık gelmekte olup tamamı küresel ulaştırma kategorisi içinde yer almaktadır.

Söz konusu miktar hem küresel ulaştırma emisyonları toplamından (paydan) hem de genel küresel emisyon toplamından (paydadan) çıkarıldığında, küresel ulaştırma sektörünün payı %20,9'dan %18,2'ye gerilemektedir. Türkiye'nin ulaştırma payı ise %21,6 seviyesinde sabit kalmaktadır. Dolayısıyla bu alternatif kapsam (sınır) tanımı altında, Türkiye ile küresel referans ölçütü (kıstas) arasındaki fark 0,6 yüzde puandan 3,3 yüzde puana yükselmektedir. Bu düzeltme, küresel enerji sektörü emisyonları sabit kalırken genel payda küçüldüğü için, küresel enerji sektörünün payını da %39,1'den %40,4'e çıkarmaktadır.

Son dönemdeki ulaştırma emisyonları artışına ilişkin karşılaştırma ise önemli ölçüde değişmemektedir. Söz konusu uluslararası taşımacılık kayıtları hariç tutulduğunda küresel ulaştırma emisyonları 2019-2024 döneminde %0,3 oranında artmış olup, bu değer Türkiye'deki %18,9'luk artışın oldukça altında kalmaya devam etmektedir. Bu duyarlılık kontrolü, ayrı raporlanan uluslararası kayıtların ele alınış biçimini uyumlu hale getirmekte olup tüketim bazlı bir ulaştırma ayak izi hesabı oluşturmamaktadır.

Ülke Profilleri

Enerji sektörü, Çin'in 2024 yılı emisyonlarının %50,1'ini oluştururken, Türkiye'de bu oran %30,6 olarak gerçekleşmiştir. Çin'in enerji sektörü emisyonları 2019-2024 döneminde 1.339,8 Mt CO_2 artmış; diğer sektörlerdeki düşüşler bu artışın bir kısmını dengelediği için söz konusu miktar, 1.311,7 Mt CO_2 olan ulusal net artışın dahi üzerine çıkmıştır. Aynı dönemde Çin'de endüstriyel süreçler (prosesler) 114,8 Mt CO_2, binalar 39,1 Mt CO_2 ve ulaştırma emisyonları 15,7 Mt CO_2 azalmıştır. Bu görünüm, Türkiye'de aynı dönemde her üç sektörde de artış kaydedilmesiyle tezat oluşturmaktadır. Dolayısıyla ulusal toplamlardaki benzer yüzdesel artışlar, arka plandaki farklı sektörel katkıları perdeleyebilmektedir.

Birleşik Krallık, 2019-2024 döneminde sekiz sektörün tamamında emisyon düşüşü kaydetmiştir. Enerji sektörü, 66,6 Mt CO_2'lik ulusal azalışın 26,6 Mt CO_2'lik kısmını (diğer bir ifadeyle %40,0'ını) oluşturmuştur. Bu dönemde binalar sektörü 15,6 Mt CO_2, ulaştırma sektörü ise 11,9 Mt CO_2 gerilemiştir. 2024 yılında Birleşik Krallık'ın emisyonlarının %36,5'ini ulaştırma, %25,5'ini binalar ve %15,3'ünü enerji sektörü oluşturmuştur. Birleşik Krallık'ta ulaştırma sektörünün toplam içindeki payının Türkiye'ye kıyasla daha yüksek olması, Türkiye'deki %18,9'luk artışın aksine, ulaştırma emisyonlarında kaydedilen %10,0'lık düşüşle eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir.

İsveç'in toplam emisyonları 2019-2024 döneminde 1,7 Mt CO_2 azalmıştır. Bu dönemde ulaştırma 2,3 Mt CO_2, enerji sektörü 0,6 Mt CO_2 ve binalar 0,5 Mt CO_2 düşüş göstermiştir. Söz konusu azalışlar; yakıt çıkarımında kaydedilen 1,6 Mt CO_2'lik (+%63,1) artış ve endüstriyel yakmadaki 0,2 Mt CO_2'lik artışla kısmen dengelenmiştir. Dolayısıyla İsveç'in genel GSYİH emisyon yoğunluğunun düşük olması, her sektörde emisyonların azaldığı anlamına gelmemektedir.

Bu ülke örnekleri bir arada değerlendirildiğinde; ulusal toplamların, sektör paylarının ve sektörel değişimlerin neden ayrı ayrı yorumlanması gerektiği açıkça görülmektedir. Bununla birlikte, yapılan karşılaştırmaların hiçbiri belirli bir politikanın nedensel etkisini tek başına ortaya koymamaktadır. 2015-2017 dönemi ortalama emisyonlarının 2022-2024 dönemi ortalamalarıyla karşılaştırılması, Türkiye'deki sekiz sektörün tamamında değişimin yönünü teyit etmektedir (korumaktadır). Bununla birlikte değişimin büyüklüğü (oranı), en büyük beş sektör için 2015 ve 2024 tekil yılları arasındaki karşılaştırmaya kıyasla daha düşük gerçekleşmiştir.

Üç yıllık ortalamalara dayalı karşılaştırmada; endüstriyel yakma %28,8, ulaştırma %22,2, endüstriyel süreçler (prosesler) %13,3, binalar %10,7 ve enerji sektörü %7,9 oranında artış göstermiştir. Yakıt çıkarımı %17,8, tarım kaynaklı fosil CO_2 emisyonları ise %24,7 oranında azalmıştır. Atık sektörü emisyonları, kaydettiği oransal artışa rağmen toplam içinde çok küçük bir bileşen olmaya devam etmektedir. Dolayısıyla bu bulgular, son on yılda Türkiye'nin başlıca emisyon sektörlerinde kalıcı bir artış yaşandığını doğrularken, seçilen tekil başlangıç ve bitiş (uç nokta) yıllarının bu artışın görünürdeki büyüklüğünü etkilediğini ortaya koymaktadır. 2021 yılı sonrasındaki yıllık değişimler ise sektörler arasında farklılık (heterojen bir yapı) göstermeye devam etmekte olup kesintisiz bir artış eğilimi olarak tanımlanmamalıdır.

Sonuç olarak, 2019 yılından bu yana kaydedilen net emisyon artışının büyük bölümünü ulaştırma ve endüstriyel süreçler (prosesler) oluştururken, 2015 yılından itibaren en yüksek mutlak artışlar ulaştırma ve endüstriyel yakma sektörlerinde gerçekleşmiştir. Enerji sektörü, toplam emisyon seviyesi bakımından en büyük kaynak olmaya devam etmekle birlikte, son beş yıllık artışın başlıca sürükleyicisi olmamıştır.

Türkiye'de enerji sektörünün toplam emisyonlar içindeki payı küresel ortalamanın altında, ancak AB27 seviyesinin üzerindedir. Binalar ve endüstriyel süreçler ise küresel dağılıma kıyasla daha yüksek paylara sahiptir. Uluslararası taşımacılık kayıtlarına ilişkin kapsam düzeltmesi, Türkiye'nin küresel ortalamanın üzerinde seyreden ulaştırma payını ve son dönemdeki ulaştırma emisyonları artış farkını tersine çevirmemekte, aksine daha da pekiştirmektedir.

Bu bulgular, kayıtlı emisyonların ve yaşanan değişimlerin hangi sektörlerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte; sektörel verimliliği, belirli yakıtların veya teknolojilerin katkısını ya da uygulanan politikaların etkinliğini tek başına açıklamamaktadır. Arka plandaki bu temel etkenleri birbirinden ayırt edebilmek için elektrik üretimi, ulaştırma faaliyet hacmi, sanayi üretimi ve diğer faaliyet göstergelerine ilişkin verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca tarım ve atık sektörlerinin iklim üzerindeki toplam etkilerinin eksiksiz değerlendirilebilmesi, fosil CO_2'nin ötesinde diğer sera gazlarının da kapsama dahil edilmesini gerektirmektedir.

4.Değerlendirme ve Sonuç

Sektörel analiz, mevcut emisyonların ölçeği ile son dönemdeki artışın kaynaklarını birbirinden ayırmaktadır. Enerji sektörü, Türkiye'nin 2024 yılı emisyonlarının %30,6'sını oluşturmakla birlikte, 2019 yılından bu yana kaydedilen ulusal artışın yalnızca %15,7'sini oluşturmuştur. Ulaştırma ve endüstriyel süreçler (prosesler) ise birlikte bu artışın %60,7'sini meydana getirmiştir. Daha uzun vadeli 2015-2024 döneminde ise en yüksek mutlak artışlar ulaştırma ve endüstriyel yakma sektörlerinde gerçekleşmiştir.

Küresel dağılımla yapılan karşılaştırma da sektör bazında farklılık göstermektedir. Türkiye'de enerji sektörünün payı küresel payın altında kalırken, binalar ve endüstriyel süreçlerin payı küresel ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir. **2019-2024 döneminde Türkiye'de enerji sektörü emisyonları küresel sektör toplamından daha yavaş artarken; ulaştırma, binalar, endüstriyel yakma ve endüstriyel süreçler kaynaklı emisyonlar küresel emsallerine kıyasla daha hızlı yükselmiştir.**[1]

Ülke karşılaştırmaları; emisyon ölçeğinin, normalleştirilmiş oranların ve değişim yönünün aynı ülke için farklı görünümler ortaya koyabileceğini göstermektedir. Toplam emisyonu yüksek olan ülkeler küresel kişi başına düşen emisyon oranının altında kalabilirken, son dönemde emisyon düşüşü kaydeden ülkeler yüksek kişi başı emisyon seviyelerini koruyabilmektedir.

Çin'in 2019 yılından bu yana kaydettiği emisyon artışı enerji sektöründe yoğunlaşırken, Türkiye'deki artışa en büyük katkı ulaştırma ve endüstriyel süreçler (prosesler) sektörlerinden gelmiştir. Birleşik Krallık, sekiz sektörün tamamında düşüş kaydetmiştir. İsveç'teki toplam emisyon düşüşü ise yakıt çıkarımı ve endüstriyel yakma sektörlerindeki artışlarla eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir. Bu zıt görünümler, sektörel arka plan incelenmeksizin bir ülkeye ilişkin değerlendirmenin başka bir ülkeye genellenmesini de sınırlamaktadır.

Aykırı değer analizi de, genel politika performansından ziyade göstergeye özgü farklılıkları tespit etmektedir. Türkiye, 2024 yılında toplam emisyonlarda yüksek bir aykırı değer oluştururken, kişi başına düşen emisyonlarda veya GSYİH emisyon yoğunluğunda istisna niteliği taşımamıştır. Türkiye'nin son dönemdeki yüzdesel değişimleri de her üç makro göstergede istisna sınırları içinde yer almamıştır. Bazı küçük raporlama birimlerindeki aşırı oranlar ile düşük başlangıç değerlerinden kaynaklanan yüksek yüzdesel değişimler ise payda ve muhasebe sınırı kontrollerine tabidir. Uluslararası taşımacılığın ele alınış biçimi, sektörel karşılaştırmalar açısından özellikle önemlidir. Ayrı olarak raporlanan uluslararası havacılık ve deniz taşımacılığı kayıtları hariç tutulduğunda, Türkiye'deki %21,6'lık orana karşılık küresel ulaştırma sektörünün payı %20,9'dan %18,2'ye gerilemektedir. Bu kapsam düzeltmesi, gözlemlenen sektörel dağılım farkını daha da pekiştirmekte ve son dönemdeki ulaştırma emisyonları artış farkını tersine çevirmemektedir.

---

[1]Bu sonuçlar, kayıtlı emisyonların arka planındaki yakıt karmasını (bileşimini), üretim hacimlerini, ulaştırma faaliyetlerini, bina performansını veya teknolojik değişimleri tek başına açıklamamaktadır. Sektör payları da emisyon verimliliğini ölçmemektedir: Bir sektörün mutlak emisyonları artarken toplam içindeki payı gerileyebilmekte veya diğer sektörlerdeki düşüşün daha hızlı olması durumunda kendi emisyonları azalırken dahi toplam içindeki payı yükselebilmektedir. Doğrudan yakma, endüstriyel süreçler ve enerji üretimi envanterde ayrı kategoriler olarak korunmakta olup; yaşam döngüsü analizi veya elektriğin nihai kullanıma göre yeniden tahsisi (dağıtımı) yapılmamıştır.

Üç yıllık ortalamalara dayalı kontroller, Türkiye'ye ilişkin başlıca makro bulguların ve sektörel değişimlerin yönünü korumaktadır. Bu kontroller, toplam ve kişi başına düşen emisyonlarda ölçülen artış oranlarını düşürerek; başlangıç ve bitiş yılı (uç nokta) karşılaştırmalarında değişim büyüklüğünün, değişimin yönüne kıyasla daha az istikrarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yıllık seriler, emisyon artışının incelenen dönem boyunca kesintisiz bir seyir izlemediğini göstermektedir.

Rapor kapsamındaki analizler sadece fosil kaynaklı CO_2 ile sınırlı olduğundan; diğer sera gazlarını, arazi kullanımına dayalı karbon kaynaklarını, ticarete konu olan ürünlerdeki gömülü emisyonları ve iklim değişikliğine uyum çalışmalarını kapsamamaktadır. Bir ülkenin Paris Anlaşması'nın iklim hedefleriyle ne ölçüde uyumlu olduğu, yalnızca küresel ortalamanın altında veya üzerinde yer almasına bakılarak değerlendirilmemelidir. Söz konusu iklim hedefi uluslararası bir referans noktası sunsa dahi, ulusal uyumun ölçülebilmesi; bu çalışmanın kapsamını aşan nitelikte, geleceğe dönük net emisyon azaltım rotalarının ve küresel karbon bütçesi paylaşım varsayımlarının belirlenmesini gerektirmektedir [2, 4, 6].

Tablo 13. İstatistiksel bulgular ve ileri çalışmalar

Analitik sorun	Raporda ortaya çıkan bulgu	Daha ileri değerlendirme için gerekli kanıtlar
Mutlak emisyon ve ekonomik yoğunluk	Mutlak emisyon ve ekonomik yoğunluk Toplam emisyonlar artarken, bildirilen GSYİH yoğunluğu azalmıştır.	Uyumlaştırılmış ekonomik seriler ve faaliyet serileriyle birlikte; belgelenmiş GSYİH fiyat bazı ve satın alma gücü yaklaşımı.
Enerji endüstrisi	Enerji endüstrisi 2024'te en büyük emisyon kaynağı olarak tespit edilmiştir. Ancak 2019'dan bu yana kaydedilen artışa ulaştırma ve endüstriyel süreçlerin toplamından daha düşük bir katkı sağlamıştır.	Elektrik ve ısı üretimi, yakıt girdileri, teknoloji karması ve elektrik ticareti muhasebesi.
Ulaşım	Ulaşım 2019-2024 dönemindeki ulusal emisyon artışına en büyük katkıyı sağlayan sektördür.	Yolcu ve yük taşımacılığı faaliyetleri, ulaşım türleri dağılımı, yakıt kullanımı, filo özellikleri ve tutarlı uluslararası taşımacılık kapsamı.
Endüstriyel yanma ve süreçler	Son on yıllık dönemde önemli emisyon artışları kaydetmiş; ancak iki karşılaştırma dönemindeki katkısı farklılık göstermiştir.	Fiziksel üretim hacmi, sürece özgü faaliyet verileri, yakıt girdileri ve yakma kaynaklı emisyonlar ile süreç emisyonlarının tutarlı biçimde ayrıştırılması.
Binalar ve daha geniş sera gazı kapsamı	Binalar sektöründe fosil kaynaklı CO_2 emisyonları artarken, tarım ve atık sektörlerindeki fosil kaynaklı CO_2 emisyonları düşük seviyede kalmıştır.	Daha kapsamlı bir iklim değerlendirmesi için bina ve ısıtma faaliyetleri, hava koşullarına bağlı talep ile ilave sera gazı ve karbon giderim serileri.

SİFİR

Türkiye'nin 2015-2024 dönemindeki fosil kaynaklı CO2 emisyon seyri; artan mutlak emisyon hacmini, yükselen kişi başına emisyon değerlerini ve GSYİH birimi başına düşen emisyon yoğunluğundaki gerilemeyi eşzamanlı olarak barındırmaktadır. Bu dönemde toplam emisyonlar küresel ortalamadan daha hızlı artarken, kişi başına düşen emisyonlar küresel referans değerinin altından üzerine çıkmıştır. GSYİH karbon yoğunluğunda raporlanan düşüş ise mutlak emisyonlarda bir azalmayla sonuçlanmamıştır.

Sektörel veriler, enerji sektörünün en büyük emisyon kaynağı olma konumunu koruduğunu; ancak 2019 yılından itibaren kaydedilen net artışın ağırlıklı olarak ulaştırma ve endüstriyel süreçlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Uluslararası karşılaştırmalar; mutlak emisyon seviyelerinin, yakın dönemli eğilimlerin ve sektörel dağılımın bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesi gerektiğini doğrulamaktadır. Bu rapor, tekil politikalara ilişkin bir etkinlik yargısı veya küresel ısı hedefleriyle uyum kanıtı sunma amacı taşımamakta; yakın dönem emisyon verilerinin belgelendirilmiş bir dökümünü ortaya koymaktadır.

Kaynakça

[1] IPCC. (2023) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

[2] IPCC. (2021) Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

[3] IPCC. (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

[4] IPCC. (2022) Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

[5] Ali, E., W. Cramer, J. Carnicer, E. et al. (2022) Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2233–2272, doi:10.1017/9781009325844.021.

[6] UNFCCC. (2015) Paris Anlaşması. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

[7] Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, et al. (2025). Global Carbon Budget 2025, Earth Syst. Sci. Data, 18, 3211–3288, https://doi.org/10.5194/essd-18-3211-2026, 2026.

[8] IPCC. (2006) IPCC Ulusal Sera Gazı Stokları Yönergeleri. Cilt 1: Genel Rehberlik ve Raporlama. H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara ve K. Tanabe (Ed.). Küresel Çevre Stratejileri Enstitüsü. UN Environment Programme. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html

[9] IPCC. (2019) 2019 Ulusal Sera Gazı Envanterleri için 2006 IPCC Yönergelerine Yönelik Düzeltme. Cilt 1: Genel Rehberlik ve Raporlama. IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol1.html

[10] UNSTATS. (2025) İstatistiksel kullanım için standart ülke veya alan kodları (M49). https://unstats.un.org/unsd/methodology/m49/

[11] Dünya Bankası (2025) Dünya Bankası Ülke ve Kredi Grupları. https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups

SIFIR ATIK VAKFI
VERİ MERKEZİ
datacenter@sifiratikvakfi.org