

Enerji Tüketimine Dayalı Sera Gazı Emisyonlarının Sektörel Analizi: Osmaniye İli Örneği

Ali Burak YAVUZ^{1,a}, Osman KARA^{2,b}, Bülent YANIKTEPE^{2,c}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Osmaniye, Türkiye

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Osmaniye, Türkiye

^aORCID: 0000-0002-8267-3086; ^bORCID: 0000-0003-1501-677X; ^cORCID: 0000-0001-8958-4687

Makale Bilgileri

Geliş : 15.03.2026

Kabul : 08.06.2026

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1909692

Sorumlu Yazar

Bülent YANIKTEPE

byaniktepe@osmaniye.edu.tr

Anahtar Kelimeler

Sera gazı emisyonları

Enerji verimliliği

Küresel ısınma

Atf şekli: YAVUZ, A.B., KARA, O., YANIKTEPE, B., (2026). Enerji Tüketimine Dayalı Sera Gazı Emisyonlarının Sektörel Analizi: Osmaniye İli Örneği. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 41(2), 509-519.

ÖZ

Endüstriyel büyüme ve sosyo-ekonomik gelişmelerin enerji tüketimi üzerindeki etkisinin belirlenmesi, sürdürülebilir kentsel iklim stratejileri için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, stratejik sanayi potansiyeline sahip Osmaniye ilinin 2021–2024 dönemi emisyonları, IPCC metodolojisiyle sektörel ve enerji tüketimi bazında analiz edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda toplam emisyonların 2718932,77 ton CO_{2e} seviyesine gerilediği ve kişi başına düşen emisyonların ise 5,61’den 4,84 ton CO_{2e} düzeyine düştüğü bulunmuştur. Sanayi sektöründe uygulanan elektrik verimliliği önlemleri sonucunda emisyonlarda önemli bir azalış gerçekleşirken konutlarda doğalgaz ve elektrik kaynaklı emisyonların %40’ın üzerinde artması, kentsel büyüme ve iklimlendirme sistemleri ihtiyacının emisyonlar üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymuştur. Sonuçlar, yerel iklim eylem planlarının sanayi odaklı verimlilik yaklaşımını konut ve ulaşım sektörlerini de kapsayacak şekilde genişletmesi gerektiğini göstermiştir.

Sectoral Analysis of Greenhouse Gas Emissions Based on Energy Consumption: The Case of Osmaniye Province

Article Info

Received : 15.03.2026

Accepted : 08.06.2026

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1909692

Corresponding Author

Bülent YANIKTEPE

byaniktepe@osmaniye.edu.tr

Keywords

Greenhouse gas emissions

Energy efficiency

Global warming

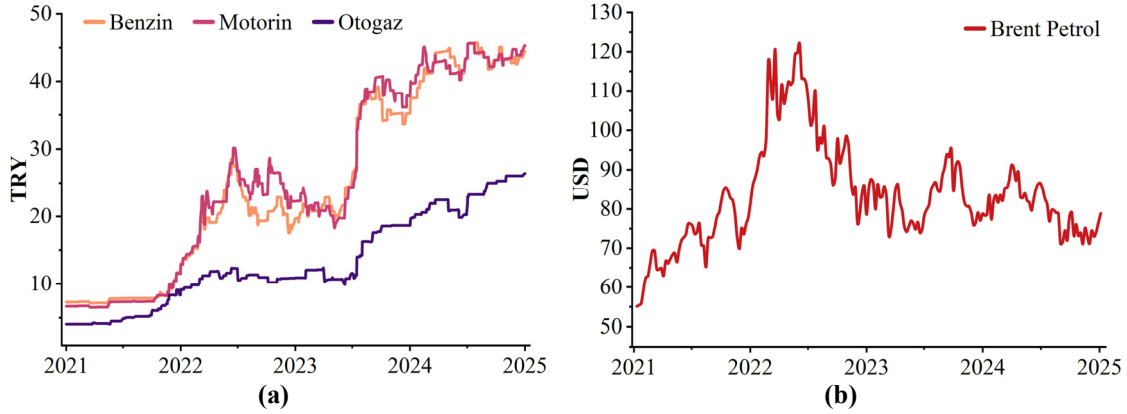
How to cite: YAVUZ, A.B., KARA, O., YANIKTEPE, B., (2026). Sectoral Analysis of Greenhouse Gas Emissions Based on Energy Consumption: The Case of Osmaniye Province. Çukurova University, Journal of the Faculty of Engineering, 41(2), 509-519.

ABSTRACT

Determining the impact of industrial growth and socio-economic developments on energy consumption is critical for sustainable urban climate strategies. In this study, the emissions of Osmaniye province, which has strategic industrial potential, for the 2021–2024 period were analyzed based on sectoral and energy consumption using the IPCC methodology. Calculations show that total emissions decreased to 2718932.77 tons CO_{2e}, while per capita emissions declined from 5.61 to 4.84 tons CO_{2e}. While significant reductions in emissions were achieved as a result of electricity efficiency measures implemented in the industrial sector, the increase of over 40% in emissions from natural gas and electricity in residential buildings clearly demonstrates the impact of urban growth and the need for air conditioning systems on emissions. The findings suggest that local climate action plans ought to broaden their industry-centric efficiency strategy to encompass the residential and transportation sectors as well.

1. GİRİŞ

Son yüzyılda sanayileşmenin ve küresel nüfus artışının hız kazanması, teknolojik gelişmelerin artmasına olanak sağlamıştır. Nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler, toplumların tüketim türlerini ve temel ihtiyaçlarını önemli bir ölçüde değiştirmiştir. Artan tüketim talepleri sanayi, teknoloji ve günlük insan faaliyetlerinin merkezine fosil yakıt kullanımını öncelikli hale getirmiştir [1,2]. Ancak fosil yakıtlara olan bu bağımlılık küresel ısınma, sera gazı emisyonlarındaki artış ve karbon ayak izi gibi hayati çevresel sorunları beraberinde getirmiştir [3,4]. Küresel ısınma özellikle elektrik tüketimi ve fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak insan faaliyetlerinin iklim üzerindeki etkisini ifade etmektedir [5,6]. Sera gazı emisyonlarındaki artış ise dünya üzerinde yayılan termal radyasyonun ve dünya sıcaklığının artmasına neden olmaktadır [7]. Bu nedenle son yıllarda küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarındaki artış seviyeleri birçok hükümet ve kurum tarafından sıklıkla kullanılan bir terim haline gelmiştir [8]. Bunun sonucunda küresel ısınmanın etkilerini sınırlandırmak ve kalıcı bir ölçekte çözüme ulaşmak amacı ile birçok ülke iklim değişikliği ile mücadele kapsamında Paris anlaşmasını imzalamıştır [9]. Paris anlaşması ile birçok ülke tarafından 2030 yılına kadar emisyon azaltım ve 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefi belirlenmiştir [10]. Türkiye’de Paris Anlaşmasını imzalayarak dünyanın küresel ısınma ile mücadelesine katkı sağlamaktadır. Türkiye’nin 2030 yılına kadar fosil yakıt tüketimini azaltma ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliminin artması küresel ısınma konusundaki en önemli hedefleri arasında yer almaktadır [11]. Ancak artan enerji talebi ve fosil yakıt kullanımına bağlı olarak Türkiye’de sera gazı emisyonlarının mevcut politikalar altında azalmak yerine artış eğilimini sürdürmesi beklenmektedir [12]. Türkiye’nin enerji profili büyük oranda ithal edilen fosil yakıtlara dayanmaktadır. Bu durum enerji maliyetlerinin küresel brent petrol fiyatları ve döviz kurlarına karşı hassas hale gelmesine neden olmaktadır. Ekonomik olaylar ve enerji maliyetindeki değişimler sadece tüketim miktarını değil aynı zamanda enerji arzında tercih edilen yakıt türünü de etkileyerek sera gazı emisyon yoğunluğunun artmasında belirleyici rol oynamaktadır [13]. Şekil 1’de özellikle ulaşım sektöründe kullanılan yakıtların Türk lirası bazında ve küresel Brent petrolün dolar bazında fiyatları gösterilmiştir [14,15].



Şekil 1. (a) TRY bazında akaryakıt fiyatları ve (b) küresel brent petrolün dolar bazında fiyatları

Enerji fiyatlarındaki dalgalanmaların ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın çevresel etkileri en yoğun şekilde kentsel alanlarda gözlemlenmektedir. Günümüzde şehirler küresel enerji tüketiminin %67-%76'sı ve sera gazı emisyonlarının %71-%76'lık payından sorumludur [16]. Bu çerçevede, iklim değişikliğiyle mücadelenin etkinliği, ulusal stratejilerin yerel ve kentsel düzeyde uygulanabilir politika, tedbir ve teşvik uygulamaları ile yakından ilişkilidir. Ayrıca şehir ölçeğinde emisyon envanterinin hazırlanması Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG) ile doğrudan uyum göstermektedir [17]. Özellikle Erişilebilir ve Temiz Enerji (SDG 7), Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar (SDG 11) ve İklim Eylemi (SDG 13) hedefleri enerji kaynaklarının sektörel bazda analiz edilmesini ve sera gazı emisyonlarının minimize edilmesini zorunlu kılmaktadır. Şehir ölçeğinde gerçekleştirilen emisyon envanteri çalışmaları, yerel yönetimlerin yalnızca karbon yoğunluğunu izlemelerine değil, aynı zamanda veriye dayalı sürdürülebilir enerji politikaları geliştirmelerine de olanak sağlamaktadır [18,19].

İklim değişikliğiyle mücadelede il bazında emisyon envanterlerinin önemi giderek artarken, literatürde bu alanda yapılan çalışmaların Türkiye genelinden yerel ölçeğe doğru yoğunlaştığı görülmektedir. Hamidy ve arkadaşları [20], bölgesel düzeyde yapılan tahminlerin daha ayrıntılı biçimde analiz edilmesinin, emisyon

azaltım hedeflerine yönelik yol haritalarının geliştirilmesine katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir. Endüstriyel tesis ölçeğinde Demirci ve Aydın [21], Konya'daki bir asansör fabrikasındaki kurumsal karbon ayak izini 322,92 tCO_{2e} olarak hesaplamışlardır. Kurumsal düzeyde Turan ve Çakmakçı [22], Pamukkale Belediyesi'nin toplam 6006 ton CO_{2e} olan emisyonunun %69'unun araç filosundan kaynaklandığını belirlerken; Tosun ve Tunç Dede [23] inceledikleri üniversite binasında emisyonun %78,4 gibi büyük bir kısmının elektrik tüketimine dayandığını tespit etmişlerdir. Ulaşım sektörü özelinde bölgesel bir analiz yapan İbik [24], ise Akdeniz Bölgesi'ni incelemiş ve 2022 yılında en fazla CO₂ emisyonuna Antalya ilinin neden olduğunu bulmuştur.

Literatürde Türkiye geneli için envanter çalışmaları mevcut olsa da il, yakıt ve sektör bazlı ayrımların bir arada olduğu detaylı bir emisyon analizi eksikliği dikkat çekmektedir. Bu çalışma kapsamında, sanayi ve tarım potansiyeli ile stratejik bir konuma sahip olan Osmaniye ilinde 2021–2024 yılları arasındaki doğalgaz, LPG, petrol türevi fosil yakıt tüketimleri ve elektrik tüketimleri; konut, hizmet, sanayi ve ulaşım sektörleri özelinde incelenerek sera gazı emisyonları analiz edilmiştir. Çalışmada sera gazı emisyonlarının detaylı olarak hem yakıt hem de sektör bazında incelenmesi, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG 7, SDG 11 ve SDG 13) doğrultusunda veriye dayalı emisyon azaltım stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca elde edilen bulguların, Türkiye'nin yerel iklim eylem planlarına ve benzer özellikteki kentlerin emisyon yönetimi çalışmalarına rehberlik etmesi hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Osmaniye ilinin enerji tüketimine dayalı sera gazı emisyon envanterini oluşturmak amacıyla faaliyet verileri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yayımlanan raporlardan elde edilmiştir [25,26]. İlin enerji tüketimi 2021–2024 dönemine ait bu veriler; doğalgaz, LPG, elektrik ve petrol türevi yakıtların sektörel kullanım dağılımlarına bağlı olarak analiz edilmiştir.

2.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Akdeniz bölgesinin doğusunda, stratejik bir geçiş noktasında yer alan Osmaniye ili 2024 yılı verilerine göre 561061 kişilik bir nüfusa sahiptir [27]. Adana, Gaziantep, Hatay ve Kahramanmaraş gibi bölgenin büyük sanayi merkezlerine komşu olması, ili lojistik ve ekonomik açıdan kritik bir konuma taşımaktadır. Osmaniye ilinin bu çalışma kapsamında vaka analizi olarak seçilmesinin temel nedeni, son yıllarda hız kazanan sanayileşme süreciyle birlikte fosil yakıt tüketiminde belirgin bir artışın yaşanmasıdır. Bölgenin sahip olduğu tipik Akdeniz iklimi, özellikle yaz aylarında yüksek enerji gerektiren iklimlendirme sistemlerinin yoğun kullanımını zorunlu kılmaktadır. İlin ekonomik yapısı incelendiğinde ise sanayinin yanı sıra tarımsal faaliyetlerin de ülke genelinde önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, bölgedeki emisyonların azaltılması sadece emisyon kontrolü sağlamayacak, aynı zamanda hem sanayi hem de tarım sektörlerinde bütünsel bir verimlilik artışını tetikleyecektir.

2.2. Doğalgaz Tüketim Verileri

Osmaniye iline ait 2021–2024 dönemi doğalgaz tüketim verileri; konut, hizmet sektörü ve sanayi sektörü kategorileri altında sınıflandırılarak Çizelge 1'de gösterilmiştir. İl genelinde doğalgaz; sanayi sektöründe üretim süreçlerindeki sabit yanma faaliyetlerinde, hizmet sektöründeki kurumsal (üniversite, hastane, belediye vb.) ve ticari binaların enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında, konutlarda ise hane halkının ısınma ve sıcak su gereksinimlerinde temel enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bölgenin iklimsel özellikleri nedeniyle sanayi tesislerinde ısınma amaçlı tüketimin yerini iklimlendirme sistemlerine bırakması, bu sektördeki doğalgaz kullanımının doğrudan üretim faaliyetlerine yoğunlaşmasını sağlamıştır.

Çizelge 1. Doğalgaz tüketiminin 2021-2024 yılları arası sektörel dağılımları

Yıllar	Sanayi sektörü	Hizmet sektörü (m ³)	Konut
2024	208766803	7843533	45607172
2023	188146480	6518687	29164961
2022	212560142	7403736	37582515
2021	207873546	5130258	31742785

2.3. LPG Tüketim Verileri

Osmaniye ilinin 2021–2024 dönemine ait LPG tüketim verileri; konut, sanayi sektörü ve ulaşım sektörü kategorileri altında sınıflandırılarak Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bu kapsamda LPG kullanımı; konutlarda tüplü, sanayi ve ticari faaliyetlerde dökme, ulaşım sektöründe ise otogaz formunda gerçekleşmektedir.

Çizelge 2. LPG tüketiminin 2021-2024 yılları arası sektörel dağılımları

Yıllar	Konut	Sanayi sektörü (Ton)	Ulaşım sektörü
2024	5531	259	39896
2023	5385	4578	40062
2022	5622	831	32605
2021	5576	130	33441

2.4. Petrol Türevi Yakıt Tüketim Verileri

Osmaniye ilinin 2021–2024 dönemine ait petrol türevi yakıt tüketimleri, benzin ve motorin verileri olarak sınıflandırılarak Çizelge 3’te gösterilmiştir. Bölgedeki sanayi ve üretim faaliyetlerine bağlı olarak gelişen lojistik sektörü, bu yakıt grubundaki tüketim yoğunluğunu belirleyen temel unsurlar arasındadır. Ayrıca motorin kullanımı, ulaştırma faaliyetlerinin yanı sıra düşük bir oranda sanayi sektöründeki imalat süreçlerinde sabit yanma yakıtı olarak da gerçekleşmektedir.

Çizelge 3. 2021-2024 yılları arası motorin ve benzin tüketimleri

Yıllar	Motorin (Ton)	Benzin
2024	108887	21349
2023	103516	17149
2022	94399	12752
2021	116283	12929

2.5. Elektrik Tüketim Verileri

Osmaniye iline ait 2021–2024 dönemi elektrik tüketim verileri; aydınlatma, konut, sanayi, kamu ve özel sektör kategorileri altında sınıflandırılarak Çizelge 4’te gösterilmiştir. Elektrik tüketimi, şebeke elektriği üretiminde kullanılan fosil yakıt kaynaklı dolaylı emisyonların belirlenmesi amacıyla çalışmaya dahil edilmiştir. Bu kapsamda sanayi sektöründeki elektrik kullanımı, genel ihtiyaçlarına ek olarak üretim odaklı enerji talebini yansıtmaktadır. Konut, aydınlatma, kamu ve özel sektör kategorileri ise günlük yaşamın sürdürülmesi için gereken enerji hacmini temsil etmektedir.

Çizelge 4. Elektrik tüketiminin 2021-2024 yılları arası sektörel dağılımları

Yıllar	Aydınlatma	Konut	Kamu ve özel sektör (MWh)	Sanayi sektörü
2024	38668	529140	328571	2529774
2023	36724	407105	277942	2895375
2022	35472	372313	272720	3156499
2021	33795	365910	263685	3716889

2.6. Sera Gazı Emisyonlarının Hesaplanması

Osmaniye ilinin enerji tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları ISO 14064-1 standardı çerçevesinde ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından belirlenen yöntemlere göre hesaplanmıştır. Sera gazı emisyon hesaplamaları kapsamında karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) emisyonları ayrı ayrı hesaplanmış; elde edilen değerler, IPCC tarafından yayımlanan AR6 raporunda belirtilen küresel ısınma potansiyelleri dikkate alınarak toplam karbondioksit eşdeğeri (CO_{2e}) cinsinden ifade edilmiştir [28]. Hesaplamalarda kullanılan alt ısı değerler ve sektörel emisyon faktörleri, 2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanteri Kılavuzu sabit yanma ve hareketli yanma tablolarından elde edilmiş olup temel eşitlikler aşağıda belirtilmiştir [29].

$$Emisyon_{CO_2,yakıt} = Tüketim_{yakıt} * EF_{CO_2,yakıt} \quad (1)$$

$$Emisyon_{CH_4,yakıt} = Tüketim_{yakıt} * EF_{CH_4,yakıt} \quad (2)$$

$$Emisyon_{N_2O,yakıt} = Tüketim_{yakıt} * EF_{N_2O,yakıt} \quad (3)$$

$$Toplam emisyon_{CO_2e} = \sum_{yakıt} Emisyon_{yakıt} \quad (4)$$

$Tüketim_{yakıt}$: Fosil yakıt türlerine ait tüketim miktarları (TJ)

EF: emisyon faktörü (kg/TJ),

Elektrik kullanımıyla ilişkili emisyonlar, ulusal şebeke emisyon faktörü kullanılarak doğrudan hesaplanır [30].

$$Emisyon_{elektrik} = Tüketim_{elektrik} * EF \quad (5)$$

$Tüketim_{elektrik}$: Elektrik tüketim miktarı (MWh)

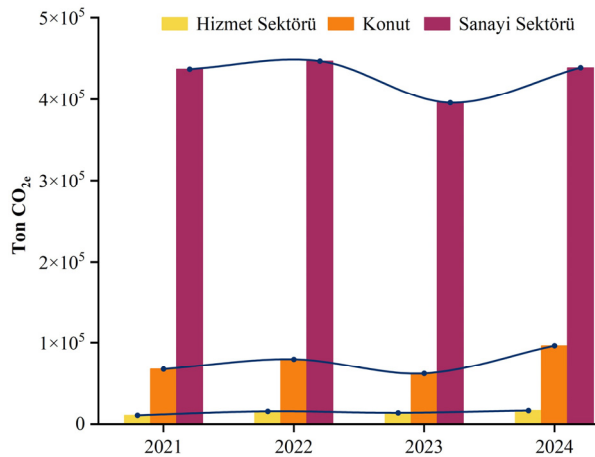
3. ARAŞTIRMA BULGULARI

İklim değişikliği ile mücadelede ulusal hedeflere etkin biçimde ulaşılabilmesi açısından, bölgesel ve yerel ölçekteki emisyonların doğru ve ayrıntılı biçimde tespit edilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada özellikle sanayi ve lojistik sektörü açısından önemli bir konumda bulunan Osmaniye ilinin 2021-2024 yılları arası fosil yakıt ve elektrik tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları araştırılmıştır. İlin emisyon değişimleri enerji kullanım türlerine ve sektörel dağılımlarına bağlı olarak kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Emisyon azalış ve artış eğilimlerinin nedenleri, ekonomik, ulaşım, üretim vb. etkenler çerçevesinde incelenmiştir.

3.1. Fosil Yakıt Tüketimi Kaynaklı Emisyonlar

Alın tornalama deney numuneleri üzerinden elde edilen yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonuçları Çizelge 6'da sunulmuştur. Deneyler sonucunda elde edilen Pt yüzey pürüzlülük değerleri 0,91 - 4,38 μm arasındadır.

Osmaniye ilinde 2021–2024 yılları arasındaki enerji tüketim profili incelendiğinde, doğalgaz kullanımının toplam sera gazı emisyonları içinde yaklaşık %34'lük bir pay ile baskın bir rol oynadığı görülmektedir. Doğalgaz kaynaklı emisyonların sektörel dağılımı başta sanayi süreçlerinde gerçekleşen sabit yanma faaliyetleri olmak üzere kentsel ısıtma ihtiyacı ve hizmet binalarının enerji talebi tarafından şekillenmektedir. Şekil 2'de 2021-2024 yılları için doğalgaz tüketiminden kaynaklı sektörlere göre sera gazı emisyonları gösterilmiştir.

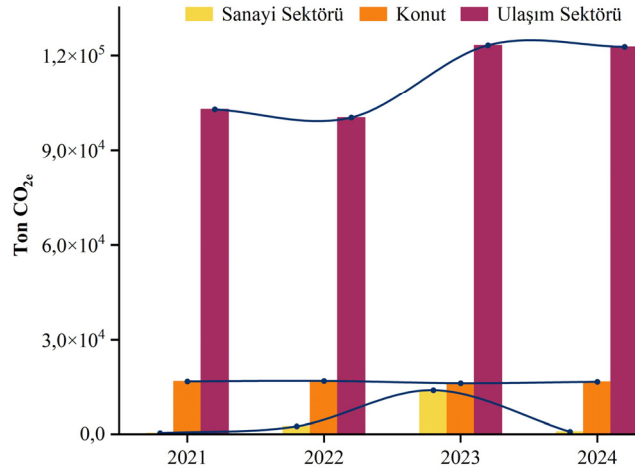


Şekil 2. 2021-2024 yılları arası doğalgaz tüketimi kaynaklı sektörel sera gazı emisyonları

İl genelinde doğalgaz kaynaklı emisyonların %84'ü gibi büyük bir çoğunluğu sanayi sektöründen kaynaklanmaktadır. Sanayi sektöründeki emisyonları 2022 yılında 446912,34 ton CO_{2e} ile zirve noktasına ulaşmıştır. Her ne kadar 2022 yılında başlayan Rusya-Ukrayna savaşı küresel enerji arzında belirsizliklere yol açmış olsa da 2021 yılında COVID-19 salgınının kontrol altına alınmasıyla birlikte sanayi sektöründe üretim faaliyetleri yeniden hız kazanmıştır. Ancak 2023 yılına gelindiğinde sanayi emisyonlarında 395582,08 ton CO_{2e} seviyesine belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu azalışın, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen ve Osmaniye'yi de doğrudan etkileyen Kahramanmaraş merkezli deprem felaketinin getirdiği kesintilerle ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Deprem sonrası dönemde sanayi sektöründeki üretim yavaşlaması, kapasite azaltımları ve enerji iletim hatlarında meydana gelen hasarlar, doğalgaz tüketiminin belirgin şekilde azalmasına yol açmıştır. 2024 yılı itibarıyla sanayi sektöründeki, toparlanma sürecinin tamamlanması ve üretim faaliyetlerindeki canlanma ile emisyonlar yeniden artış göstererek 438936,76 ton CO_{2e} seviyesine ulaşmıştır.

Konut kaynaklı emisyonlar incelenen dönem içerisinde en yüksek değerine 2024 yılında ulaşmış ve 96093,61 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. 2023 yılında 61450,13 ton CO_{2e} seviyesine kadar gerileyen emisyonların yeniden hızlı bir artış eğilimi göstermesi deprem sonrası konut inşaatlarının tamamlanması ve doğalgaz altyapısının şehir genelinde genişletilmesiyle ilişkilendirilmiştir. Hizmet sektörü emisyonlarının ise 2021-2024 yılları arasında 10809,37 ton CO_{2e}'den 16526,20 ton CO_{2e}'ye istikrarlı bir yükseliş sergilediği görülmüştür. Ancak ilin ılıman iklim koşulları nedeniyle hizmet sektöründe doğalgaz kullanımına bağlı emisyonların konut ve sanayi sektörlerine göre daha düşük seviyede gerçekleşmesine neden olmuştur.

Osmaniye ilinde LPG tüketimine bağlı emisyonların özellikle ulaşım sektöründe yoğunlaştığı ve diğer ulaşım yakıtlarına göre maliyet avantajı nedeniyle otogaz kullanımına bağlı olarak şekillendiği görülmektedir. Bu kapsamda küresel Brent petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ve döviz kurlarındaki değişimlerin, ulaşım sektöründeki LPG tüketimi ve buna bağlı emisyon düzeyleri üzerinde belirleyici bir etki yarattığı bulunmuştur. Şekil 3'te 2021-2024 yılları için LPG tüketiminden kaynaklı sektörel sera gazı emisyonları gösterilmiştir.



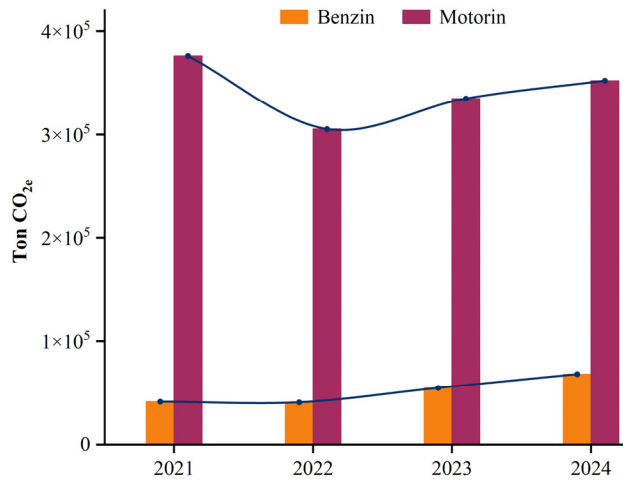
Şekil 3. 2021-2024 yılları arası LPG tüketimi kaynaklı sektörel sera gazı emisyonları

Elde edilen bulgular Osmaniye ilinde LPG kaynaklı emisyonların başlıca kaynağının ulaşım sektörü olduğunu ortaya koymuştur. 2021 yılında 102817,83 ton CO_{2e} olarak hesaplanan ulaşım sektöründeki emisyonlar, 2022 yılında 100247,47 ton CO_{2e} seviyesine gerilemiştir. Bu düşüşte, 2021 yılının son çeyreğinde ulusal ölçekte otogaz fiyatlarında %17-%30 arasında gerçekleşen artışın etkili olduğu değerlendirilmektedir. Söz konusu fiyat artışı, tüketicilerin otogaz tüketimini azaltmalarına veya alternatif ulaşım yöntemlerine yönelmelerine neden olarak ulaşım sektörü emisyonlarının azalmasına katkı sağlamıştır. 2023 yılında ise ulaşım sektörü emisyonlarında belirgin bir artış gözlenmiş ve 123174,79 ton CO_{2e} seviyesine yükselmiştir. Bu artış, Şubat 2023 depremleri sonrasında bölgeye yönelik yoğun yardım faaliyetleri, artan lojistik hareketlilik ve geçici göç hareketleri ile ilişkilendirilmektedir. 2024 yılı emisyon verileri incelendiğinde, 2021 yılının aksine otogaz fiyatlarının diğer yakıt türlerine kıyasla daha düşük seviyede kalmasının otogaz tüketiminde artışa ve buna bağlı olarak ulaşım sektörü emisyonlarının yeniden yükselmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Sanayi sektöründe LPG kaynaklı emisyonlar 2021 yılında 394,88 ton CO_{2e} olarak hesaplanırken, 2023 yılında önemli bir artış göstererek 13905,90 ton CO_{2e} seviyesine ulaşmıştır. Bu artışın temel nedeni, deprem sonucunda ana doğalgaz iletim hatlarında meydana gelen hasarlar olarak değerlendirilmektedir. Doğalgaz arzının kesintiye uğramasıyla birlikte sanayi sektöründe üretim sürekliliğini sağlamak amacıyla dökme tip LPG kullanımına yönelim artmıştır. 2024 yılında sanayi sektöründeki LPG kaynaklı emisyonlar tekrardan 786,73 ton CO_{2e} seviyesine gerilemesi ise enerji altyapısındaki onarım çalışmalarının tamamlandığını ve sanayi sektörünün yeniden doğalgaz kullanımına yöneldiğini ortaya koymaktadır.

Konutlarda ise LPG kaynaklı emisyonlar, incelenen dönemde yaklaşık 16000 ton CO_{2e} bandında istikrarlı bir eğilim göstermiştir. Bu istikrarın temel nedeni, konutlarda kullanılan tüplü tip LPG'nin yakıt fiyatlarındaki değişimlerden çok doğalgaz altyapısının bulunmadığı bölgelerdeki temel pişirme ve sıcak su gereksinimlerini karşılamaya yönelik kullanılmasıdır.

Osmaniye ilinin ulaşım ve lojistik sektörü, sahip olduğu stratejik konum ve sanayi kapasitesi nedeniyle petrol türevi yakıt tüketiminde yüksek bir yoğunluğa sahiptir. Motorin ve benzin tüketiminden kaynaklanan emisyon değişimleri brent petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ve bölgedeki lojistik hareketlilik bağlamında incelenmiştir. Şekil 4'te 2021-2024 yılları için motorin ve benzin tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyonları gösterilmiştir.



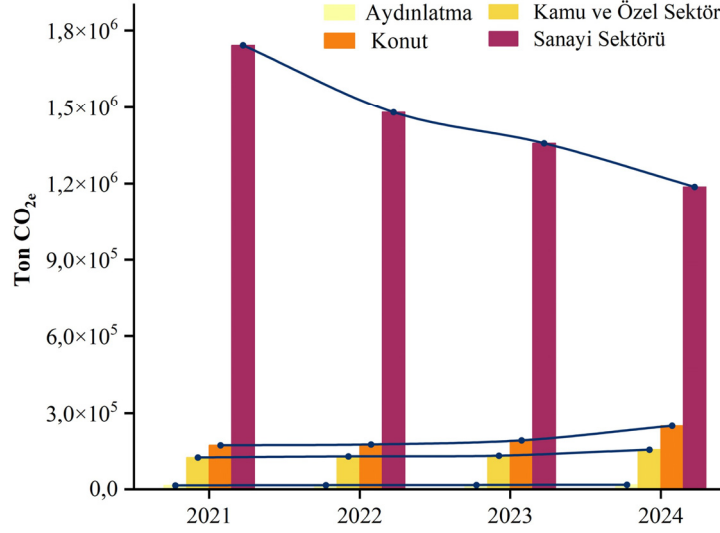
Şekil 4. 2021-2024 yılları arası motorin ve benzin tüketimi kaynaklı sera gazı emisyonları

İl genelinde petrol ürünlerinden kaynaklanan emisyonlar içerisinde en büyük pay motorin tüketimine aittir. Motorin tüketiminden kaynaklanan emisyonlar 2021 yılında 376226,22 ton CO_{2e} olarak hesaplanırken, 2022 yılında 305421,93 ton CO_{2e} seviyesine gerileyerek incelenen dönem içerisindeki en düşük değer olarak bulunmuştur. Bu dikkat çekici azalışın, Şekil 1'de görüldüğü üzere Brent petrol fiyatlarının özellikle 2022 yılının ilk yarısında dolar bazında yükselmesi sonucu pompa fiyatlarında yaşanan fiyat artışlarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Yakıt fiyatlarında meydana gelen bu değişim, motorinin ulaşım ve sanayi üretim süreçlerindeki kullanımını doğrudan sınırlayıcı bir etki yaratmıştır. 2023 yılında motorin kaynaklı emisyonların 334919,40 ton CO_{2e} seviyesine yükseldiği görülmektedir. Bu artışın, Şubat 2023 depremleri sonrasında bölgeye yönelik gerçekleştirilen insani yardım faaliyetleri, enkaz kaldırma çalışmaları ve bu süreçlerde yoğun olarak kullanılan ağır iş makinelerinin artan yakıt talebi ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. 2024 yılında ise motorin kaynaklı emisyonlar 352296,93 ton CO_{2e} seviyesine ulaşarak yükseliş eğilimini sürdürmüştür. Bu durum, Osmaniye ilinin Hatay, Adana ve Gaziantep gibi önemli sanayi merkezlerine komşu olması ve bölgedeki lojistik faaliyetlerin yakıt fiyatlarından bağımsız olarak belirli bir talep düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Benzin kaynaklı emisyonlar, motorin kaynaklı emisyonlara göre daha düşük düzeyde gerçekleşmesine rağmen 2021–2024 döneminde istikrarlı bir artış eğilimi sergilemiştir. Bu süreçte benzin tüketimi kaynaklı emisyonlar 41307,07 ton CO_{2e}'den 68208,26 ton CO_{2e} seviyesine yükselmiştir. Söz konusu artışın, motorin fiyatlarının benzine kıyasla daha yüksek oranlarda artması sonucunda tüketicilerin bireysel araç tercihlerinde benzinli motorlara yönelmeleriyle ilişkilendirilmektedir.

3.2. Elektrik Tüketimi Kaynaklı Emisyonlar

Osmaniye ilinin emisyon envanterinde elektrik tüketimi, ilin sanayi yapısı ve iklim koşulları nedeniyle en yüksek emisyon hacmine sahip enerji türü olarak öne çıkmaktadır. Elektrik tüketiminden kaynaklanan emisyonlar aydınlatma, konut, kamu ve özel kurumlar ile sanayi sektörü kapsamında analiz edilmiştir. Şekil 5'te 2021-2024 yılları için elektrik tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyonları gösterilmiştir.



Şekil 5. 2021-2024 yılları arası elektrik tüketimi kaynaklı sektörel sera gazı emisyonları

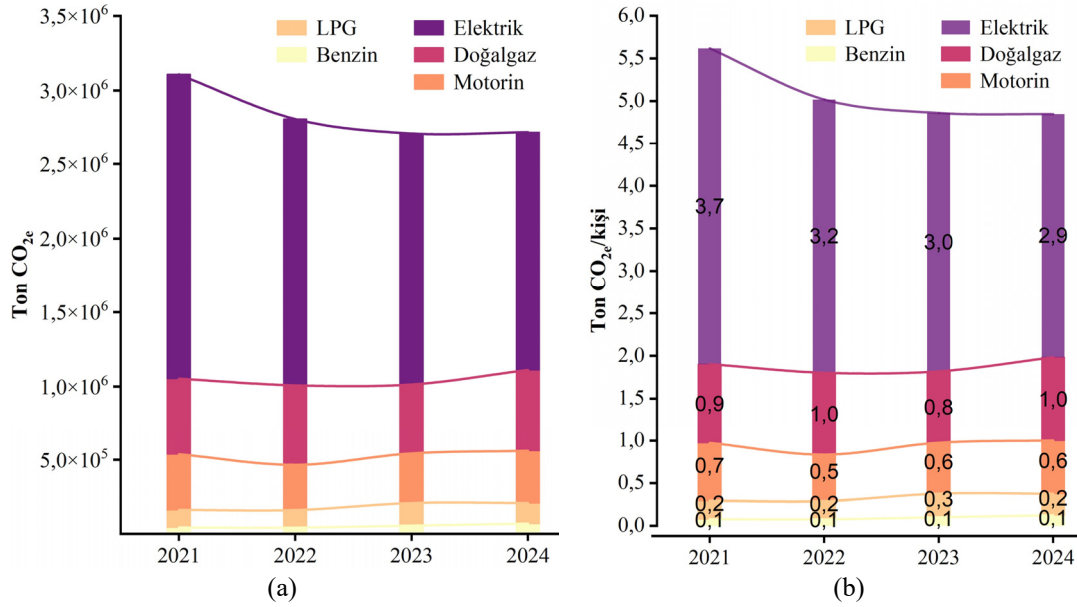
Elektrik kaynaklı emisyonların sektörel dağılımı incelendiğinde, sanayi sektörünün tüm yıllar boyunca en önemli emisyon kaynağı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, 2021 yılından 2024 yılına doğru sanayi sektöründen kaynaklanan emisyonlarda belirgin bir azalış eğilimi dikkat çekmektedir. 2021 yılında 1743220,94 ton CO_{2e} olarak hesaplanan sanayi sektörü emisyonları, 2024 yılında 1186464,01 ton CO_{2e} seviyesine gerilemiştir. Bu düşüş, bölgedeki sanayi kuruluşlarının 2026 yılında yürürlüğe girmesi planlanan sınırdaki karbon düzenleme mekanizması ve ulusal emisyon hedefleri doğrultusunda enerji verimliliği uygulamalarını artırmasıyla açıklanmaktadır. Ayrıca sanayi sektöründe yüksek karbon yoğunluğuna sahip enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji sistemlerine yönelimin artmasının, elektrik talebi üzerindeki baskıyı azaltarak emisyonlardaki belirgin azalışta temel nedenlerden biri olabileceği değerlendirilmektedir.

Konut sektöründe elektrik tüketiminden kaynaklanan emisyonlar, sanayi sektörünün aksine incelenen dönemde istikrarlı bir artış eğilimi göstermiş ve 2024 yılında 248166,66 ton CO_{2e} ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Son yıllarda hava sıcaklıklarının yükselmesi ve güneşli gün sayısındaki artış, özellikle yaz aylarında yüksek enerji tüketimi gerektiren soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanımını artırarak söz konusu emisyon artışına neden olmuştur.

Kamu ve özel sektörlerde elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar, 2021'de 123668,27 ton CO_{2e} iken 2024 yılında 154099,80 ton CO_{2e} seviyesine ulaşmıştır. 2023 yılında yaşanan deprem felaketinin enerji altyapısında yarattığı geçici kesintilere rağmen yıllık toplamda emisyonların artış eğilimi devam etmiştir. İlde kamusal hizmet faaliyetlerinin artması ve kamu binalarında gerçekleştirilen iyileştirme ile yeniden yapılandırma çalışmaları, elektrik talebini artırarak emisyonlardaki yükselişte etkili olmuştur.

3.3. Genel Değerlendirme ve Emisyon Değişimlerinin Analizi

Osmaniye ilinin 2021–2024 dönemine ait toplam sera gazı emisyonları ve kişi başına düşen emisyon değerleri, ilin karbon yoğunluğunun sürekli bir değişim içinde olduğunu göstermektedir. 2021 yılında 3106535,25 ton CO_{2e} olan toplam emisyon hacmi, 2024 yılı itibarıyla %12,5'lik bir azalma göstererek 2718932,77 ton CO_{2e} seviyesine gerilemiştir. Şekil 6'da 2021-2024 yıllarında enerji türlerine göre oluşan toplam sera gazı emisyonları ve emisyonların kişi başına dağılımları gösterilmiştir.



Şekil 6. 2021-2024 yılları arası; (a) enerji kaynaklı toplam emisyonlar ve (b) kişi başına düşen toplam emisyonlar

Genel emisyon dağılımları incelendiğinde, elektrik tüketimine bağlı emisyonların tüm yıllar boyunca Osmaniye ilinin en baskın emisyon kaynağını oluşturduğu görülmektedir. Bununla birlikte, 2021–2024 döneminde elektrik kaynaklı emisyonlarda yaklaşık 447 bin ton CO_{2e} düzeyinde gerçekleşen azalış, toplam emisyonlardaki düşüşün temel belirleyicisi olmuştur. Söz konusu düşüş eğilimi, özellikle sanayi sektöründe enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaşması ve yenilenebilir enerji sistemlerine yönelimin artmasıyla ilişkilendirilebilir. Buna karşılık doğalgaz kaynaklı emisyonların artış göstermesi, il genelinde doğalgaz altyapısının genişlemesi ve konutlarda ısıtma amaçlı enerji talebinin yükselmesiyle açıklanmaktadır. Petrol ürünleri ve LPG kaynaklı emisyonlarda gözlenen dalgalanmalar ise büyük ölçüde küresel enerji fiyatlarındaki değişimler ile bölgede artan lojistik faaliyetlerin yarattığı yakıt talebine bağlı olarak şekillenmiştir. Bu bulgular, il düzeyinde emisyon dinamiklerinin yalnızca enerji tüketim türleri ile değil aynı zamanda ekonomik faaliyetler, enerji fiyatları ve afet sonrası gelişen bölgesel koşullarla da yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Kişi başına düşen emisyon değerleri, kentsel sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde temel göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda 2021 yılında kişi başına 5,61 ton CO_{2e} olan emisyon miktarı, izleyen yıllarda kademeli bir düşüş göstererek 2024 yılında 4,84 ton CO_{2e} seviyesine gerilemiştir. Toplam emisyonların 2023–2024 döneminde sınırlı bir artış göstermesine rağmen kişi başına düşen emisyonların azalmaya devam etmesi, nüfus artışına rağmen enerji verimliliği uygulamalarının ve emisyon azaltım faaliyetlerinin giderek arttığını göstermektedir.

4. SONUÇLAR

Osmaniye ili özelinde 2021–2024 dönemini kapsayan bu çalışma, enerji tüketimine dayalı sera gazı emisyon envanterini sektörel ve yakıt bazlı kategorilere ayırarak kapsamlı bir şekilde analiz etmiştir. ISO 14064-1 standardı ve IPCC metodolojisi doğrultusunda gerçekleştirilen hesaplamalar, özellikle sanayileşmenin fazla olduğu kentsel alanlarda enerji tüketimi ile emisyon değişimleri arasındaki ilişkiyi somut verilerle ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, incelenen dönemde ilin toplam emisyon hacminde net bir azalış gerçekleştiğini göstermiştir. İlde gerçekleşen emisyon düşüş eğilimi, enerji verimliliği uygulamalarının ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artması ile kentsel ölçekte emisyon azaltımının mümkün olduğunu göstermektedir. Araştırmada elde edilen temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Osmaniye'nin toplam emisyon hacmi 2021 yılından 2024 yılına kadar %12,5 oranında azalarak 2,71 milyon ton CO_{2e} seviyesine gerilerken, kişi başına düşen emisyon miktarı 5,61'den 4,84 ton CO_{2e} seviyesine düşmüştür.

- Osmaniye ilinde sera gazı emisyonlarını belirleyen en önemli enerji türünün elektrik tüketimi olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte elektrik kaynaklı emisyonların, özellikle sanayi sektöründe uygulanan enerji verimliliği önlemleri ve yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte 447485,09 ton CO_{2e} düzeyinde önemli bir azalış gösterdiği bulunmuştur. Bu durum, yoğun sanayi bölgelerinde emisyonların azaltılması açısından enerji verimliliği uygulamalarının ve yenilenebilir enerji yatırımlarının kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Ancak sanayi sektöründe elektrik kaynaklı emisyonlar azalmasına rağmen, üretim süreçlerinin temel yakıtlarından biri olan doğalgaza bağlı emisyonlar 2024 yılında 438936,76 ton CO_{2e} seviyesine ulaşmıştır. Bu bulgu, sanayi sektöründe emisyonların azaltılabilmesi için yalnızca elektrik tüketiminde verimlilik sağlanmasının yeterli olmadığını, aynı zamanda doğalgazın yerini alabilecek düşük karbonlu veya yeşil yakıt alternatiflerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının gerekli olduğunu ortaya koymuştur.
- Emisyonların oluştuğu bir diğer önemli kategori ise konutlar olarak bulunmuştur. 2021–2024 döneminde konutlarda doğalgaz kaynaklı emisyonlar %43, elektrik kaynaklı emisyonlar ise %44 oranında artış göstermiştir. Bu artış kentsel büyüme, deprem sonrasında tamamlanan yeni konut projeleri ve özellikle iklimlendirme ihtiyacındaki yükselişin enerji talebi üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Söz konusu bu artış eğilimi, yerel ölçekte emisyon azaltım hedeflerine ulaşılabilmesi için konutlardaki enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması ve düşük karbonlu teknolojilerinin teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir.
- Ulaştırma sektörü emisyonlarının küresel Brent petrol fiyatlarındaki değişimler, lojistik sektörünün yakıt talebi ve bireysel araç kullanım düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Nitekim 2022 yılında motorin kaynaklı emisyonlarda gözlenen %19'luk belirgin azalış, aynı dönemde Brent petrol fiyatlarında yaşanan artışın yakıt tüketimi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak Osmaniye ili emisyon verileri, Türkiye'nin 2030 ve 2050 iklim hedeflerine ulaşabilmesi için yalnızca sanayi sektöründeki teknolojik dönüşümlerin yeterli olmayacağını ortaya koymuştur. Sanayi sektöründe enerji verimliliği uygulamalarının daha da artırılması ve düşük karbonlu üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, konutlardaki hızla artan enerji talebinin etkin biçimde yönetilmesi ve ulaşım sektöründe fosil yakıt bağımlılığını azaltacak sürdürülebilir ulaşım sistemlerine geçişin hızlandırılması da emisyon azaltım stratejilerinin temel konuları arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, kent ölçeğinde enerji verimli yapı uygulamalarının yaygınlaştırılması, sanayi ve konut sektörlerinde yenilenebilir enerji sistemlerinin daha etkin biçimde kullanılması ve düşük karbonlu ulaşım altyapısının geliştirilmesi, uzun vadeli karbon azaltım hedeflerine ulaşılmasında kritik bir rol oynayacaktır.

5. KAYNAKLAR

1. Yigit, M.G. & Ozdamar, Z. (2024). Determining ecological footprints for sustainable cities; sample of Sakarya city. *Environment, Development and Sustainability*, 28(2), 4697-4714.
2. Yanıktepe, B. ve Kara, O. (2021). Üç farklı dağılım yöntemleri kullanarak rüzgar enerjisi potansiyelinin tahmin edilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 359-368.
3. Öncel, A., Kabasakal, A., Kutlar, A. & Acar, S. (2023). Energy consumption, economic growth and Ecological footprint relationship in the top Russian energy importers: a panel data analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 21019-21052.
4. Aladağ, İ. ve Yanıktepe, B. (2022). Fotovoltaik bir panelin matlab@simulink ile modellenmesi ve dış ortam koşullarındaki davranışının incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(2), 471-481.
5. Doust, M. & Otkur, M. (2023). Carbon footprint comparison analysis of passenger car segment electric and ICE propelled vehicles in Kuwait. *Alexandria Engineering Journal*, 79, 438-448.
6. Tokmakçı, M., Bilgili, M. ve Pınar, E. (2025). Küresel iklim değişikliği ve iklim göstergelerindeki tarihsel eğilimler. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 40(1), 124-140.
7. Alrukaibi, F., Alrukaibi, D., Alburait, A. & Al-Mutairi, A. (2021). The impact of congestion charging technique on traffic flow and atmospheric pollution in Kuwait city. *Journal of Engineering Research*, 9(1), 51-62.
8. Fasogbon, S. & Igboabuchukwu, C. (2024). Real-time carbon footprint assessment based on energy consumption: A comprehensive review for future research prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 192, 114225.

9. Yavuz, A.B., Kara, O. ve Yanıktepe, B. (2023). Karbon ayak izi tespiti: Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1523-1530.
10. Gürsel, S. (2025). Havaalanlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının sürdürülebilirlik ile ilişkisi. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39, 65-82.
11. Demir, A. (2022). Turkey evaluation at the Paris Agreement and the 26th Conference of the Parties (COP 26): obligations and responsibilities. *Biological Diversity and Conservation*, 15(2), 162-170.
12. Can, A., Atımtay, A.T. & Tokdemir, T. (2025). CO₂ emission inventory in Türkiye and estimation of CO₂ concentration over Türkiye by using dispersion modelling. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 13(1), 308-329.
13. Naimoğlu, M. (2022). The impact of nuclear energy use, energy prices and energy imports on CO₂ emissions: Evidence from energy importer emerging economies which use nuclear energy. *Journal of Cleaner Production*, 373, 133937.
14. SBB, (2024). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. *Yıllık Ekonomik Rapor*.
15. TP Petrol Dağıtım A.Ş. (2026)., *Geçmiş dönem akaryakıt fiyatları*. <https://www.tppd.com.tr/gecmis-akaryakit-fiyatları>. Erişim tarihi: 15.02.2026.
16. Gursoy Haksevenler, B.H. (2024). Towards carbon neutral cities: An insight for Istanbul, Turkey. *Sustainable Development*, 33(1), 717-732.
17. Pashaei, S. & An, C. (2024). Assessment of urban greenhouse gas emissions towards reduction planning and low-carbon city: a case study of Montreal, Canada. *Environmental Systems Research*, 13, 12.
18. O'Regan, A.C. & Nyhan, M.M. (2023). Towards sustainable and net-zero cities: A review of environmental modelling and monitoring tools for optimizing emissions reduction strategies for improved air quality in urban areas. *Environmental Research*, 231, 116242.
19. Öztürk, S. ve İbik, T. (2025). Sürdürülebilir kalkınma, iklim değişikliği ve ulaşım sektöründe CO₂ emisyonu: Ege bölgesi örneği. *İzmir İktisat Dergisi*, 40(3), 790-813.
20. Hamidy, S.M., Zenginoğlu, A. ve Karamancıoğlu, H. (2025). Sürdürülebilir kalkınma amaçları kapsamında Türkiye'nin karbon emisyonu ve ekolojik ayak izi tahmini. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 40(4), 827-841.
21. Demirci, M.O ve Aydın, S. (2025). Metal sektörü kurumsal karbon ayak izi: Asansör üretim fabrikası örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(4), 1293-1302.
22. Turan, M. ve Çakmakçı, Ö. (2025). Kamu kurumlarında sera gazı envanteri hazırlama: Pamukkale belediyesi örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Ermenek Akademi Dergisi*, 1(1), 28-33.
23. Tosun, G. ve Tunç Dede, Ö. (2024). Karbon ayak izi hesaplamalarında enerji tüketiminin örnek bir çalışma ile incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(2), 932-943.
24. İbik, T. (2025). Ulaşım sektörünün hava kirliliği ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi: Akdeniz bölgesi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 16(45), 324-342.
25. EPDK, (2025). T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. *Yıllık sektör raporu*, Ankara.
26. ETKB, (2024). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. *Ulusal sera gazı emisyon envanteri*.
27. TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. *İllere göre yıllık nüfus artış hızı*, Ankara.
28. IPCC, (2023). *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.
29. IPCC, (2006). 2006 *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
30. (2024). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. *Türkiye ulusal elektrik şebekesi emisyon faktörü*.

