



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

### Ulaşım Kaynaklı Emisyonların Çevresel Etkilerinin ve İnsan Sağlığına Yansımalarının İncelenmesi: Ege Bölgesi Örneği<sup>†</sup>

Tarık ÖZDEMİR<sup>\*1</sup>, Emine Didem EVCİ KİRAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinler arası Çevre Sağlığı Anabilim Dalı, 09010, Aydın, Türkiye

<sup>2</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, 09010, Aydın, Türkiye  
Tarık ÖZDEMİR, [ORCID No: 0000-0002-3553-5705](https://orcid.org/0000-0002-3553-5705),

Emine Didem EVCİ KİRAZ, [ORCID No: 0000-0003-0090-5590](https://orcid.org/0000-0003-0090-5590)

\*Sorumlu yazar e-posta: [tarik.ozdemir@adu.edu.tr](mailto:tarik.ozdemir@adu.edu.tr)

#### Makale Bilgileri

Geliş: 01.02.2024  
Kabul: 05.06.2024  
Online Ağustos 2024

DOI:[10.53433/yyufbed.1429813](https://doi.org/10.53433/yyufbed.1429813)

#### Anahtar Kelimeler

Çevre ve insan sağlığı,  
Ege Bölgesi,  
Kara yolu ulaşımı  
emisyonları,  
Tier 1

**Öz:** Bu araştırma, Ege Bölgesi'ndeki Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak illerinin 2010 ve 2019 yıllarına ait kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını ve bunların çevre ile insan sağlığına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. İki farklı yöntem kullanılmıştır. İlk yöntemde veriler, EPDK raporları ile TÜİK aracılığıyla toplanmış ve belirlenen illerde 2010 ve 2019 yılları arasındaki sera gazı emisyon verileri IPCC tarafından geliştirilen Tier 1 yöntemi ile analiz edilmiştir. İkinci yöntemde ise, Ocak 2017 ve sonrasında literatür taraması sonucunda elde edilen, Türkiye'deki taşımacılık kaynaklı emisyonların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen gözlemsel çalışmaların verileriyle, sistematik derleme yöntemi kullanılarak incelenmiştir. İlk kısımda, sekiz şehirdeki sera gazı emisyonlarının 2010'da 8,224.04 Gg CO<sub>2</sub> eşdeğeri olduğu ve 2019'da %72.14 artarak 14,151.43 Gg CO<sub>2</sub> (e.)'e ulaştığı tespit edilmiştir. İkinci kısımda ise, Türkiye'deki taşımacılık kaynaklı emisyonların insan ve çevre sağlığına etkisini gösteren 2017 ve sonrasındaki nitel sentez için uygun olduğu görünen 14 çalışmanın bulguları özetlenmiştir. Sistematik derlemeye dahil edilen çalışma sonucunda elde edilen bulguların, kara yolu ulaşımından kaynaklı emisyonların, insan ve çevre sağlığı üzerine etkili olabileceğini gösterir önemli kanıtlara dayalı araştırmaların olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının Ege Bölgesi'nde önemli ölçüde arttığı ve bu emisyonların insan ve çevre sağlığı üzerinde ciddi etkileri olabileceği belirlenmiştir. Araştırma, Paris Anlaşması hedeflerine uygun olarak kara yolu ulaşımından kaynaklanan emisyonları azaltmak için alınacak önlemlerin ve alternatif taşımacılık seçeneklerinin belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

### Examination of the Environmental Impacts and Human Health Reflections of Transportation-Related Emissions: A Case Study of the Aegean Region

#### Article Info

Received: 01.02.2024  
Accepted: 05.06.2024  
Online August 2024

**Abstract:** This research was conducted to examine the greenhouse gas emissions resulting from road transportation in Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla and Uşak provinces in the Aegean Region between 2010 and 2019 and their effects on the environment and human health. Two different methods were used. In the first method, data was collected through EMRA reports and

<sup>†</sup> Bu çalışma, birinci yazarın "Ege Bölgesindeki Şehirlerin Ulaşım Kaynaklı Emisyonların Analizi; Emisyonların Çevre ve İnsan Sağlığına Etkisi: Sistematik Derleme" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

DOI:10.53433/yyufbed.1429813

### Keywords

Aegean region,  
Environmental and human  
health,  
Road transportation  
emissions,  
Tier 1

TÜİK, and greenhouse gas emission data between 2010 and 2019 in the specified provinces were analyzed with the Tier 1 method developed by IPCC. In the second method, data from observational studies examining the effects of transportation-related emissions on the environment and human health in Turkey, obtained as a result of literature review in January 2017 and later, were examined using the systematic review method. In the first part, it was determined that greenhouse gas emissions in eight cities were 8,224.04 Gg CO<sub>2</sub> equivalent in 2010 and increased by 72.14% in 2019, reaching 14,151.43 Gg CO<sub>2</sub> (e.). In the second part, the findings of 14 studies that appear to be suitable for qualitative synthesis in 2017 and later, showing the effects of transportation-related emissions on human and environmental health in Turkey, are summarized. It has been concluded that the findings obtained as a result of the study included in the systematic review are significant evidence-based research showing that emissions from road transportation can have an impact on human and environmental health. As a result, greenhouse gas emissions from road transportation have increased significantly in the Aegean Region. and it has been determined that these emissions may have serious effects on human and environmental health. The research contributes to the determination of measures to be taken and alternative transportation options to reduce emissions from road transportation in line with the Paris Agreement targets.

## 1. Giriş

Hava kalitesi; sıcaklık, volkanik etkinlikler, rüzgarlar ve kum fırtınaları gibi doğal kaynaklar ile araç egzozları, kömürlü termik santraller ve endüstriyel işlemler gibi insan kaynaklı faktörlerden etkilenmektedir. Bir bölgedeki hava kalitesi, atmosferde bulunan kirletici maddelerin yoğunluğuna göre değerlendirilmektedir. Kirletici maddelerin normalden fazla olması hava kirliliğine ve hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (Umutlu, 2023). Hava kirliliği “atmosfere zararlı miktarda kirleticilerin karışması sonucu insanları ve çevreyi olumsuz etkileyen bir durum” olarak ifade edilmektedir. Atmosferde katı, sıvı ve gaz halinde bulunan kirletici unsurların insan sağlığı, canlı yaşamı ve ekolojik dengeye zarar verebilecek veya yaşamdan yararlanmanın engellenebilecek miktar veya süre boyunca bulunması durumunu ifade etmektedir (Yazıcı ve ark., 2010). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), hava kirliliğini iç veya dış mekân atmosferinin doğal özelliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik maddeyle kirlenmesi olarak tanımlamaktadır (WHO, 2019).

Hava kirliliğine sebep olan etkenler doğal ve yapay etkenler olarak iki ayrı grupta incelenmektedir. Orman yangınları, volkanik faaliyetler ve toz bulutları hava kirliliğini etkileyen başlıca doğal faktörlerdir. Hava kirliliğindeki neden olan insan kaynaklı yapay etkenler ise enerji santrallerinin bacaları, üretim tesisleri (fabrikalar), atık yakma tesisleri, tarım ve orman yönetiminde kullanılan kimyasallar, depo sahalarındaki atıklardan oluşan metan gazları ile motorlu taşıtlar olabilmektedir (Choudhary & Garg, 2013). Hava kirliliği genellikle partikül madde (PM), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), azot oksitler (NO ve NO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), toz, is ve duman gibi kirleticilerden oluşmaktadır (Menteşe, 2017). Hava kirliliği, erken ölümler, kalp hastalıkları, akciğer kanseri ve çeşitli solunum hastalıkları gibi ciddi akut ve kronik sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Aksoy ve ark., 2021). Hem açık havada hem de kapalı mekânlarda oluşan hava kirliliği, solunum yolu ve diğer hastalıklara yol açarak morbidite ve mortalitenin önemli nedenlerinden biridir (WHO, 2019). Atmosferik kirleticiler, insan sağlığına ve ekosistemlere ciddi etkileri olan hava kirliliği sorunlarını oluşturmaktadır. Bu problemler, özellikle ekonomik faaliyetlerin ve yoğun insan aktivitelerinin olduğu kentsel alanlarda daha açık bir şekilde görülmekte ve ulaşımın bunda önemli payı bulunmaktadır (TMMOB, 2022). Motorlu araçların emisyonları, bu kirliliğin artmasında önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır (Cuci & Polat, 2015). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla artan ulaşım talebi, gelecekte sera gazlarının olumsuz etkilerinin artmasına neden olmaktadır (Ötken & Gümüşay, 2010).

Kentsel alanlarda trafik, hava kirliliğinin ana kaynaklarından biridir. Araç egzozları, atmosferde oluşan ikincil kirleticiler, araçlardan buharlaşan emisyonlar ve yanma dışı emisyonlar (örneğin, yol tozu, lastik aşınması), trafik kaynaklı hava kirliliği olarak adlandırılan sorunu oluşturmaktadır (Matz ve ark., 2019). Benzin, motorin ve LPG gibi fosil yakıtların yoğun kullanımı, karbon emisyonlarının artmasına yol açmaktadır (Kılıç ve ark., 2021). Geleneksel benzinli ve dizel motorların egzoz emisyonlarının temel

bileşenleri, karbonmonoksit (CO), azot oksit (NO<sub>x</sub>), hidrokarbon (HC) ve partikül madde (PM) olarak listelenebilir. CO, NO<sub>x</sub>, HC ve PM yanma sürecinden kaynaklanırken, SO<sub>x</sub> ve kurşun bileşikleriyakıtın kendisinden kaynaklanan kirleticilerdir. Benzinli motorlarda CO ve HC genellikle daha yüksek seviyelerde bulunurken, dizel motorlarda özellikle PM ve NO<sub>x</sub> oluşumu problemlere neden olmaktadır (Uyumaz ve ark., 2017). Bu emisyonlar içerisinde motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarının önemli bir paya sahip olduğu kabul edilmektedir. Motorlu taşıtlarda kullanılan fosil yakıtların yanması sonucunda, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), azot oksit (NO<sub>x</sub>) ve su buharı (H<sub>2</sub>O) gibi bileşikler oluşur. Ancak ideal koşullar sağlanamadığından tam yanma gerçekleşmediği için diğer kirletici maddeler de ortaya çıkmaktadır. Motorlu taşıtların egzoz gazlarında olefinler, parafinler, aromatikler gibi yanmamış hidrokarbonlar, kısmen yanmış hidrokarbonlar olan aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, kurşun bileşikleriy ve partikül maddeler bulunmaktadır (Kelen, 2014).

Kara yolu taşımacılığı, özellikle yoğun nüfuslu şehirlerde hava kirliliğinin önemli bir nedenidir. Avrupa Çevre Ajansı'na göre, Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinde kara yolu taşımacılığının hava kirliliğine katkısı %28 azot oksit (NO<sub>x</sub>), %7.7 partikül madde (PM<sub>10</sub>) ve %10 PM<sub>2.5</sub> olarak belirlenmiştir (Aksoy ve ark., 2021). Türkiye'de 2018 yılında kara yolu araçlarından kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonları 78.907 kton olarak tahmin edilmiş ve bu miktar toplam emisyonun %15'ini oluşturmuştur. Bu nedenle, Türkiye'deki kara yolu taşımacılığı temelli emisyonlar hem halk sağlığına hem küresel ısınmaya hem de kentsel hava kalitesine önemli ölçüde olumsuz yönde etki etmektedir (Aksoy ve ark., 2021).

Türkiye'deki gelişmişlik düzeyinin yükselmesiyle birlikte motorlu taşıt sayısının artması beklenirken, Yoğun nüfusa sahip illerde trafik kaynaklı hava kirliliğinde önemli bir artış öngörülmektedir (Behçet & Yakın, 2020). Kara yolu taşımacılığında kaynaklanan sera gazı emisyonları, başlıca çeşitli araç türlerinde meydana gelmektedir. Motosikletlerden otomobillere, kamyonlardan kamyon-treyler kombinasyonlarına, traktörlerden otobüslere kadar geniş bir yelpazede kullanılan benzin ve dizel yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Bu emisyonların yaklaşık %60'ı yolcu seyahatlerinden, geri kalan %40'ı ise yük taşımacılığında kaynaklanmaktadır (Dündar, 2021). Türkiye'deki karbondioksit emisyonlarının %23'ü taşımacılık sektöründen kaynaklanır ve bu miktarın %90'ından fazlası kara yolu taşımacılığında gelmektedir (Teimourzadehy ve ark., 2023).

Türkiye'de Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından her yıl yayınlanan Çevresel Göstergeler Raporu'na göre, ulaştırmadan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının en büyük payının karayollarındaki ulaştırma faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ulaştırma türüne göre sera gazı emisyonu (kiloton CO<sub>2</sub> eş değeri), (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023)

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020
<b>Toplam</b>	26.969	34.113	36.465	42.041	45.392	75.798	84.617	82.428	80.680
<b>Havayolu</b>	923	2.775	3.099	4.089	2.862	4.205	3.688	3.509	2.164
<b>Kara yolu</b>	24.777	29.760	31.850	35.532	39.941	69.309	78.907	76.720	76.601
<b>Demiryolu</b>	721	768	713	757	517	480	435	400	323
<b>Denizyolu</b>	509	726	623	1.299	1.682	1.147	931	1.217	1.264
<b>Diğer Ulaştırma</b>	39	83	180	364	390	656	657	581	328

Bu verilere göre, Türkiye'de ulaştırma sektöründeki sera gazı emisyonlarının çoğunluğu kara yolu taşımacılığında kaynaklanmakta ve bu emisyonlar zamanla artmaktadır. 1990'da kara yolu emisyonları 24.777 kiloton CO<sub>2</sub> eşdeğerindeyken, 2020'de 76.601 kiloton CO<sub>2</sub> eşdeğerine yükselmiştir (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

Ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılmasına yönelik çabalar çeşitli uluslararası antlaşma ve sözleşmelerde ele alınmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), Kyoto Protokolü, Paris Antlaşması, AB Yeşil Mutabakatı ve Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi ve AB, 8.Çevre Eylem Programı gibi protokol ve anlaşmalar, emisyonlara ilişkin standartlar oluşturmayı amaçlamıştır ve Türkiye de bazı antlaşmalara taraf olmuş ve taahhütlerde bulunmuştur.

Türkiye, Kyoto Protokolü'ne 2009 yılında katılmıştır, ancak 1997'de protokol kabul edildiğinde UNFCCC üyesi olmadığı için ayrı ayrı emisyon azaltım hedefleri belirlenmiş olan ülkelerin bulunduğu

Ek-B listesinde yer almamıştır. Bu nedenle, Türkiye'nin protokol kapsamında belirli bir sera gazı emisyon azaltma veya sınırlama taahhüdü bulunmamaktadır (Dışişleri Bakanlığı, 2023). Ancak 2015'te Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen ve sera gazı emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunarak küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında korumayı hedeflemiş olan Paris Anlaşması'nı, Türkiye imzalayarak kabul etmiş ve 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %41 oranında azaltma taahhüdünde bulunmuştur. Ayrıca, 2038 yılına kadar emisyonların en yüksek seviyeye ulaşmasını planlamaktadır (Dışişleri Bakanlığı, 2023). 2019 yılında ortaya çıkan, iklim değişikliğiyle mücadelede kapsamlı değişiklikler öngören bir strateji olarak dikkat çeken ve AB ülkelerini bağlayan bir eylem planı olan Yeşil Mutabakat, 2030 yılına kadar %55 oranında emisyon azaltımı hedefiyle, 2050 yılına kadar ilk iklim nötr kıta olmayı hedeflemektedir (Ticaret Bakanlığı, 2023). Avrupa Birliği (AB) 8. Çevre Eylem Programı kapsamında, iklim ve çevre hedeflerine ulaşmak amacıyla, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını doğal yutaklar aracılığıyla azaltma taahhüdünde bulunmuştur (EUR Lex, 2023). 2020 yılında AB tarafından yayınlanan 'AB Sürdürülebilir ve Akıllı Ulaşım Stratejisi' kapsamında, sürdürülebilir ve yeşil taşıma modlarının payını artırmak, demiryolu ve iç su yolu taşımacılığının oranını yükseltmek, sıfır emisyonlu araçların kullanımını başlatmak, elektrikli araç altyapısını geliştirmek ve çevre dostu taşıma sistemlerini teşvik etmek gibi önemli hedefler yer almaktadır. Ayrıca, 2050 yılına kadar ulaştırmadan kaynaklanan emisyonların %90 oranında azaltılması hedeflenmiştir (Ticaret Bakanlığı, 2022). Türkiye de ilgili kurumların katkılarıyla birlikte AB Yeşil Mutabakatı'na uyum sağlamak amacıyla bir eylem planı oluşturulmuştur. 2023 tarihinde kabul edilen On İkinci Kalkınma Planı'nda (2024-2028) da Türkiye'nin 2053 net sıfır hedeflerine yönelik olarak döngüsel ekonomiye geçişlerin sağlanarak yeşil dönüşümün gerçekleşmesi noktasında taahhütlerde bulunulmuştur (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Son olarak, Birleşik Arap Emirlikleri'nde gerçekleşen BM İklim Değişikliği Konferansı ile 1 Aralık 2023 tarihi itibarıyla 123 ülkenin onayladığı COP28 İklim ve Sağlık Deklarasyonu'nda, T.C. Cumhurbaşkanlığı makamı tarafından, Türkiye'nin 2053'e kadar net sıfır emisyon hedefini gerçekleştirmeyi planladığı belirtilmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının tarihî sorumluluğunun %1'in altında olmasına rağmen, 2053 yılı itibarıyla net sıfır emisyon hedefine ulaşma kararlılığı ve 2030'a kadar emisyon azaltımı hedefinin iki katına çıkarılması vurgulanmıştır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

Egzoz emisyon azaltım hedefleri ve bu doğrultuda oluşturulan standartlar, ülkeler ve bölgeler arasında farklılık gösterebilir. Her ülke veya bölgenin kendi belirlediği standartları bulunmaktadır. Örneğin, Avrupa Birliği'nde Euro emisyon standartları kullanılırken, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirlenen standartlar uygulanmaktadır. Euro emisyon standartları farklı seviyelerde (Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5, Euro 6 ve Euro 7 gibi) mevcuttur ve her seviye daha sıkı emisyon sınırlamalarını temsil etmektedir. ABD'de ise federal düzeyde Tier 1, Tier 2, Tier 3, LEV (Düşük Emisyonlu Araç) gibi standartlar kullanılmaktadır. Bu standartlar, otomobil üreticilerinin ve araç sahiplerinin araçlarını belirli emisyon limitlerine uygun hale getirmelerini zorunlu kılmaktadır (Crippa ve ark., 2019).

Türkiye'de egzoz emisyon denetimleri ve standartlarının belirlenmesi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkisindedir. 11/3/2017 tarihli 30004 sayılı "Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği" 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun ek 4'üncü maddesi ve 10 Temmuz 2018 tarihinde Resmî Gazete'de 30478 sayısı ile yayımlanan, 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesininin 103. maddesi temel alınarak hazırlanmıştır (Özdemir, 2024).

Türkiye'de egzoz emisyon ölçümleri, 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, 2872 Sayılı Çevre Kanunu, Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği ve TS 13231 Standardı'na uygun olarak yapılmaktadır. Euro emisyon standartlarına geçiş süreci 2001'de Euro 1 ile başlamıştır. Avrupa'da ise Euro standartlarının uygulanması 2005'e kadar Euro 2, Euro 3 ve Euro 4 olarak devam etmiştir. Türkiye'de yüksek maliyetler nedeniyle Euro 1'den Euro 4'e doğrudan geçilmiştir. 2008'de yayınlanan yönetmelikle, 1 Ocak 2009'dan itibaren Euro 4 standartlarına uymayan araçların satılmayacağı duyurulmuştur. Avrupa, 2009'da Euro 5'e geçmiş ve 2012'den itibaren Euro 4 araçların girişini yasaklamıştır. Bu karar, Türkiye'deki otomotiv sektöründe yeni bir sürecin başlamasına neden olmuştur. Avrupa 2014'te Euro 6'ya geçerken, Türkiye'deki geçişler 2016'da başlamıştır. Mevcut düzenlemede, Euro standartları binek araçlar ve ticari araçlar için farklılık gösterebilmektedir. Çizelge 2 ve Çizelge 3'te bu standart değerler aktarılmıştır (Parlak, 2017).

Çizelge 2. Dizel binek araçlar için Euro standartları emisyon değerleri

Standart	CO [g/km]	HC+NO <sub>x</sub> [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PM [g/km]
Euro 1	2.72	0.97	-	0.14
Euro 2	1.00	0.7	-	0.08
Euro 3	0.64	0.56	0.5	0.05
Euro 4	0.50	0.3	0.25	0.025
Euro 5a	0.50	0.23	0.18	0.000225
Euro 5b	0.50	0.23	0.18	0.000225
Euro 6	0.50	0.17	0.08	0.000225

Çizelge 3. Dizel ağır ticari araçların emisyon limitleri

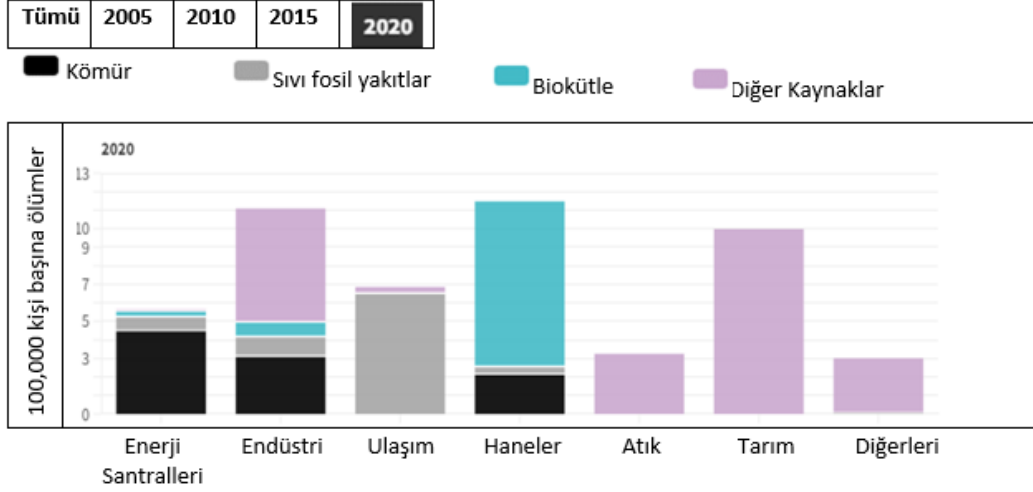
Standart	Tarih	Test	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	PM [g/kWh]
Euro 3	1990.10	ETC	3	0.4	2	0.02
	2000.1		5.45	0.78	5	0.16
Euro 4	2005.1	ETC	4	0.55	3.5	0.03
Euro 5	2008.1	ETC	4	0.55	2	0.03
Euro 6	2013.1	WHTC	4	0.16 <sup>d</sup>	0.46	0.01

Bu çalışmanın amacı, Ege Bölgesi'nde bulunan Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak şehirlerinin 2010 ve 2019 yıllarına ait kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyon miktarlarını belirlemek, şehirler arasındaki ulaşım emisyonlarını karşılaştırmak, ulaşımdan kaynaklanan emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisini değerlendirmek ve kara yolu kaynaklı emisyonları Paris Anlaşması hedeflerine uygun olarak azaltmak için alınması gereken önlemleri ve alternatif ulaşım seçeneklerini belirlemektir. Araştırmanın odak noktası, "Şehirlerde kara yolu ulaşımından kaynaklanan emisyonların çevresel etkileri nelerdir?" ve "Şehirlerde kara yolu ulaşımından kaynaklanan emisyonların insan sağlığına etkileri nelerdir?" sorularına cevap bulmaktır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar, sağlıklı kent planlaması yapan kurumlar, kuruluşlar ve akademisyenlere kanıt sağlayarak, şehir planlaması ve ulaşım politikalarının geliştirilmesi ile sürdürülebilirlik stratejilerinin oluşturulması gibi alanlarda önemli katkılar sunması beklenmektedir.

## 2. Ulaşımdan Kaynaklanan Emisyonların İnsan, Çevre ve İklim Değişikliğine Etkisi

Dünya genelinde, fosil yakıtların kara yolu taşımacılığının %95'ini oluşturduğu ve ulaşımdan kaynaklanan PM<sub>2.5</sub> kirliliğinin, yılda 460.000 ölüme neden olduğu bilinmektedir. Güvenli aktif seyahat ve sıfır emisyonlu toplu taşıma teşvik edilerek, emisyon azaltımı artırılabilir ve fiziksel aktivite ile yılda 3.2 milyon ölümün bazıları önlenir ([Lancet Report, 2023](#)).

Kirletici yakıtların sürekli kullanımı nedeniyle, evlerdeki hava kirliliği 2020'de 62 ülkede 100.000 kişi başına ortalama 140 ölüme yol açmıştır. Sadece 2020'de yakıttan kaynaklanan hava kirliliğinin 1.9 milyon ölüme sebep olduğu tahmin edilmektedir. Sektöre ve emisyon kaynağına bağlı olarak, 2020'de ulaşımda kullanılan sıvı fosil yakıtlardan kaynaklanan PM<sub>2.5</sub> ortam hava kirliliğine maruz kalmaya atfedilen ölüm oranı ise 100.000 kişi başına 6.52 ölüme denk geldiği tahmin edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Sektöre ve emisyon kaynağına göre küresel ölçekte, PM<sub>2.5</sub> kaynaklı ölüm oranları (Health and Climate Change Countdown Report, 2023).

## 2.1. Ulaşım emisyonlarının insan sağlığına etkisi

Hava kirliliğine maruz kalmak, solunum ve kardiyovasküler hastalıklar, kanser, şeker hastalığı, nörolojik bozukluklar ve olumsuz gebelik sonuçları gibi riski arttırmaktadır. Sera gazı emisyonlarının büyük çoğunluğu, hava kirliliğine önemli ölçüde katkıda bulunurlar. Fosil yakıtların yanmasıyla oluşan sera gazları, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini artırmakta ve anormal sıcak hava dalgalarının oluşmasına katkıda bulunabilmektedir. Lancet Sağlık ve İklim Değişikliği Geri Sayım 2023 Raporu'na göre, sıcak maruziyetin sıcaklıkla ilişkili hastalıkları, temel sağlık sorunlarını ve zihinsel sağlık sorunlarını ağırlaştırabileceği ve olumsuz gebelik ve doğum sonuçlarına neden olabileceği belirtilmiştir. Raporu, hassas nüfusun sıcak hava dalgalarına maruz kalma durumları detaylandırılmış ve 2013-2022 yılları arasında bebekler ve 65 yaşından büyük insanların ortalama olarak, 1986-2005 yıllarına kıyasla yılda ortalama %108 daha fazla sıcak hava dalgasına maruz kaldıkları tespit edilmiştir. 65 yaş üstü kişilerde sıcaktan kaynaklanan ölümler, 2000-2004 yılları arasında %85 artmıştır. Bebekler ve yaşlı yetişkinler, sıcak maruziyeti nedeniyle olumsuz sağlık etkilerine özellikle savunmasızdırlar (Lancet Report, 2023).

Magowan (2018) tarafından yapılan araştırma, trafik kaynaklı hava kirliliğinin solunum hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar, gebelik komplikasyonları, diyabet, nörolojik sağlık sorunları, artan hastane başvuruları ve ölüm riski gibi çeşitli olumsuz sağlık etkilerine neden olabileceğini belirtmektedir. Araştırma, bu etkilerin yaş, cinsiyet, etnik köken ve sosyo-ekonomik durum gibi kişisel faktörlere bağlı olarak değişebileceğini ve güvenli bir maruziyet seviyesinin belirlenmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

## 2.2. Ulaşım emisyonlarının çevre sağlığına etkisi

Zubair ve ark. (2023)'ün çalışması, trafik kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının çevre üzerindeki etkilerini şu şekilde sıralamaktadır:

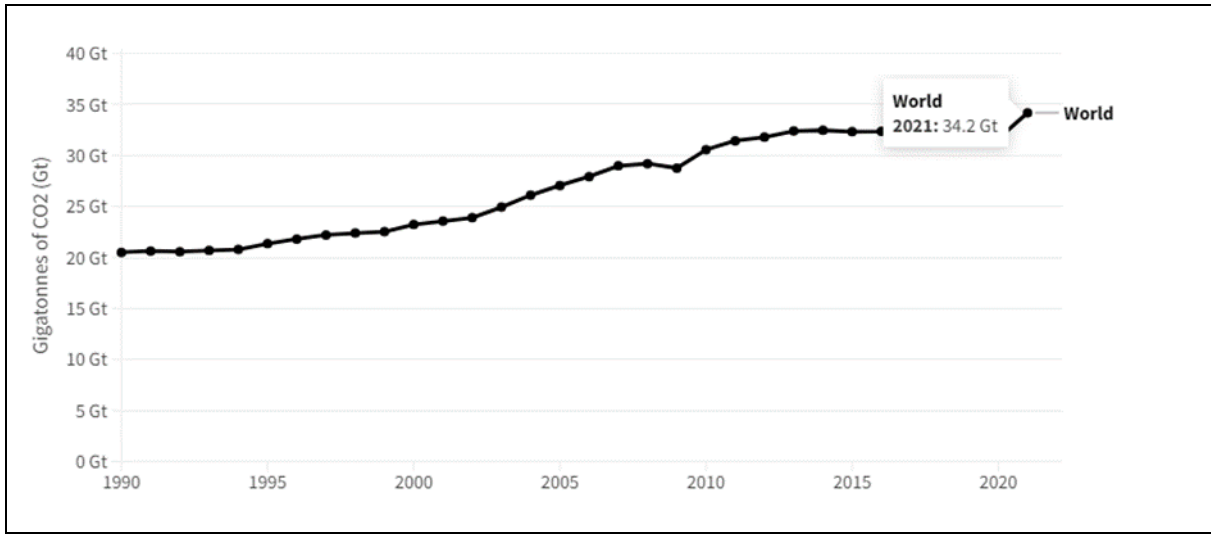
- ✓ **Küresel ısınma:** Trafik kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonları, atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyelerini artırarak küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır.
- ✓ **Hava kirliliği:** Trafik kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonları genellikle azot oksitler (NO<sub>x</sub>), PM ile uçucu organik bileşikler (VOC'ler) gibi diğer kirleticilerle birlikte gelerek hava kirliliğine ve insan sağlığına zararlı etkilere neden olabilmektedir.
- ✓ **İklim değişikliği:** Trafik kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonları iklim desenlerinde değişikliklere yol açarak ekosistemleri, tarımı ve insan yerleşimlerini etkileyebilir.
- ✓ **Okyanus asitlenmesi:** Salınan CO<sub>2</sub>'nin bir kısmı okyanuslar tarafından emilerek okyanus asitlenmesine neden olabilmektedir.

- ✓ **Biyolojik çeşitlilik kaybı:** Trafik kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının iklim değişikliği ve diğer çevresel etkilerle birlikte biyolojik çeşitliliğin kaybına ve türlerin yok olmasına katkıda bulunabilmektedir.

### 2.3. Ulaşım emisyonlarının iklim değişikliğine etkisi

Enerji üretimi ve kullanımıyla ilişkilendirilen farklı kaynaklardan atmosfere salınan sera gazları, küresel ısınma üzerinde önemli etkiye sahiptir. Ulaşım sektörü, bu gazların yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır ve halen fosil yakıtların (benzin, motorin, LPG) yoğun kullanımı karbon emisyonlarını artırmaktadır. Bu emisyonları azaltmak için alınabilecek önlemler arasında; çevre dostu motor teknolojilerinin teşvik edilmesi, otoyol kenarlarında ağaçlandırma faaliyetlerinin artırılması, seyahat sıklıklarının doğru planlanması, temiz enerji (hidrojen, elektrik vb.) kaynaklarının kullanımının genişletilmesi ve kişisel araç kullanımının yerine toplu taşımanın tercih edilmesi gibi önlemler alınabilir (Kılıç ve ark., 2021).

Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan CO<sub>2</sub> emisyonları, sera gazlarının iklim değişikliğine olan etkisini artırmaktadır. Türkiye'nin 2020'deki toplam CO<sub>2</sub> emisyon miktarı Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre 366.19 gigaton olarak kaydedilmiştir ve bu miktar, 1990'a kıyasla %184.40 oranında artış göstermiştir (International Energy Agency, 2023). Küresel ölçekte enerjiyle ilişkili CO<sub>2</sub> emisyonları 2022 yılında %0,9 oranında artarak tarihi seviyelere ulaşmıştır. Ülkelere, İnsani Gelişme Endeksi ve DSÖ bölgesine göre fosil yakıtlardan kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonları, 1990'da 20.5 gigaton iken, 2021 yılında 34.2 gigaton seviyesine yükselmiştir. 1990-2020 yılları arasında, fosil yakıtlardan kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarında sürekli bir artış gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ülkelere, insani gelişme endeksi ve DSÖ bölgesine göre fosil yakıtlardan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyon oranı (Health and Climate Change Countdown Report, 2023).

## 3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, iki farklı yöntem kullanıldığı için her materyal ve yöntem ayrı bir başlık altında verilmiştir.

### 3.1. Tier 1 yöntemine ilişkin materyaller

#### 3.1.1. Araştırmanın tipi ve özellikleri

Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak gibi belirlenen şehirlerdeki kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ve analizi kesitsel bir araştırmaya

dayanmaktadır. Bu analizde, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından geliştirilen Tier 1 yöntemi kullanılarak, emisyon hesaplamaları excel tabanlı bir bilgisayar programında gerçekleştirilmiştir.

### 3.1.2 Veri toplama araçları ve zaman aralığı

Ege Bölgesi'nde bulunan sekiz şehrin (Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak) kara yolu ulaşımından kaynaklanan 2010 ve 2019 yıllarına ait sera gazı emisyon miktarlarının tespiti ve Tier 1 yöntemi ile hesaplanması için gerekli olan yakıt satış miktarları, kamuoyuna açık yıllık Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) raporlarından elde edilmiştir. Ayrıca, sekiz şehrin 2010 ve 2019 yıllarına ait araç sayıları, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) resmi yazışma ve ücret karşılığı e-devlet bilgi talep yönetim sistemi aracılığıyla elde edilmiştir.

### 3.1.3. Araştırmanın evren ve örnekleme

Araştırmanın evrenini İstatistik Bölge Birimleri Sınıflaması'na (İBBS) göre Çizelge 4'de gösterilen Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehir oluşturmaktadır. İBBS'ye göre, iller Düzey-3 olarak tanımlanmaktadır. Coğrafi, ekonomik ve sosyal benzerlikler göz önünde bulundurularak komşu iller, bölgesel kalkınma planları ve nüfus büyüklükleri dikkate alınarak Düzey-1 ve Düzey-2 şeklinde gruplara ayrılmaktadır (4720 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı, 2002).

Çizelge 4. Ege Bölgesi'nin İBBS'na göre düzey kodları (Gökburun & Doğan, 2019)

Düzey-1		Düzey-2		Düzey-3	
Bölge Kodu	Bölge Adı	Bölge Kodu	Bölge Adı (Alt Bölge)	Bölge Kodu	Bölge Ad (İller)
TR3	Ege Bölgesi	TR31	İzmir alt bölgesi	TR310	İzmir
		TR32	Aydın alt bölgesi	TR321	Aydın
				TR322	Denizli
				TR323	Muğla
				TR331	Manisa
		TR33	Manisa alt bölgesi	TR332	Afyon
TR333	Kütahya				
				TR334	Uşak

Çalışmanın evrenini oluşturan sekiz şehrin 2020 yılı kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) oranları, yüz ölçümleri, 2021 yılı nüfusları, otomobil sayıları ve 2022 yılı toplam kara yolu uzunlukları Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. Ege Bölgesi'ndeki şehirlerin GSYH, yüz ölçümleri, toplam nüfus, toplam otomobil ve kara yolu uzunluğu (TÜİK, 2020; TÜİK, 2021a; TÜİK, 2021b; HGM, 2022; KGM, 2022)

İller	Kişi başına GSYH (\$)	Yüz Ölçümü (km <sup>2</sup> )	Toplam Nüfus	Toplam Otomobil Sayısı	Devlet ve İl Yolu Uzunluğu (km)
İzmir	9.945	11.891	4.425.789	863.140	1.239
Aydın	5.991	8.116	1.134.031	196.909	688
Denizli	7.693	12.134	1.051.056	215.984	820
Muğla	8.228	12.654	1.021.141	227.427	964
Manisa	8.444	13.339	1.456.626	231.013	1.052
Afyon	5.958	14.016	744.179	94.132	1.025
Kütahya	6.798	11.634	578.640	110.302	946
Uşak	7.455	5.555	373.183	70.835	484

Çalışmada evrenin tamamına ulaşılması hedeflendiğinden dolayı, örneklem seçilmemiş, evrenin tamamı incelenmiştir.



### 3.1.4. Araştırmaya dahil edilme

İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS)'na göre, Ege Bölgesi'nde bulunan tüm şehirler (Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak) çalışmaya dahil edilmiştir. Sekiz şehrin 2010 ve 2019 yıllarına ait sera gazı emisyonlarının tespiti için ise IPCC'nin belirlediği kara yolu taşımacılığına dair 1A3b kategorisi anahtar sektör olarak seçilmiş ve benzin, motorin, LPG gibi yakıt türleriyle çalışan araçlar analiz kapsamına alınmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yaklaşım için önerilen toplam analiz düzeyi (IPCC, 2006a)

Anahtarda Değerlendirilecek Kaynak ve Kategori Analizi		Değerlendirilen Gazlar
Kategori Kodu	Kategori Başlığı	
Enerji 1A3b	Yakıt Yakma Faaliyetleri -Taşımacılık – Kara yolu taşımacılığı	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>

### 3.1.5. Bağımlı ve bağımsız değişkenleri

Çalışmanın bağımlı değişkeni; ulaşımdan kaynaklı sera gazı emisyonudur. Bağımsız değişkenleri ise; yıl, araç tipi, toplam araç sayısı, şehirlerin nüfusları, şehirlerin yüz ölçümü, yakıt satış miktarlarıdır.

## 3.2. Sistemik derleme yöntemine ilişkin materyaller

### 3.2.1. Araştırmanın tipi ve özellikleri

Ulaşımdan kaynaklanan emisyonların çevre ve insan sağlığına etkileri, sistemik literatür derlemesi yöntemiyle incelenmiştir.

### 3.2.2. Veri toplama araçları

Türkiye'de ulaşımdan kaynaklanan emisyonların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini sistemik bir literatür taramasıyla ortaya koymak amacıyla gerekli akademik çalışmalar; Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed, Springer Link, TR Dizin ve DergiPark veritabanlarında "Turkey AND health AND (transport OR urban OR motor vehicle emissions OR air pollution)" anahtar kelimeleri kullanılarak toplanmıştır.

### 3.2.3. Araştırmaya dahil edilme

Sistemik derlemeye, Türkiye'de ulaşımdan kaynaklanan emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisini inceleyen gözlemsel çalışmalar dahil edilmiştir. Ocak 2017 ve sonrasında yapılmış, Türkçe ve İngilizce olarak yayımlanan, tam metin olarak açık erişimde bulunan çalışmalar çalışmaya alınmıştır.

## 3.3. Veri analiz yöntemi

Çalışmada kullanılan Tier 1 yöntemi ile sistemik derleme yöntemi ayrı bir başlık altında verilmiştir.

### 3.3.1. Tier 1 analiz yöntemi

Şehirlerin sera gazı emisyon hesaplamaları için IPCC metodolojisi ve Tier yaklaşımları baz alınmıştır. IPCC Kılavuzları, ülkelerin sera gazı envanterlerini oluşturma ve raporlama süreçlerinde kullandıkları yöntemleri kapsamaktadır ve bu kılavuzlar, sözleşmeye taraf ülkelerin hedeflerine ulaşmalarına destek sağlamaktadır. Enerji, endüstri, tarım, orman kullanımı, atık yönetimi ve diğer alanlardaki sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında bu yöntemler kullanılmaktadır. IPCC, ulusal

envanterlerin oluşturulmasında kullanılmak üzere emisyon faktörleri sunmakta ve bu faktörlerin yerel koşullara uyarlanmasını tavsiye etmektedir (IPCC, 2006a; Çerçi, 2021).

IPCC TIER, sera gazı emisyonlarını tahmin etmek için geliştirilen bir sistemdir. Üç seviyeden oluşmaktadır. Seviye 1 en basit ve yaygın olanıdır, varsayılan emisyon faktörleri ve etkinlik verilerini kullanır. Seviye 2, ülkeye özgü verileri kullanırken, Seviye 3 daha ayrıntılı ve karmaşık modellerle çalışmaktadır. Bu sistem, ülkelerin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) sera gazı emisyonlarını bildirmek için kullandığı bir standarttır (Cardinael ve ark., 2018; Iturbide ve ark., 2020). Tier 1 yöntemi, yanma emisyonlarını tahmin etmek için yakıt miktarları ve emisyon faktörlerini temel alır. Özellikle CO<sub>2</sub> gibi sera gazları için emisyon faktörleri genellikle yakıtın karbon içeriğine bağlıdır ve yanma koşullarının etkisi azdır. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> emisyonlarının tahmini, yakılan yakıt miktarı ve yakıtların karbon içeriğine dayanarak oldukça doğru bir şekilde yapılabilmektedir (Çerçi, 2021).

IPCC Tier 1 yöntemi, öncelikle anahtar sektörün belirlenmesini ve o sektörde hangi gazların hesaplamaya dahil edileceğini istemektedir. Bu bağlamda, çalışmada kara yolu taşımacılığında kaynaklanan yakıt yakımı ele alınmış ve IPCC tarafından belirlenmiş olan Çizelge 6'daki 1A3b kategorisi anahtar sektör olarak seçilmiştir. Sonrasında, her bir kayıt türü olan benzin, dizel ve LPG'li araçlar için CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O gazlarından kaynaklanan emisyonlar hesaplanmış ve değerler toplanmıştır. Elde edilen bu değerler, her yakıt türünün emisyon miktarını vermektedir. Tüm yakıt türlerine (benzin, dizel, LPG) ait emisyon verileri toplanarak, toplam emisyon miktarına ulaşılmaktadır (IPCC, 2006a). Bu itibarla, çalışmanın birinci basamağı için kullanılan Tier 1 yöntemi ile aşağıda belirtilen formüle göre Excel tabanlı program ile IPCC tarafından geliştirilen değerler baz alınarak aşağıdaki sırayla hesaplanmıştır (Dündar, 2021):

Enerji tüketim miktarına ulaşmak için, her bir yakıt türüne ilişkin tüketim miktarları, ilgili dönüşüm faktörüyle çarpılır:

$$\text{Enerji Tüketimi [TJ]} = \text{Yakıt Tüketimi [t]} \times 10^{-3} \times \text{Dönüşüm Faktörü} \left[ \frac{\text{TJ}}{\text{kt}} \right] \quad (1)$$

Karbon içeriğini hesaplamak için, enerji tüketim miktarları, ilgili karbon emisyon faktörüyle çarpılır:

$$\text{Karbon İçeriği [Gg C]} = \text{Karbon Emisyon Faktörü} \left[ \frac{\text{t-C}}{\text{TJ}} \right] \times \text{Enerji Tüketimi [TJ]} \times 10^{-3} \quad (2)$$

Karbon emisyon miktarını hesaplamak için, karbon içeriği CO<sub>2</sub> için ilgili oksitlenme oranı, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O için küresel ısınma katsayısıyla çarpılır:

$$\text{Karbon Emisyonu [Gg C]} = \text{Karbon İçeriği [Gg C]} \times \text{Oksitlenme Oranı (Küresel Isınma Kat Sayısı)} \quad (3)$$

Sera gazı emisyon miktarını CO<sub>2</sub>e. cinsinden hesaplamak için, hesaplanan karbon emisyon miktarı karbondioksit ile karbonun molekül ağırlığı oranı çarpılır:

$$\text{Sera Gazı Emisyonu [Gg CO}_2\text{e.]} = \text{Karbon Emisyonu [Gg C]} \times \text{Molekül Ağırlığı Oranı} \quad (4)$$

Çizelge 7. Tier 1 yönteminde kullanılan değerler (IPCC, 2006b; IPCC, 2023)

Yakıt	Dönüşüm Faktörü	Karbon Emisyon Faktörü (kg/TJ)		Oksitlenme Oranı		Küresel Isınma Kat Sayısı		Molekül Ağırlığı Oranı
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
<b>Benzin</b>	44.3	18.9	33	3.2	0.99	28	265	44/12
<b>Motorin</b>	43.0	20.2	3.9	3.9	0.99	28	265	44/12
<b>LPG</b>	47.3	17.2	62	0.2	0.95	28	265	44/12

Yukarıda anlatılan Tier 1 hesaplamasında, her bir yakıt türü (benzin, motorin, LPG) için her bir gazdan (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) kaynaklanan emisyonlar ayrı ayrı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar toplanmak suretiyle toplam sera gazı emisyon miktarı elde edilmiştir. Bu surette tüm şehirlerin dokuz yıllık sera gazı emisyon miktarlarında gerçekleşen değişimler elde edilmiştir.

### 3.3.2. Sistematik derleme yöntemi

Çalışmada, ulaşımdan kaynaklanan emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisinin sistematik literatür derlemesi ile ortaya konması, sistematik derleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sistematik derleme, alanlarında uzman kişiler tarafından gerçekleştirilen benzer yöntemlerle yapılmış bir dizi araştırmanın yapılandırılmış ve ayrıntılı bir incelemesi olarak tanımlanmaktadır. Sistematik derleme, belirli bir klinik soruya cevap veya bir soruna çözüm üretmek için tüm çalışmaların detaylı bir şekilde tarandığı ve derlemeye alınacak çalışmaların belirlendiği, araştırmaların kalitesinin değerlendirildiği bir yöntemdir (Karaçam, 2013).

Sistematik derleme çalışmanın yürütülmesinde PRISMA Bildirimi (PRISMA Statement–Sistematik Derleme ya da Meta-analiz Araştırma Raporunun Yazımında Bulunması Gereken Maddelerle İlgili Kontrol Listesi baz alınmıştır (Moher ve ark., 2009). Sistematik bir derleme hazırlamak için yedi aşamalı bir süreç izlenir. Bu aşamalar; işin tanımlanması, bilgi taraması, kanıtın değerlendirilmesi ve analizi, veri çekme ve analiz, sonuçların sunumu, sonuçların yorumlanması ve raporlama ile yayınlama aşamalarıdır. Bu adımlar, sistematik bir derlemenin güvenilirliğini ve doğruluğunu artırmaya yardımcı olmaktadır (Karaçam, 2013).

Bu çalışmada, sistematik derleme yöntemi yedi aşamalı bir sürece göre yürütülmüştür. Bu aşamalar şunlardır:

1. Uygunluk Kriterleri,
2. Tarama Stratejisi,
3. Çalışmaların Seçimi,
4. Çalışmaların Metodolojik Kalitesinin Değerlendirilmesi,
5. Verilerin Çekilmesi,
6. Pilot Çalışma,
7. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma için, sistematik derleme kapsamında uygun olan çalışmalar, aşağıdaki kriterlere (PICOS) göre belirlenmiştir:

- **Çalışma grubu (P: Patient):** Çevre ve insanlar
- **Müdahale (I: Intervention):** Kara yolu ulaşımdan kaynaklanan emisyonlar
- **Karşılaştırma (C: Comparison):** -
- **Sonuçlar (O: Outcomes):** Sağlık sonuçları (solunum sistemi, kalp damar hastalıkları, astım, akciğer kanseri vb.); Çevre sonuçları (iklim değişikliği, hava kalitesi, biyoçeşitlilik ve bitki örtüsüne ilişkin sonuçlar)
- **Çalışma deseni (S: Study design):** Türkiye'de ulaşım kaynaklı emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisini rapor eden gözlemsel çalışmalar, Ocak 2017 ve sonrasında Türkçe ve İngilizce dillerinde yayınlanmış olanlar. Bu dışında kalan ve ücretsiz tam metin erişimi olmayan çalışmalar analizin dışındadır.

Sistematik derleme için çalışmaların seçiminde, başlık, özet ve tam metinler kullanılarak tekrarlayan çalışmalar elemeye temel alınmıştır. Çalışmaların belirlenmesi ve seçimi, iki bağımsız araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve herhangi bir tutarsızlık durumunda tartışma yapılarak uzlaş sağlanmıştır. Taranan çalışmaların sayısı, uygun olanlar, derleme dahil edilenler, dışlananlar ve dışlama nedenleri, oluşturulan PRISMA akış şemasıyla gösterilmiştir (Kurnaz & Karaçam, 2022).

Derlemeye çalışmasına dahil olan çalışmaların metodolojik kalitesinin değerlendirilmesinde, Joanna Briggs Institute (JBI) tarafından geliştirilmiş olan "kritik değerlendirme kontrol listeleri" kullanılmıştır (Munn ve ark., 2014). Kontrol listeleri, yarı deneysel çalışmalar için 9, deneysel çalışmalar için 13 ve kesitsel çalışmalar için 8 soru içermektedir. Sorular, "Evet", "Hayır", "Belirsiz" ve "Uygulanmaz" seçenekleriyle yanıtlanır. Araştırmaların metodolojik kalitesi, kontrol listesindeki maddelerin %50'sinden azının "Evet" olarak değerlendirilmesi durumunda "vasat", %51-80 arasında "Evet" olarak değerlendirilmesi durumunda "orta kalite" ve %80'den fazlasının "Evet" olarak

değerlendirilmesi durumunda "iyi kalite" olarak sınıflandırılır. Bu kriterler, araştırmaların metodolojik güvenilirliğini değerlendirmek için belirlenmiştir ve elde edilen sonuçların güvenilirliği ve geçerliliği açısından önemli bir ölçüt oluşturmaktadır (Kurnaz & Karaçam, 2022).

Araştırma verilerini toplamak için JBI tarafından geliştirilen, gerektiğinde uygun değişikliklerin yapılabileceği bir veri çekme aracı kullanılmıştır. Bu araçla, sistematik derlemeye dahil edilen araştırmaların yapıldığı yer ve yıl, yazar, kullanılan yöntem, veri kaynağı, örneklem hacmi, ülke, başlıca bulgular ve diğer ilgili veriler elde edilmiştir. Veri çekme işlemi öncesinde, derlemeye dahil edilen beş araştırma ile her iki araştırmacının katıldığı bir pilot çalışma yapılmış ve araştırmacılar arasındaki görüş farklılıkları giderilmiştir. Ayrıca, olası hatalardan kaçınmak için aşamalar her iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak yürütülmüş ve çalışmalar, ortak oturumlar kapsamında birleştirilmiştir.

## 4. Bulgular

Bu çalışmada, iki farklı yöntem kullanıldığı için her bir yöntemle ilişkin bulgular ayrı bir başlık altında verilmiştir.

### 4.1. Tier 1 yöntemine ilişkin bulgular

#### 4.1.1. Şehirlerin nüfus, toplam araç sayıları ve yüz ölçümü verileri

Araştırmada şehirlerdeki kişi başı, araç başı ve km<sup>2</sup>'ye düşen sera gazı emisyon miktarlarını hesaplamak için 2010-2019 dönemine ait nüfus sayıları, toplam kara yolu araç sayıları ve şehirlerin yüz ölçümleri kullanılmıştır. Bu veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) raporlarından elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. 2010 ve 2019 yıllarında Ege Bölgesi'ndeki şehirlerin nüfus, toplam araç sayıları ve yüz ölçümleri (TÜİK, 2022; HGM, 2022)

İller	2010		2019		Yüz Ölçümleri (km <sup>2</sup> )
	Nüfus Sayıları	Toplam Araç Sayısı	Araç Nüfus Sayıları	Toplam Araç Sayısı	
Afyon	697.559	152.017	729.483	223.265	14.016
Aydın	989.862	289.388	1.110.972	456.056	8.116
Denizli	931.823	268.415	1.037.208	410.598	12.134
İzmir	3.948.848	971.366	4.367.251	1.425.302	11.891
Kütahya	590.496	149.041	579.257	210.652	11.634
Manisa	1.379.484	405.385	1.440.611	590.671	13.339
Muğla	817.503	318.739	983.142	506.829	12.654
Uşak	338.019	90.366	370.509	137.574	5.555

2010 ile 2019 yılları arasında Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehirde nüfus değişiminde dikkate değer oranda farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu dönemde en yüksek oransal artışı Muğla (%20.26), ardından Aydın (%12.23) ve Denizli (%11.32) illeri yaşamıştır. Diğer yandan, Kütahya ilinde nüfusun azaldığı tek il olmuştur. 2010 ile 2019 yılları arasında Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehirdeki toplam araç sayısında önemli oranda artışlar kaydedilmiştir. Bu dönemde en yüksek oransal artışı Muğla (%58.89), ardından Aydın (%57.58) ve Denizli (%53.11) illeri göstermiştir. Buna karşılık, Kütahya ilinde ise araç sayısındaki artış oranı %41.42 ile en düşük seviyede kalmıştır. Şehirlerin yüz ölçümleri dikkate alındığında, en büyük yüz ölçümüne sahip iller sırasıyla Afyon, Manisa ve Muğla olarak belirlenirken, en küçük yüz ölçümüne sahip iller ise Uşak, Aydın ve Kütahya olarak tespit edilmiştir (Özdemir, 2024).

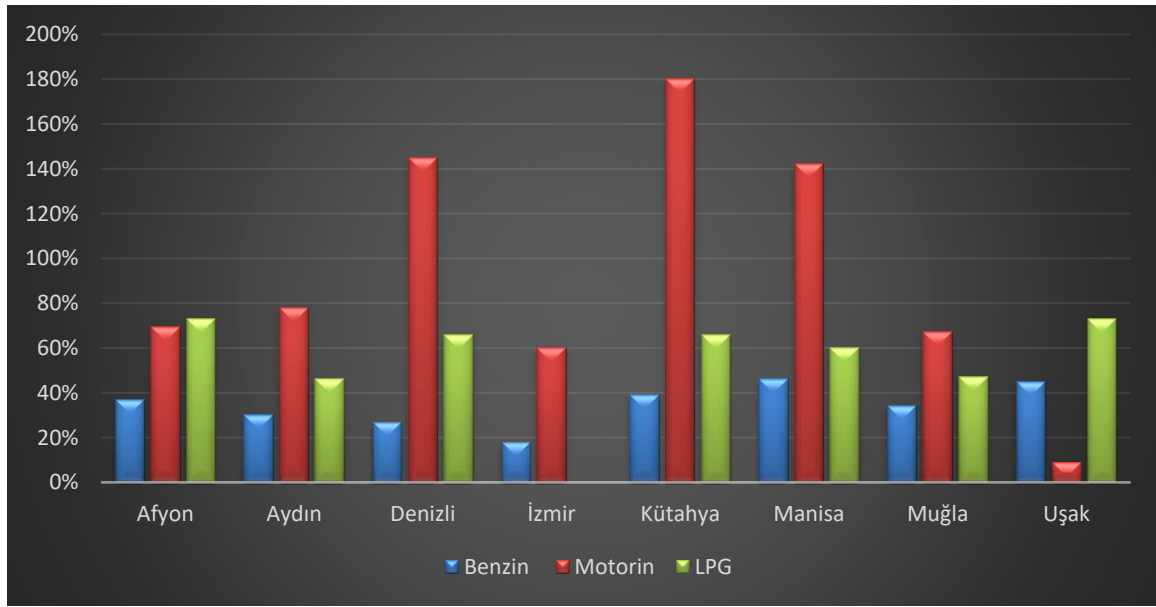
Şehirlerin 2010-2019 tarih aralığına ait benzin, dizel, LPG'li araçların yakıt satış miktarları, EPDK raporlarında yer alan satış verileri esas alınarak hesaplanmaları yapılmıştır (Çizelge 9).

2010 yılında Ege Bölgesi'nde en fazla benzin tüketimi İzmir, Muğla ve Aydın'da, en az tüketim ise Uşak, Kütahya ve Afyon'da gerçekleşmiştir. 2019'da benzin tüketimindeki lider şehirler İzmir, Muğla ve Manisa olmuştur. Bu dönemde en fazla oransal artış %46 ile Manisa'da gözlemlenmiştir. Motorin satışında 2010'da İzmir, Muğla ve Manisa öne çıkarken, 2019'da İzmir, Denizli ve Manisa lider konumunda bulunmaktadır. Kütahya, motorin tüketimindeki %181'lik artış ile en dikkat çeken şehirdir. LPG satışlarında 2010'da İzmir, Manisa ve Muğla öncü iken, 2019'da İzmir, Manisa ve Denizli en çok

LPG tüketen illerdir. Uşak, LPG tüketimindeki %73'lük artış ile öne çıkmaktadır. İzmir ise bu dönemde LPG tüketiminde azalan tek il olmuştur (Şekil 3).

Çizelge 9. 2010-2019 yıllarındaki yakıt satış verileri (ton) (EPDK, 2022)

İller	2010			2019		
	Benzin	Motorin	LPG	Benzin	Motorin	LPG
Afyon	14.442	132.121	30.288	19.890	223.549	48.620
Aydın	33.090	179.981	39.170	43.045	320.479	57.267
Denizli	24.465	215.009	39.472	31.028	528.109	65.559
İzmir	125.914	747.277	161.193	148.594	1.195.789	160.283
Kütahya	10.604	94.639	23.290	14.701	265.553	38.603
Manisa	30.141	215.381	53.703	44.033	521.812	85.768
Muğla	49.772	221.519	40.658	66.753	369.512	59.880
Uşak	6.976	74.555	13.680	10.085	81.233	23.690



Şekil 3. 2010-2019 yılları yakıt satışı yüzdesel değişim oranları.

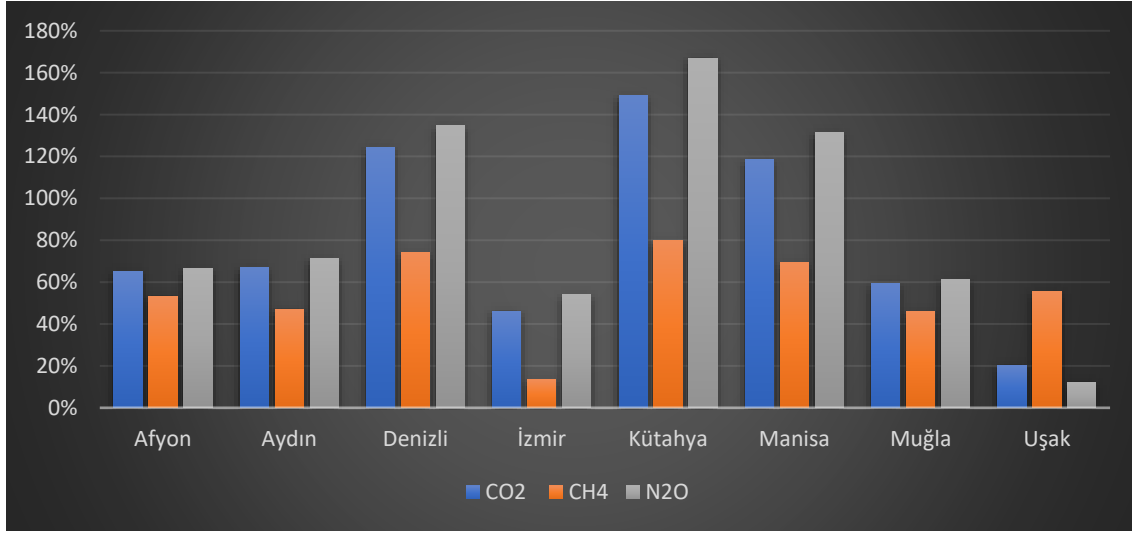
#### 4.1.2. Şehirlerin sera gazı emisyon verileri

Tier 1 yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehrin 2010-2019 dönemine ilişkin sera gazı emisyon miktarları, Çizelge 10'da gösterilmiştir (Özdemir, 2024).

Çizelge 10. 2010-2019 yıllarındaki sera gazı emisyon miktarları (Gg CO<sub>2</sub>e.)

İller	2010				2019			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam
Afyon	554.08	3.70	6.49	564.27	915.74	5.86	10.80	932.40
Aydın	789.83	5.42	9.34	804.59	1320.55	7.97	16.00	1344.52
Denizli	875.51	5.25	10.57	891.33	1967.91	9.13	24.80	2001.85
İzmir	3239.81	21.90	38.34	3300.06	4731.84	24.86	59.13	4815.82
Kütahya	402.42	2.79	4.66	409.88	1003.51	5.02	12.45	1020.98
Manisa	936.38	6.65	10.84	953.88	2047.87	11.30	25.06	2084.23
Muğla	977.50	6.42	11.82	995.73	1556.96	9.38	19.08	1585.42
Uşak	298.93	1.76	3.61	304.30	359.42	2.74	4.05	366.21
				<b>8.224.04</b>				<b>14.151.43</b>

2010'da, Ege Bölgesi'nde en yüksek sera gazı emisyonları İzmir, Muğla ve Manisa'da kaydedilmiştir, toplam emisyon miktarı 5249.67 Gg CO<sub>2</sub>e olarak belirlenmiştir. En düşük emisyonlar ise Uşak, Kütahya ve Afyon'da görülmüştür. 2019'da ise en fazla sera gazı emisyonları İzmir, Manisa ve Denizli'de gerçekleşmiştir ve bu şehirlerdeki toplam emisyon 8901.9 Gg CO<sub>2</sub>e olarak ölçülmüştür. Uşak, Afyon ve Kütahya'da ise en düşük emisyon miktarlarına sahiptir. 2010 ile 2019 arasında, Kütahya'da CO<sub>2</sub> miktarlarında %149.21 ile en yüksek artış görülürken, Uşak'ta %20.24 ile en düşük artış gerçekleşmiştir. Metan (CH<sub>4</sub>) emisyon artış oranı en yüksek Kütahya'da (%79.93) iken, en düşük oran İzmir'de (%13.51) saptanmıştır. Azot oksit (N<sub>2</sub>O) emisyon artış oranında en yüksek artış Kütahya'da (%167.17) olurken, en düşük değişim oranı Uşak'ta (%12.19) gözlemlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. 2010-2019 yılları sera gazı emisyon miktarları yüzdesel değişim oranları.

#### 4.1.3. Şehirlerin yakıt cinsine göre sera gazı emisyon verileri

Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehirde (Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak), 2010 ve 2019 yıllarına ait kara yolu ulaşımından kaynaklanan araçların yakıt cinslerine göre, benzin, dizel ve LPG'li araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyon miktarı belirlenmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. 2010-2019 yıllarında benzin, dizel, LPG'li araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyon miktarları (Gg CO<sub>2</sub>e.)

İller	2010				2019			
	Benzin	Dizel	LPG	Toplam	Benzin	Dizel	LPG	Toplam
Afyon	45.52	426.27	92.48	564.27	62.70	721.25	148.46	932.40
Aydın	104.30	580.68	119.60	804.59	135.68	1.033.98	174.86	1.344.52
Denizli	77.12	693.69	120.52	891.33	97.80	1.703.87	200.18	2.001.85
İzmir	396.89	2.410.98	492.18	3.300.06	468.38	3.858.04	489.41	4.815.82
Kütahya	33.42	305.34	71.11	409.88	46.34	856.77	117.87	1.020.98
Manisa	95.01	694.89	163.98	953.88	138.80	1.683.55	261.88	2.084.23
Muğla	156.89	714.70	124.14	995.73	210.41	1.192.18	182.84	1.585.42
Uşak	21.99	240.54	41.77	304.30	31.79	262.09	72.33	366.21
				<b>8.224.04</b>				<b>14.151.43</b>

2010 yılında, en yüksek benzinli araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun İzmir, Muğla ve Aydın'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu şehirlerdeki toplam benzinli araç kaynaklı emisyon miktarı 658.08 Gg CO<sub>2</sub>e'dir. En az benzinli araç kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Kütahya ve Afyon'da gerçekleşmiştir. 2010 yılında, en yüksek dizel araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun İzmir, Muğla ve Manisa'da gerçekleştiği saptanmıştır. Bu şehirlerdeki toplam dizel araç kaynaklı emisyon miktarı 3820.57 Gg CO<sub>2</sub>e'dir. En az dizel kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Kütahya

ve Afyon'da gerçekleşmiştir. 2010 yılında, en yüksek LPG'li araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun sırasıyla İzmir, Manisa ve Muğla'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu şehirlerdeki toplam LPG'li araç kaynaklı emisyon miktarı 780.3 Gg CO<sub>2</sub>'dir. En az LPG kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Kütahya ve Afyon'da belirlenmiştir. 2019 yılında, en yüksek benzinli araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun sırasıyla İzmir, Muğla ve Manisa'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu şehirlerdeki toplam benzinli araç kaynaklı emisyon miktarı 817.59 Gg CO<sub>2</sub>'dir. En az benzinli araç kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Kütahya ve Afyon'da gerçekleşmiştir. 2019 yılında, en yüksek dizel araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun sırasıyla İzmir, Denizli ve Manisa'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu şehirlerdeki toplam dizel araç kaynaklı emisyon miktarı 7245.46 Gg CO<sub>2</sub>'dir. En az dizel kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Afyon ve Kütahya'da belirlenmiştir. 2019 yılında, LPG'li araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonunun en fazla İzmir, Manisa ve Denizli'de gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu şehirlerdeki toplam LPG'li araç kaynaklı emisyon miktarı 951.47 Gg CO<sub>2</sub>'dir. En az LPG kaynaklı emisyon miktarı ise sırasıyla Uşak, Kütahya ve Afyon'da gerçekleşmiştir. Öne çıkan trendler arasında, 2010-2019 döneminde benzinli, dizel ve LPG'li araçlardan kaynaklanan emisyonlarda genel bir artışın yanı sıra, Uşak'ın düşük emisyon seviyeleri ve Kütahya'nın yüksek oranlı artışları dikkat çekmektedir.

#### 4.1.4. Şehirlerde kişi başına, araç başına ve km<sup>2</sup>'ye düşen sera gazı emisyon verileri

İncelenen şehirlerde 2010 ve 2019 yıllarında kişi başı, araç başı ve km<sup>2</sup> başına düşen sera gazı emisyon miktarları belirlenmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. 2010-2019 yıllarında kişi başı, araç başı ve km<sup>2</sup>'ye düşen sera gazı emisyon miktarları (Gg CO<sub>2</sub>e.)

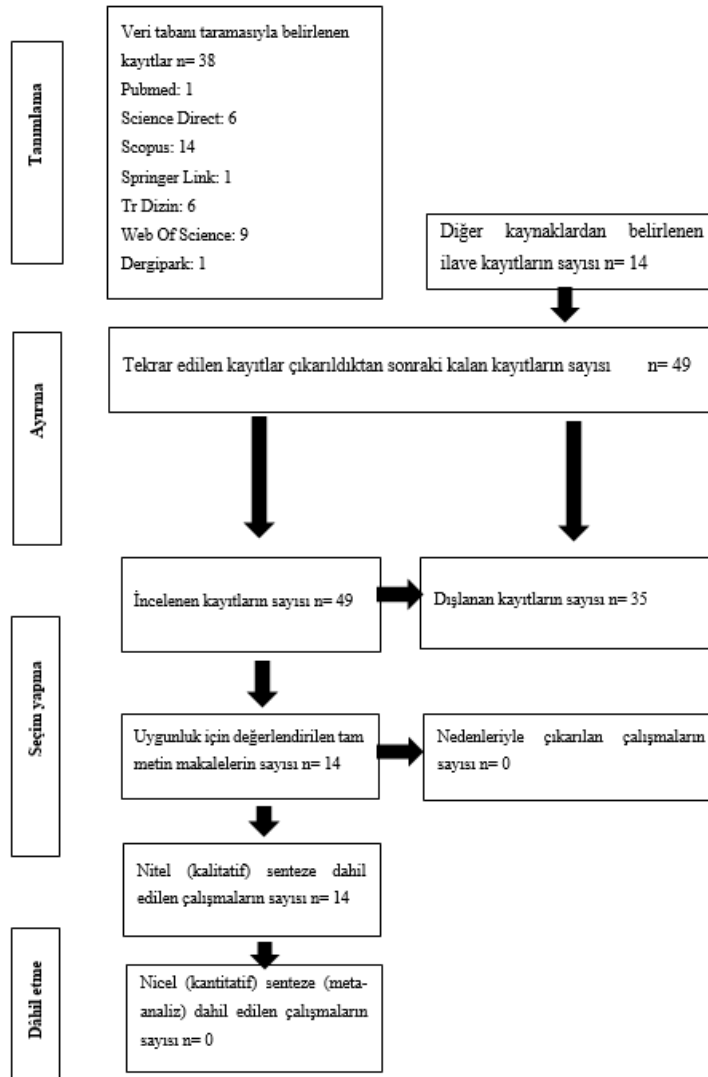
İller	Kişi Başına Düşen x10-4			Araç Başına Düşen x10-4			Km <sup>2</sup> 'ye Düşen x10-4		
	2010	2019	Değişim%	2010	2019	Değişim%	2010	2019	Değişim%
Afyon	0.8	1.27	57.99	3.71	4.17	12.44	40.24	66.52	65.26
Aydın	0.81	1.21	49.26	2.78	2.95	6.12	98.93	165.61	67.34
Denizli	0.95	1.93	102.93	3.32	4.87	46.69	73.47	164.96	124.80
İzmir	0.83	1.1	31.80	3.4	3.38	-0.59	277.59	404.91	46.00
Kütahya	0.69	1.76	153.88	2.75	4.84	76	35.23	87.68	148.32
Manisa	0.69	1.44	109.02	2.35	3.53	50.21	71.46	156.38	118.65
Muğla	1.21	1.61	32.58	3.12	3.13	0.32	78.71	125.28	59.12
Uşak	0.9	0.98	9.89	3.37	2.66	-21.04	54.75	65.9	20.38
Ortalama	0.82	1.26	68.42	3.04	3.62	19.08	75.81	150.23	79.72

2010 ile 2019 yılları arasında, kişi başına düşen emisyon miktarının Kütahya'da %153,88, Manisa'da %109,02, Denizli'de %102,93, Afyon'da %57,99, Aydın'da %49,26, Muğla'da %32,58, İzmir'de %31,80 ve Uşak'ta %9,89 oranında arttığı tespit edilmiştir. Bu dönemde en yüksek artış oranının %153,88 ile Kütahya'da, en düşük artış oranının ise %9,89 ile Uşak'ta olduğu belirlenmiştir. 2010 ile 2019 yılları arasında araç başına düşen sera gazı emisyon miktarlarındaki değişimin oranları incelendiğinde, altı şehirde artış ve iki şehirde azalış yaşandığı görülmüştür. Artış yaşanan iller sırasıyla Kütahya (%76), Manisa (%50.21), Denizli (%46.69), Afyon (%12.44), Aydın (%6.12) ve Muğla (%0.32) olarak belirlenmiştir. Azalış yaşanan şehirler ise İzmir (%-0.59) ve Uşak (%-21.04) olarak tespit edilmiştir. Bu dönemde en fazla artış oranı %76 ile Kütahya'da, en fazla azalış oranı ise %-21.04 ile Uşak'ta gerçekleşmiştir. 2010 ile 2019 yılları arasında kilometrekare başına düşen emisyon miktarının artış oranları incelendiğinde, Kütahya'da %148.32, Denizli'de %124.80, Manisa'da %118.65, Aydın'da %67.34, Afyon'da %65.26, Muğla'da %59.12, İzmir'de %46.00 ve Uşak'ta %20.38 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde en fazla değişim oranı %148.32 ile Kütahya'da, en az değişim ise %20.38 ile Uşak'ta yaşanmıştır.

## 4.2. Sistematik derleme yöntemine ilişkin bulgular

### 4.2.1. Tarama bulguları

Türkiye'de ulaşım kaynaklı emisyonların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalar, PICOS (Hasta (P: Patient), Müdahale (I: Intervention), Karşılaştırma (C: Comparison), Sonuçlar (O: Outcomes) ve Çalışma tasarımı) kriterlerine uygun olarak sistematik derleme için belirlenmiştir. Tarama sürecinde tekrar eden çalışmalar elemine edilmiş, başlık, özet ve tam metin incelemeleri sonucunda 49 çalışma seçilmiştir. Bu çalışmaların tam metinleri, dahil edilme kriterlerine göre değerlendirilmiş, 35 çalışma dışlanmış ve 14 çalışma nitel sentez için uygun bulunmuştur. Seçilen çalışmaların sayısı ve dışlananlar, PRISMA akış şemasında gösterilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. PRISMA akış şeması.

### 4.2.2. Veri çekme bulguları

Sistematik derlemeye uygun olan 14 çalışma belirlenmiştir. Bu çalışmaların araştırma bulgularını elde etmek için, Joanna Briggs Institute (JBI) tarafından geliştirilen ve çalışmalara özgü olarak değiştirilen bir veri çekme aracı kullanılmıştır. Bu veri çekme aracı ile, sistematik derlemeye dahil edilen 14 araştırmanın yapıldığı yer ve yılı, yazarlar, yer özellikleri, araştırmanın tasarımı ve örneklem sayısı, ölçüm araçları, araştırmanın uygulanma süreci ve bulgularına ilişkin veriler elde edilmiştir (Çizelge 13).



Çizelge 13. Çalışmaların özellikleri ve başlıca verileri

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Yakın & Behçet, 2019 / Van	Organize Sanayi Bölgesi Bölge Araştırma Hastanesi (Edremit Havaalanı Ayrımı)	20.921 adet motorlu taşıt 20.857 adet motorlu taşıt	Kirletici Emisyon Envanteri Rehberi (Pollutant Emission Inventory Guidebook)	Araştırmada, ana caddelerde yapılan taşıt sayımları temel alınarak emisyon hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Emisyon seviyeleri, her bir taşıtın tasarımına ve kullanılan yakıt türüne bağlı olarak günlük olarak hesaplanmıştır.	Emisyon Miktarları (kg/gün), Organize Sanayi Bölgesi CO: 1113.99 NOx: 237.28 PM: 27.11 VOC: 178.05 Emisyon Miktarları (kg/gün), Bölge Araştırma Hastanesi CO: 1312.22 NOx: 217, 54 PM: 16.82 VOC: 207.81
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Van ilindeki etkili emisyon miktarları belirlenmiştir. Toplam emisyon miktarları içerisindeki CO emisyonlarının payının yaklaşık 442.78 ton/yıl, NOx emisyonlarının payının 83.01 ton/yıl, PM emisyonlarının payının 8.01 ton/yıl ve VOC emisyonlarının payının 70.41 ton/yıl olduğu tespit edilmiştir. Emisyon azaltma yöntemleri, toplu taşıma kullanımı ve güneş enerjisiyle çalışan, hibrit ve elektrikli araçların kullanımı önerilmiştir.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Önlemler alınmazsa, ildeki kirliliğin yaşamı ve insan sağlığını olumsuz etkileyeceğinin altı çizilmiştir.		
Tezel ve ark., 2019 / Trabzon	Yoğun trafik bölgesinde bulunması nedeniyle il sınırlarındaki 12 farklı bölge	Trabzon'da 12 farklı kara yolunda ölçümler gerçekleştirilmiştir	Trafik kaynaklı emisyon miktarını belirlemek için AERMOD modelleme sistemiyle birlikte ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir.	Araştırmada trafik kaynaklı emisyonların ölçümünde çalışma alanlarında (53 km uzunluğundaki 12 farklı yolda) günün üç farklı bölümünde (gündüz, akşam ve gece saatlerinde) ölçümler gerçekleştirilmiştir.	12 farklı ölçüm sahasındaki NOx verileri: (g/h). Sehit Refik Cesur:1472 Kahramanmaraş:2135 Hasan Saka:145 Yavuz Selim:7954 Gazipaşa:312 Senol Güneş:6947 Taksim:4103 Sahilyolu:7479 Inonu:2845 010-21 6.Bölge:23576 010-22 1.Bölge:20463
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Trabzon ilinin en yoğun nüfusa sahip bölgelerinde yapılan araştırma sonucuna göre nüfusun %21'i trafik kaynaklı hava kirliliğine ve gürültüye sınır değerlerin üstünde maruz kalmaktadır. Bu maruziyet bölgesinde 29 okul ve 19 sağlık binası yer almıştır.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Trabzon ilinde trafik kaynaklı emisyonlara yüksek düzeyde maruz kalan bölgeler tespit edilmiş, kirleticilerin hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve ölüme sebebiyet vermesi nedeniyle insan sağlığı üzerindeki etkileri vurgulanmıştır.		

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Çetin & Ergüder, 2020 / Erzincan	İl merkezi	Erzincan Trafik Bölge Müdürlüğü'nden alınan bilgilerle elde edilmiştir. Anketlerle farklı sınıflara ait 947 araca ulaşıldı ve bu araçların üretim yılları, boyutları, Emisyon Standartları, kullanılan yakıt türü, kullanım segmenti gibi özellikleri tespit edilmiştir.	Çalışmada, sadece egzoz emisyonları değil, aynı zamanda COPERT 5 programının yardımıyla CORINAIR metodolojisi kullanılarak yakıt tankından, motor ve yakıt sistemlerinden kaynaklanan buharlaşma emisyonları da hesaba katılmıştır.	Anketlerle ulaşılan araçlar, kullanım amaçlarına, segmentlerine, üretim yıllarına ve yakıt türlerine göre sınıflandırılmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere, ulaşılan araçların yıllık, aylık ve günlük ortalama mesafeleri, ortalama hızları ve ortalama yakıt tüketimleri belirlenmiştir. Toplam araç sayısına göre, her araç segmenti için egzoz emisyon faktörleri, CORINAIR ve Euro emisyon standartları temel alınarak, araç hızı, kat edilen mesafe, yakıt tüketim miktarları, teorik olarak COPERT 5 programının yardımıyla hesaplanmıştır.	Erzincan şehir merkezi için toplam NOx emisyon miktarı yaklaşık olarak 6,519 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Özellikle dizel yakıtın yakılmasıyla atmosfere salınan emisyonlar, hafif ticari araçlar için yaklaşık 3,963 ton/yıl ve dizel otomobiller için 992 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Otobüsler için toplam miktar yaklaşık olarak 848 ton/yıl olarak belirlenmiştir.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Erzincan ilinde motorlu taşıtlardan kaynaklı hava kirliliğinin hesaplanması sonucu toplu taşımının yaygınlaştırılması, trafik akışının dur kalk yapmayı engelleyecek şekilde düzenlenmesi, araç bakımlarının zamanında yaptırılması, yeşil alanların artırılması, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve en önemli olarak çevre bilinç düzeyinin şehirde geliştirilmesi önerilmiştir.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Çalışmada insan sağlığı açısından hava kirliliğinin mukoza zarı üzerindeki olumsuz etkilerinden bahsedilmiş ve hava kirliliğini azaltıcı öneriler sunulmuştur. Ayrıca bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri açısından azot oksitlerin asit yağmurlarına ve fotokimyasal sise neden olacağı vurgulanmış, bilinç düzeyinin artırılması gerektiği önerisi getirilmiştir.		
Demirel & Ateş, 2018 /Sakarya	Sapanca Gölü çevresindeki trafiğe yönelik, E-80 Tem Anadolu Otoyolu ile D-100 kara yolu sınırları içinde gerçekleştirilmiştir.	Sapanca Gölü çevresindeki E-80 otoyolu ve D100 kara yolu bölgelerindeki, kara yolu trafiğinden kaynaklanan hava kirleticileri hava kirleticileri belirlendi ve bir emisyon envanteri hazırlanmıştır. Emisyon envanteri oluşturulurken, E-80 otoyoluyla paralel olan Sapanca-İzmit yolunun da hesaplamalara dahil edilmiştir.	Sapanca Gölü çevresindeki D-100 ve E-80 yollarının uzunlukları Google Earth kullanılarak belirlenmiştir. Her araç sınıfı için emisyon faktörleri ve kilometre başına yakıt tüketimi, "EMEP/EEA Hava Kirleticisi Emisyon Envanteri Kılavuzu 2013"ten elde edilmiştir.	Çalışma kapsamında, Sapanca Gölü çevresindeki otoyollar üzerinde araç sayımları yapılmış ve farklı araç tipleri için saatlik trafik yoğunlukları belirlenmiştir. EMEP/EEA emisyon faktörleri kullanılarak trafik kaynaklı hava kirleticilerin (PM, NOx, CO, VOC) emisyon envanteri oluşturulmuş ve Marmara bölgesi için önemli bir su kaynağı olan Sapanca Gölü'nü etkileyebilecek emisyon miktarları belirlenmiştir.	Sapanca Gölü çevresindeki otoyolların oluşturduğu toplam emisyon yükleri, yılda 4353 ton CO emisyonu, 2121 ton NOx emisyonu, 747 ton NMVOC ve 122 ton PM emisyonudur. Sakarya'da yapılan önceki çalışmalarda saatlik bazda bir emisyon envanteri oluşturulmuş ve yıllık bazda bakıldığında, otoyoldan kaynaklanan CO emisyonunun yaklaşık 77 ton/yıl ve NOx'un ise 0.4 ton/yıl olduğu bulunmuştur.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Araştırma sonuçlarına göre, bir hafta boyunca atmosfere salınan toplam emisyon miktarları şu şekildedir: PM için yaklaşık 2 ton, NOx için 41 ton, CO için 84 ton ve VOC için 14 ton. Uzun vadeli değerlendirmelerin sonucunda, motorlu araçların Sapanca Gölü ve besleyici akarsuları için önemli bir kirletici kaynak olduğu ve bu konuda tedbirler alınması gerektiği sonucuna erişilmiştir. Hava kirliliğine daha fazla neden olan araç sahiplerine yüksek vergiler getirme, yeşil alanları artırma ve gerekli araç denetimlerini gerçekleştirme gibi öneriler de sunulmuştur.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Çalışmada içme suyu kaynağı olan Sapanca gölünün kirliliğe maruz kalmasının insan sağlığı üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Havza içerisindeki bitkilerin kirlenmeyle zarar göreceği aktarılmıştır.		

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Kılıç, 2019 /Amasya	Kara yolunda trafik olan ve olmayan alanlardaki bitki örnekleri	Bitki örnekleme için 4 farklı alanda her alanda 5 tane olmak üzere 20 farklı ölçüm gerçekleştirilmiştir	Toplanan bitki örnekleri; kök ve gövde yapraklarında biriktirilen ağır metal miktarları, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile belirlenmiştir.	Bu çalışmada, Amasya ilinde doğal olarak yetişen <i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell (Brassicaceae) türü incelenmiştir. Bu bitkinin (Ni, Fe, Co, Mn) ağır metal birikimi ve (Brassicaceae) familyasındaki bitkilerde bir biyo-izleyici olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Şehir bölgelerinde, karayollarında, banliyölerde ve trafiksiz alanlarda toplanan bitki örnekleri; köklerinde, gövdelerinde ve yapraklarında biriktirilen ağır metal miktarları, İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile belirlenmiş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir.	Trafikli alanlarda yetişen bitkilerin toplam kütledeki Ni, Fe, Co ve Mn değerleri sırasıyla 14,32-35,66 mg/kg, 827,61-2716,72 mg/kg, 12,52-16,51 mg/kg ve 175,93-826,75 mg/kg arasında değişmektedir. Bitkilerdeki element birikim miktarı Fe>Mn>Ni>Co olarak sıralanmıştır. Yol kenarında yetişen bitki örneklerinde Ni ve Mn elementleri yüksek düzeyde bulunurken, şehirde toplanan örneklerde Fe ve Co elementleri daha yüksek değerlere sahiptir. Yol kenarında yetişen bitkilerde ağır metal birikimi, yapraklarda ve köklerde daha yüksekken, banliyölerde yetişen bitkilerde gövdede daha fazla birikmiştir. Lokalitelerden alınan bitki ve toprak örnekleri arasındaki korelasyona göre, toprak ve bitki içerikleri arasındaki Fe ve Mn ilişkisi P<0.01 seviyesinde önemli olduğu anlaşılmıştır.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Yol kenarında yetişen bitki örneklerinin yapraklarının, hava kirliliği kaynaklı olarak nikel (Ni) ve kobalt (Co) elementlerini aldığı, ancak demir (Fe) ve mangan (Mn) elementlerini daha çok kökleri aracılığıyla topraktan temin ettiğini gösteren bu çalışma, <i>C. irregularis</i> türünün geniş yayılış alanı, yoğun birey sayısı, standart analiz metodlarına uygunluğu nedeniyle kentsel alanlarda çevresel kirlilikteki kısa vadeli değişiklikleri izleme kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bu türün biyomonitör olarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Kirliliğin tüm canlılar için ciddi sorunlara yol açabileceği, toprak kalitesinin ve biyolojik üretimin zarar göreceği vurgulanmıştır.		
Civelekoğlu & Bıyık, 2020 / Isparta	Isparta iline bağlı karayolları	Isparta'da 2010-2016 tarih aralığında kara yolu araçlarından kaynaklanan emisyonlar, karbon ayak izi bazında karakterize edilerek hesaplanmıştır.	Tier 1 ve Tier 2 hesaplama metodolojisi kullanılmıştır.	IPCC'nin emisyon hesaplamalarında önerdiği Tier yaklaşımlarını kullanarak, Isparta iline kayıtlı kara yolu araçlarının 2010 ile 2016 yılları arasındaki karbon ayak izi hesaplamaları, Tier 1 ve Tier 2 hesaplama metodolojisi ile yapılmıştır.	Tier 1 yöntemiyle hesaplandığında, 2010 ile 2016 arasında %34'lük bir artış gösterdi. Tier 2 yöntemiyle hesaplandığında ise 2010 ile 2016 arasında kara yolu taşımacılığı kaynaklı karbon ayak izi hesaplaması %43 artış göstermiştir.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			2010 yılında Tier 1 yöntemiyle hesaplanan kara yolu ulaşımının neden olduğu karbon ayak izi miktarı 351, 90 Gg olarak belirlenmiş ve bu miktar, 2016 yılında %34'lük bir artışla 471. 84 Gg'a yükselmiştir. Aynı şekilde, Tier yöntemi ile hesaplanan kara yolu ulaşımının karbon ayak izi, 2010'da 1605 Gg iken, 2016'da %43 artışla 2292 Gg'ye yükselmiştir.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Motor teknolojilerinin yenilenmesi, trafik akışının düzenlenmesi, bisiklet ve yürüyüş yollarının açılması gibi öneriler araştırmada aktarılmıştır.		

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Cüce & Uğur, 2021 / Nevşehir	Nevşehir ili kara yolu	Hesaplamalarda, Nevşehir İli'nde 2015-2020 yılları arasındaki (Mart-Ekim döneminde) yakıt tüketim miktarlarına dayanarak sera gazı emisyonları tespit edilmiştir.	Tier 1 hesaplama metodolojisi kullanılmıştır.	Nevşehir İli'ndeki 2015-2020 yılları arasındaki trafik kaynaklı hava kirliliğini değerlendiren bu çalışma, Covid-19 salgını nedeniyle Türkiye'de alınan önlemlere bir temel sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiş olup, temel alınan dönem Mart-Ekim olarak baz alınmıştır.	Son 5 yılda eş değer CO <sub>2</sub> miktarı (Gigagram-Gg) biriminde sırasıyla 2015'te 255.5 Gg, 2016'da 318.2 Gg, 2017'de 453.6 Gg, 2018'de 572.5 Gg olarak belirlendi. 2019'da Gg miktarı genel olarak azalarak 346.5 Gg'ye düşerken, 2020'de ise 377.0 Gg olarak tespit edilmiştir.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Çalışmanın sonucunda, Nevşehir ilinde Mart ve Ekim ayları arasında 2015-2020 yılları arasındaki yakıt tüketimi miktarındaki değişiklikten eş değer CO <sub>2</sub> miktarındaki (Gg) değişikliği görenek, yakıt türüne bağlı olarak motorlarda yanma sonucu salınan emisyon miktarı ile CO <sub>2</sub> emisyonunun doğru orantılı olduğu gözlemlenmiştir. 2019'da yakıt tüketimi, Nevşehir gibi ülkemiz genelinde de azalmıştır. Çalışmada, elektrikli araçların kullanımına geçiş yapılması önerisinde bulunulmuştur.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Ulaşımında kullanılan motorlu taşıtlar nedeniyle oluşan karbon emisyonlarının küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma üzerinde hızlandırıcı etkisi olduğu vurgulanmıştır.		
Dündar, 2021/ Türkiye Büyükşehirler	Türkiye'deki büyükşehirlerde ki karayolları	2010 ile 2019 yılları arasında Türkiye'deki büyükşehirlerin kara yolu taşımacılığı incelenmiştir (Bireysel seyahatler + yolcu ve yük taşımacılığı kaynaklı sera gazı emisyon miktarları)	IPCC tarafından geliştirilen Tier 1 yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.	Çalışmada sera gazı emisyon hesaplamasında Tier 1 yöntemi ve EPDK tarafından yayınlanan büyükşehirlerin 2010-2019 tarih aralığına ilişkin yakıt satış verileri kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar CBS yazılımıyla Türkiye haritası üzerinde gösterilmiş ve karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilmiştir.	Toplam sera gazı emisyon miktarı değerlendirildiğinde, en yüksek miktar; İstanbul, Ankara ve İzmir'de yer alsa da dikkat çekici olan, İstanbul ve İzmir'in alt sıralarda olması ve Ankara'nın yüzde artış bakımından üst sırada yer almasıdır. Ankara, km <sup>2</sup> başına düşen emisyon miktarında %72'lik bir artışla başı çekerken, İstanbul ve İzmir %47 ve %46'lık artışlarla alt sıralarda yer almaktadır.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			İstanbul, Ankara ve İzmir, toplam sera gazı emisyonları açısından öne çıkarken; sera gazı emisyonlarına göre Denizli, Mersin ve Muğla, kişi başına düşen sera gazı emisyonları açısından ilk üçte yer almaktadır. Araç başına sera gazı emisyonları açısından ise Mardin, Kocaeli ve Diyarbakır, km <sup>2</sup> başına sera gazı emisyonları açısından ise İstanbul, Kocaeli ve İzmir öne çıkmaktadır. İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Mersin, Antalya, Konya ve Kocaeli hem 2010 hem de 2019 yılında ortalama emisyon miktarının üzerindedir. Bu şehirlerde alınacak önlemlerle ülkemizdeki yol emisyon miktarı önemli ölçüde azaltılabilir. Ancak, Mardin, Van ve Şanlıurfa gibi doğu bölgemizdeki şehirlerde emisyon artış hızı diğer şehirlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Büyükşehir şehirlerinde alternatif ulaşım seçenekleri ve altyapılar karşılaştırıldığında, demiryolu dışındaki seçeneklerin emisyon artış hızını azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			İnsan faaliyetlerinin neden olduğu sera etkisinin güçlenmesinin, dünya sıcaklığını her gün artırdığı ve beklenmedik doğal olayların gelişimiyle ekosistemin bozulduğu vurgulanmıştır.		

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Kılıç ve ark., 2021 / Çanakkale	Çanakkale Kara yolu	Çalışmada, Çanakkale'deki kara yolu üzerinde 2015 ile 2018 yılları arasındaki araçların neden olduğu karbon ayak izi hesaplanmıştır.	IPCC tarafından önerilen Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımları kullanılmıştır.	Çalışmada, Çanakkale ilindeki kara yolu taşımacılığı nedeniyle fosil yakıt tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. İlk olarak, Çanakkale'deki kullanılan yakıt miktarı Tier 1 yöntemine göre incelenmiş ve yakıt tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izi değişimi hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda, kara yolu taşımacılığı dışındaki yakıt türlerinin kullanımı dikkate alınmamıştır. Güncel veriler, EPDK Petrol ve LPG Piyasa Sektör Raporları'ndan alınmıştır. Hesaplamalar, IPCC tarafından sunulan Tier 1 ve Tier 2 yöntemleri kullanılarak 2015-2018 yıllarını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.	Tier 1 yaklaşımına göre, 2015 yılında 701.435 Gg olan karbon ayak izi miktarı, 2018 yılında %7'den fazla artarak 752.536 Gg'ye yükselmiştir. Tier 2 yaklaşımına göre, 2015 yılında 686,85 Gg olan karbon ayak izi miktarı, 2018 yılında 736.89 Gg'ye yükselmiştir.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Araştırmada kara yolu kaynaklı karbon salınımı incelenmiş ve yıllar içinde şehir merkezindeki hava kirliliği saptanmıştır. Bu kirliliğe karşı alınabilecek önlemler ise; hibrit araçların kullanımı, kara yolu yakınlarında ağaçlandırma yapılması, temiz enerji kullanımının artırılması ve toplu taşıma seçeneğinin cazip hale getirilmesi olarak sıralanmıştır.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b> Özkan, 2017 /Antakya	Antakya-Cilvegözü kara yolu	Kara yolunun her belirlenen örnekleme noktasının sağ ve sol taraflarından, yolun 25, 100, 500 m ve 1 km uzaklıklarından, 0-30 cm derinliğinden toplam 64 toprak örneği ve bu toprak üzerinde yetişen bitki örnekleri (N=12) alınmıştır.	İnsan ve çevre sağlığı üzerinde farklı kirlenici unsurların toksik etkisi vurgulanmıştır. Ölçümler, bir indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) cihazı kullanılarak yapılmıştır.	Toplanan topraklardaki ağır metaller, dietilentriaminpentasetik asit (DTPA) ile çıkarılmış, bitkilerde ise yaş yakma yöntemi kullanılarak çözümler gerçekleştirilmiştir.	Çalışmanın sonucunda, <b>toprak örneklerinde</b> şu değerler bulunmuştur: Pb 0.130-0.780 mg/kg. Cd 0-0.265 mg/kg. Ni 0.370-3.970 mg/kg. Cr 0-0.120 mg/kg. Co 0-1.830 mg/kg. Al 0-0.700 mg/kg. Fe 1.45-22.8 mg/kg. Cu 0.385-5.43 mg/kg. Mn 1.96-27 mg/kg. Zn 0-4.26 mg/kg. <b>Bitki örneklerinde</b> ise şu değerler belirlenmiştir: Pb 0-0.155 mg/kg. Cd 0-0.105 mg/kg. Ni 0.100-3.53 mg/kg. Cr 0.0 mg/kg. Co 0.0 mg/kg. Al 0.0 mg/kg. Fe 5.60-25.0 mg/kg. Cu 0.121-4.48 mg/kg. Mn 2.35-15.4 mg/kg. Zn ise 0.554-6.75 mg/kg
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			Bitki örneklerinin verileri incelendiğinde, ağır metal birikimi olduğu belirlenmiş, ancak bu birikimin Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından bitkilerde izin verilen ağır metal limit değerleri ile karşılaştırıldığında, ağır metal birikiminin kabul edilebilir sınırları aşmadığı görülmüştür. Topraktaki sadece demir (Fe) elementinin limit değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.		

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Behçet & Yakın, 2020 / Malatya	Malatya İnönü Üniversitesi Malatya ili havaalanı kavşağı	Malatya ilini çevreleyen yollarda seyahat eden araçların sayımıyla trafik yoğunluğu belirlenmiş ve trafik kaynaklı hava kirlleticileri hesaplanmış ve bir emisyon envanteri oluşturulmuştur.	Taşıt sayımları için, kış mevsimi haricinde, diğer mevsimlerde tüm yurttan metrocount firmasına ait, Araç Sınıflandırıcı Sistemi” cihazları kullanılmıştır.	Çalışmada ana caddelerde yürütülen taşıt sayımlarına göre, emisyon hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.	Malatya ilinde atmosfere salınan toplam emisyon miktarları yaklaşık, CO miktarı 768.22 ton yıl-1, NOx miktarı 153.73 ton yıl-1, PM miktarı 13.99 ton yıl-1 ve VOC miktarı 121.79 ton yıl-1 olarak bulunmuştur.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>		Malatya ilinde elde edilen verilere göre, atmosfere salınan toplam emisyon miktarları içindeki CO miktarının yaklaşık olarak 768.22 ton/yıl, NOx miktarının 153.73 ton/yıl, PM miktarının 13.99 ton/yıl ve VOC miktarının 121.79 ton/yıl olduğu belirlendi. Malatya ilinde araç kaynaklı hava kirliliğini azaltmak için, fosil yakıtlar yerine alternatif yakıtların kullanılması ve kısa mesafelerde araç kullanımı yerine yürüyüşün teşvik edilmesi gibi önlemler önerilmiştir.			
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>		Nüfus artışıyla paralel olarak artan araç sayısı, yerleşim alanlarının havasını kirletir ve canlıların yaşamını olumsuz etkilemektedir.			
Yalçınkaya, 2020 / İzmir	Çiğli bölgesi kara yolu	Araç ve yakıt türüne bağlı emisyon faktörleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) analizleri sonucu, elde edilen yakıt tüketiminin çarpımına dayalı hesaplama yöntemiyle emisyonlar hesap edilmiştir.	CBS tabanlı VRP (Vehicle Routing Problem) yöntemi ile optimum güzergahların tayini, toplam kat edilen mesafelerin ve toplam araç çalışma sürelerinin tespiti gerçekleştirilmiştir.	Evsel katı atık toplama ve taşıma sistemi kaynaklı önemli hava kirleticilerinin (CO, NMVOC, NOx, PM, N2O, NH3, SO2 ve CO2) emisyonlarını hesaplamak ve toplama aracının kapasitesinin (8+1 m3 ve 13+1.5 m3) kirleticisi emisyonları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla İzmir’in Çiğli ilçesine yönelik Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir ve uygulanmıştır.	(g/kg yakıt) CO2: 3.169 NOx: 33.37 NMVOC: 1.92 PM: 0.84
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>		Belediye atık toplama ve taşıma sisteminin devamlılığı için kullanılan dizel motorlu kamyonların, taşıma sektörü tarafından meydana getirilen hava kirliliğinde önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Ayrıca, küçük araçlara göre %17 daha fazla emisyon artışına neden olarak havayı kirlettiği ifade edilmiştir.			
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>		Partiküler madde konsantrasyonlarının insan sağlığına zararları vurgulanmıştır.			
Dündar & Kolay, 2021 / Konya	Şehir merkezindeki kara yolu	-	Konya ilinin 2010-2018 dönemi kara yolu yük ve yolcu taşımacılığının kaynaklı sera gazı emisyonu IPCC tarafından önerilen hesaplama yöntemlerinden Tier 1 kullanılarak hesaplanmıştır.	Çalışma kapsamında 2010-2018 yılları Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)’ndan alınan veriler kullanılarak Konya ilinde yakıt türlerine ait tüketim miktarları hesaplanmıştır.	(yıllık/ kt CO2 eq.) 2010 yılı: 1.854 2018 yılı: 3.459 Sera gazı emisyonlarında % 87’lik bir artış.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>		Konya ilindeki kara yolu yük ve yolcu taşımacılığı kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki yıllar içindeki artışı ve bu artışın küresel ısınma ve iklim değişikliğine etkisini ifade etmiştir. Ayrıca, taşımacılık faaliyetlerinin çevresel olarak dünya ekosistemini tehdit eden sera gazı emisyonlarına neden olduğunu belirtmiştir.			
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>		Sera gazı emisyon miktarlarındaki artışların, yaşamı tehdit eden meteorolojik olaylara neden olacağı belirtilmiştir.			

Yazarlar ve Yıl / Şehir	Yer özelliği	Araştırmanın Tasarım Tipi ve Örneklem Sayısı	Ölçmede Kullanılan Araçlar	Araştırmanın Uygulanma Süreci	Bulgular
Mutlu, 2019 /Balıkesir	Şehir merkezindeki kara yolu	Şehir merkezinde 24 kavşak analiz edilmiş ve bu kavşaklardan geçen araçlar sayılmıştır. Toplanan veriler COPERT programı yardımıyla analiz edilmiş ve trafikle ilişkili kirletici emisyonlar hesaplanmıştır.	Kavşaklar Avrupa Çevre Ajansı tarafından kullanılan COPERT (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) paket programı kullanarak analiz edilmiş ve kavşaklara ait kirletici emisyonları hesaplanmıştır.	Sayımlar Valilik kapsamında, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden alınan izinler çerçevesinde 2016 yılında Mart-Nisan ve Mayıs aylarında yapılmıştır. Çalışma, trafik yoğunluğunun en yüksek olabileceği haftanın ilk günü olan Pazartesi günü gerçekleştirilmiştir. Bu gün içerisinde sabah 7.00-9.00, öğle 12.00-14.00 ve akşam 16.00-18.00 saatleri arasında yapılmıştır.	Balıkesir ilinde incelenen toplam 24 kavşaktaki trafik faaliyetlerinin bir sonucu olarak, sıcak ve soğuk iklim özellikleri dikkate alınarak yapılan analizlere göre yılda yaklaşık olarak 682 ton CO ve 133 ton NOx emisyonunun trafik nedeniyle atmosfere salındığı tahmin edilmektedir.
<b>Sonuç ve Değerlendirme</b>			İzmir-Bursa-İstanbul ana ulaşım hattındaki kavşaklarda, şehir merkezinden geçen trafik yoğunluğunun diğer kavşaklara kıyasla daha yüksek olduğu ve bu nedenle daha fazla bu nedenle CO ve NOx kirleticisinin atmosfere salındığı ve daha fazla yakıt tüketildiği belirlenmiştir. Çalışmanın önerileri arasında, şehir içinde dur-kalkları azaltacak bir trafik akışının oluşturulması, toplu taşıma kullanımının teşvik edilmesi ve yeşil enerji kullanımının özendirilmesi bulunmaktadır.		
<b>İnsan ve Çevre Sağlığına Etkileri</b>			Otobanlara yakın bölgede yaşayan insanların astım gibi hava kirliliği nedenli sağlık problemleri riski taşıdığı çalışmada belirtilmiştir.		

Sistemik derleme dahil edilen 14 araştırmanın bulgularını destekleyen bazı uluslararası ve ulusal argümanlar, Çizelge 14'te gösterilmiştir.

Çizelge 14. Uluslararası ve ulusal argümanlar

ARGÜMANLAR	
ULUSLARARASI ARGÜMANLAR	<p>IPCC; kara yolu taşımacılığından (benzin, motorin, LPG) kaynaklı kirletici gazları, Karbondioksit (<b>CO<sub>2</sub></b>), Metan (<b>CH<sub>4</sub></b>), Azot Protoksit (<b>N<sub>2</sub>O</b>) olarak değerlendirmiştir (IPCC, 2006a).</p> <p>Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün yayınlamış olduğu Küresel Hava Kalitesi Rehberinde, hava kirliliğinin artık insan sağlığına yönelik en büyük çevresel tehdit olduğunu vurgulamıştır. Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların (NCD) önden gelen ölüm ve sakatlıklara, kardiyovasküler, nörolojik, solunum ve diğer organ sistemlerini etkileyen geniş bir hastalık yelpazesine neden olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda hava kirliliğine neden olduğu kirleticileri (Partikül madde (<b>PM<sub>10</sub></b>, <b>PM<sub>2,5</sub></b>), Ozon (<b>O<sub>3</sub></b>), Nitrojen Dioksit (<b>NO<sub>2</sub></b>), Kükürt dioksit (<b>SO<sub>2</sub></b>) ve Karbonmonoksit (<b>CO</b>) olarak ön görmüş ve sınır değerleri bu rehberde belirtmiştir. Ayrıca DSÖ, kentsel mikro çevrelerde hava kirliliği kaynaklarına ulaşım ortamları ve caddelerdeki araç emisyonlarının neden olduğunu, bu emisyonların ultra küçük partikül maddelere (<b>PM</b>), Karbonmonoksit (<b>CO</b>), Azot Oksit (<b>NO<sub>x</sub></b>), Ozon (<b>O<sub>3</sub></b>), Uçucu organik bileşik (<b>VOC</b>), Kurşun (<b>Pb</b>) vb. kirleticilerin oluşumuna neden olmaktadır (WHO, 2021).</p>
	<p>Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre ulaşım sektörü, tüm sektörler arasında fosil yakıtlara en bağımlılığı sektör ve 2021 yılında <b>CO<sub>2</sub></b> emisyonlarının %37'sini oluşturmaktadır (IEA, 2022).</p>
	<p>IEA, kara yolunda kullanılan otobüs ve kamyon gibi ağır hizmet taşıtlarından çıkan egzoz <b>CO<sub>2</sub></b> emisyonları, 2000 yılından bu yana yılda ortalama %2.2 artış göstermiştir (IEA, 2022).</p> <p>Avrupa Çevre Ajansı (EEA)'na göre, <b>CO<sub>2</sub></b> emisyonları ulaşımındaki sera gazı emisyonlarının ana bileşeni olup, kara yolu taşımacılığı bu emisyonlara en büyük katkıyı yapmaktadır (EEA, 2022).</p> <p>Avrupa Çevre Ajansı (EEA)'nın 2021 yılı "Ulaşım ve Çevre Raporlama Mekanizması (TERM)" başlıklı yıllık raporunda, 21.yüzyılda en zorlu hedeflerden birinin ulaşım olduğu belirtilmiştir. Nitrojen Dioksit (<b>NO<sub>2</sub></b>) emisyonlarının yükselmesine neden olan kara yolu yük taşımacılığı, asit yağmurlarına neden olan Kükürt dioksit (<b>SO<sub>2</sub></b>) emisyonları ulaşım kaynaklıdır. Elde edilen bulgularda, kalabalık yolların çevresinden yaşayan insanların aşırı derecede hava kirliliğine maruz kaldıkları, Hava izleme istasyonlarında, %44 düzeyinde yasal sınırı aşan zararlı Nitrojen Dioksit (<b>NO<sub>2</sub></b>) emisyonu tespit edilmiştir. Bu bölgelerin %33'ünde partikül madde (<b>PM<sub>10</sub></b>) seviyeleri sınırları aşmıştır. Bu kirletici unsurlar, kalp ve dolaşım sistemi, akciğer, karaciğer, dalak ve kanı etkilemektedir. Ulaşım kaynaklı gürültünün ise ciddi sağlık problemlerine neden olduğu bulgular arasında görülmüştür (EEA, 2022).</p>
	<p>Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı kara yolu ulaşımından kaynaklanan hava kirletici emisyonlarını, Azot oksit (<b>NO<sub>x</sub></b>) ve Partiküller Madde (<b>PM<sub>10</sub></b>) emisyonları üzerinden Gigaton (Gg) birimi üzerinden hesaplamıştır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).</p> <p>Türkiye'de "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği"ne (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008) göre, insan sağlığı ve çevre üzerinde zararlı etkileri bulunan kirletici emisyonlar (<b>SO<sub>2</sub></b>, <b>NO<sub>2</sub></b>, <b>NO<sub>x</sub></b>, <b>PM<sub>10</sub></b>, Kurşun (<b>Pb</b>), Karbonmonoksit (<b>CO</b>), Nikel (<b>Ni</b>), Arsenik (<b>As</b>), Kadmiyum (<b>Cd</b>), Ozon (<b>O<sub>3</sub></b>), Benzen (<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>), Uçucu organik bileşik (<b>VOC</b>) için limit değerler belirlenmiştir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2008).</p>

#### 4.2.3. Kalite değerlendirme bulguları

Sistemik derleme kapsamına alınan 14 çalışmanın metodolojik kalitesi, Joanna Briggs Institute (JBI) tarafından geliştirilen ve kesitsel araştırmalar için kullanılan 8 soruluk Kritik Değerlendirme Kontrol Listesi kullanılarak uzman araştırmacılar eşliğinde değerlendirilmiştir. Her bir kesitsel çalışmanın kalite seviyesi, 8 soruya "Evet, Hayır, Belirsiz ve Uygulanmaz" seçeneklerinden biriyle cevaplanarak belirlenmiştir. Bu çalışmaların tamamı, maddelerin %80'inden fazlasının "Evet" olarak değerlendirilmesi sonucunda metodolojik kalite açısından "iyi kalite" olarak kabul edilmiştir (Çizelge 15).



Çizelge 15. Çalışmalara ilişkin kontrol listesi ve değerlendirme skorları

JBI Kesitsel Çalışmalar İçin Kritik Değerlendirme Kontrol Listesi Soruları	Yakın & Behçet, 2019	Tezel ve ark., 2019	Çetin & Ergüder, 2020	Demirel & Ateş, 2018	Kılıç, 2019	Civelekoglu & Bıyık, 2020	Cüce & Uğur, 2021	Dündar, 2021	Kılıç ve ark., 2021	Özkan, 2017	Behçet & Yakın, 2020	Yalçınkaya, 2020	Dündar & Kolay, 2021	Mutlu, 2019	Çalışmaların Kalite Skoru
	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	
Örnekleme dahil edilme kriterleri açıkça tanımlanmış mı?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Çalışmanın katılımcıları ve ortamı detaylı olarak anlatılmış mı?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Maruziyet geçerli ve güvenilir bir yöntemle ölçülmüş mü?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Durumun ya da koşulların ölçümü için objektif ve standart kriterler kullanılmış mı?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Karıştırıcı ya da katkıda bulunucu faktörler tanımlanmış mı?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Karıştırıcı faktörleri yönetmek için stratejiler belirtilmiş mi?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Sonuçlar geçerli ve güvenilir bir yöntem ile ölçülmüş mü?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100
Uygun istatistiksel analizler kullanılmış mı?	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	E+	%100

E+: Evet; H-: Hayır; U: Uygulanamaz; B: Belirsiz

#### 4.2.4. Öyküsel anlatı bulguları

Sistematiik derleme kapsamında incelenen çalışmaların sonuçları, meta-analiz için uygun nicel veri bulunmadığından, verilerin sentezlenmesinde öyküsel anlatı yöntemi tercih edilmiştir. Bu sebeple, 14 çalışmanın sonuçları öyküsel anlatıya dönüştürülerek birleştirilmiş ve sentezlenmiştir. Bu birleştirilmiş sonuçlardan elde edilen bulgular, kara yolu ulaşımının çevre ve insan sağlığı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir.

#### 5. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehrin (Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak) 2010 ve 2019 yıllarına ait kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonları, IPCC'nin Tier 1 yöntemiyle hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; 2010'da sekiz şehirdeki toplam sera gazı emisyonu 8.224.04 Gg CO<sub>2</sub>e. iken, 2019'da bu miktar önemli ölçüde artarak 14.151.43 Gg CO<sub>2</sub>e.'e yükselmiştir. 2010 ve 2019 yılları arasında toplam sera gazı emisyon miktarının yaklaşık %72,14 arttığı belirlenmiştir. Detaylı hesaplama sonuçları doğrultusunda;

**Şehirlerin nüfus, toplam araç sayıları ile yüz ölçümü verilerine ilişkin tartışma kapsamında;** 2010 ve 2019 yıllarına ait veriler (Çizelge 16) incelendiğinde;

Çizelge 16. Nüfus, araç ve yüz ölçümü durumu (ilk üç şehir)

Nüfusu En Fazla Olan İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (Nüfus)	Toplam Araç Sayısı En Fazla Olan İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (Araç)	Yüz Ölçümü En Büyük Olan	Yüz Ölçümü En Düşük Olan
2010	2019	2010-2019	2010	2019	2010-2019	Üç Şehir	Üç Şehir
İzmir	İzmir	%20.26	İzmir	İzmir	%58.89	Afyon	Uşak
Manisa	Manisa		Manisa	Manisa		Muğla	Manisa
Aydın	Aydın		Muğla	Muğla		Muğla	Kütahya

2010 ve 2019 yıllarında en kalabalık şehirlerin sırasıyla İzmir, Manisa ve Aydın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 2010 ile 2019 arasında en yüksek nüfus artış oranının %20,26 ile Muğla'da olduğu tespit edilmiştir. Bu şehirler, tarım ve tarıma dayalı endüstrilere sahip, gelişmiş altyapı ve yüksek yaşam kalitesi sunan, turizm potansiyeli yüksek ve eğitim kurumlarına ev sahipliği yapan merkezler olarak görülmektedir. 2010 ve 2019 yıllarında toplam araç sayısı bakımından en kalabalık şehirlerin sırasıyla İzmir, Manisa ve Muğla olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemde, araç sayısında en yüksek oransal artışın %58,89 ile Muğla'da yaşandığı belirlenmiştir. Araç sayısındaki artışlar özellikle İzmir, Manisa, Muğla, Aydın ve Denizli illerinde gözlenmektedir. Bu durum, artan araç sayısının trafik yoğunluğuna, hava kirliliğine yol açabileceği, sonuç olarak hava kalitesinin düşmesine, yol altyapısının zarar görmesine, park sorunlarına ve toplu taşıma sistemlerine olan talebin azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

**Yakıt satış verilerine ilişkin tartışma kapsamında;** 2010 ve 2019 yıllarına ait benzin, dizel ve LPG'li araçların yakıt satış verileri ve yüzdesel artış oranları (Çizelge 17) incelendiğinde;

Çizelge 17. En fazla benzin, motorin ve LPG tüketimi gerçekleşen ilk üç şehir

Benzin Tüketimi		En Fazla Oransal Artış (Benzin)	Motorin Tüketimi		En Fazla Oransal Artış (Motorin)	LPG Tüketimi		En Fazla Oransal Artış (LPG)
En Fazla Olan Üç Şehir	En Fazla Olan İlk Üç Şehir		En Fazla Olan İlk Üç Şehir	En Fazla Olan İlk Üç Şehir				
2010	2019	2010-2019	2010	2019	2010-2019	2010	2019	2010-2019
İzmir	İzmir	% 46 Manisa	İzmir	İzmir	% 181 Kütahya	İzmir	İzmir	% 73 Uşak
Muğla	Muğla		Muğla	Denizli		Manisa	Manisa	
Aydın	Manisa		Manisa	Manisa		Muğla	Denizli	

2010 ve 2019 yılları arasında, benzin tüketiminde en yüksek oransal artışın %46 ile Manisa'da gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, benzin tüketimiyle ilgili alınacak önlemlerin öncelikle İzmir, Muğla ve Aydın gibi benzin tüketiminin yoğun olduğu bölgeler ile en yüksek oransal artışın yaşandığı Manisa ilinden başlaması gerektiğini göstermektedir. 2010 ve 2019 yılları arasında dizel tüketiminde en yüksek oransal artışın %181 ile Kütahya'da olduğu belirlenmiştir. Dizel yakıtların diğer türlerine göre daha fazla emisyon ürettiği bilindiğinden, dizel araçların kullanımını azaltmaya yönelik acil önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle İzmir, Muğla, Manisa ve Denizli gibi dizel tüketiminin yoğun olduğu bölgelerde ve oransal artışın en yüksek olduğu Kütahya'da bu konuda hızlı önlemler alınması gerekmektedir. 2010 ve 2019 yılları arasında LPG tüketiminde en yüksek oransal artışın %73 ile Uşak'ta yaşandığı belirlenmiştir. Bu verilerle, İzmir, Manisa, Muğla ve Denizli gibi bölgelerde yoğun bir otogaz (LPG) tüketiminin olduğu ve Uşak ilinde önemli bir artış yaşandığı görülmektedir. LPG kullanımının çevresel etkilerden tamamen muaf olmadığı düşünüldüğünden, çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceği öngörülmektedir.

**Şehirlerin sera gazı emisyon miktarı verilerine ilişkin tartışma kapsamında;** 2010 ve 2019 yıllarına ait sera gazı emisyon miktarları (Çizelge 18) incelendiğinde;

Çizelge 18. Sera gazı emisyon miktarı ve CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O artış durumu

En Fazla Sera Gazı Emisyonu Gerçekleşen İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (CO <sub>2</sub> ) Emisyonu	En Fazla Oransal Artış (CH <sub>4</sub> ) Emisyonu	En Fazla Oransal Artış (N <sub>2</sub> O) Emisyonu
2010	2019			
İzmir	İzmir	% 149,21 Kütahya	% 79,93 Kütahya	% 167,17 Kütahya
Muğla	Manisa			
Manisa	Denizli			

2010 ve 2019 yılları arasında, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O emisyonu miktarları bakımından diğer şehirlere göre en fazla oransal artışın Kütahya'da olduğu belirlenmiştir. İzmir, Muğla, Manisa, Denizli ve Kütahya gibi emisyonların daha fazla olduğu illerde, bu emisyonlar hava kirliliğine ve dolayısıyla solunum yolu

hastalıkları ile kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi önemli sağlık sorunlarına katkıda bulunabilir. Ayrıca, bu şehirlerdeki yüksek sera gazı emisyonu, iklim değişikliğini hızlandırabilir ve aşırı hava olayları ile deniz seviyesindeki yükselmeler gibi iklim değişikliği etkilerini artırabilir. İzmir, Muğla, Manisa ve Denizli gibi illerde, sera gazı emisyonlarını azaltmak için alınacak önlemlerin öncelikle hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu bölgelerde, sürdürülebilir, düşük emisyonlu ve çevre dostu ulaşım sistemlerine geçiş, güçlü ulaşım politikalarıyla sağlanabilir.

**Şehirlerin kişi başına, araç başına ve kilometrekareye düşen sera gazı emisyon miktarları verilerine ilişkin tartışma kapsamında; 2010 ve 2019 yıllarına ait veriler (Çizelge 19) incelendiğinde;**

Çizelge 19. Sera gazı emisyon miktarı ve CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O artış durumu

Kişi Başına Düşen Karbon Emisyon Miktarı İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (Kişi başına)	Araç Başına Düşen Karbon Emisyon Miktarı İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (Araç Başına)	Km <sup>2</sup> başına Düşen Karbon Emisyon Miktarı İlk Üç Şehir		En Fazla Oransal Artış (km <sup>2</sup> )
2010	2019	2010-2019	2010	2019	2010-2019	2010	2019	2010-2019
Muğla	Denizli	%153,88	Afyon	Denizli	%76,00	İzmir	İzmir	%148,32
Denizli	Kütahya		Uşak	Kütahya		Aydın	Aydın	
İzmir	Muğla		Denizli	Afyon		Muğla	Denizli	

2010 yılında kişi başına düşen en fazla sera gazı emisyonunun sırasıyla Muğla, Denizli ve İzmir'de; 2019 yılında ise Denizli, Kütahya ve Muğla'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu yıllar arasındaki en büyük değişim oranı %153,88 ile Kütahya'da tespit edilmiştir. Araştırmalar, yoğun araç trafiğine sahip şehirlerde ve fosil yakıt tabanlı enerjiye dayalı bölgelerde genellikle kişi başına yüksek sera gazı emisyonlarına rastlandığını göstermektedir. Bu bağlamda, Muğla, Denizli ve İzmir gibi illerde en yüksek kişi başına sera gazı emisyonlarının gözlemlendiği yerlerde, ayrıca Kütahya gibi yüzdesel değişimin en yüksek olduğu illerde, karbon ayak izini azaltmak için daha düşük emisyon hedefleri ve toplu taşıma teşvikleri gibi çabaların gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

2010'da araç başına düşen en yüksek sera gazı emisyonları sırasıyla Afyon, Uşak ve Denizli'de görülürken; 2019'da bu sıralama Denizli, Kütahya ve Afyon olarak gerçekleşmiştir. Bu süre zarfında en büyük artış oranı %76,00 ile Kütahya'da görülmüştür. Şehirlerdeki yüksek araç başına karbon emisyonları, her aracın atmosfere saldığı sera gazı miktarının fazla olduğunu göstermektedir. Afyon, Uşak, Denizli ve Kütahya'daki karbon emisyonlarının artması, fosil yakıt kullanımının arttığını işaret etmektedir. Bu durum, şehirlerde hava kirliliğinin ve iklim değişikliği ile ilişkilendirilen olumsuz etkilerin artmasına neden olabilir. 2010 ile 2019 yılları arasında kilometrekare başına düşen emisyon miktarındaki en büyük oransal artış Kütahya'da yaşanmıştır. Şehirlerdeki artan karbon emisyonları, kilometrekare başına daha yüksek karbon emisyonlarının atmosfere salınması anlamına gelmektedir. Aynı zamanda bu artışlar, şehirlerdeki çevresel sürdürülebilirlikle ilgili sorunların varlığına işaret etmektedir. Bu artışları azaltmak ve şehirleri daha yeşil, sağlıklı ve yaşanabilir hale getirmek için sürdürülebilir kentsel planlama ve çevresel politikaların uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Çalışmanın TİER 1 hesaplamasıyla elde edilen bulgulara göre, Ege Bölgesi'ndeki sekiz şehirde kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyon miktarının sürekli arttığı ve önemli bir emisyon payına sahip olduğu belirlenmiştir. Sera gazı emisyonlarını azaltmak için alınacak önlemlerin, öncelikle İzmir, Muğla, Manisa ve Denizli gibi en yüksek sera gazı emisyonuna sahip illerden başlanması önerilmektedir.

Ege Bölgesi'ndeki şehirler için Paris Anlaşması hedefleri ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ile uyum çabalarını desteklemek amacıyla, şehirlerde ulaşımından kaynaklanan emisyonları azaltmak için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur (Özdemir, 2024).

- Toplu taşıma sistemlerinin teşvik edilmesiyle bireysel araç kullanımının azaltılması, özellikle otobüs, metro ve tramvay gibi toplu taşıma araçlarının yaygın olarak kullanılması,
- Kentlerde bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve bunun için şehir içinde bisiklet yollarının oluşturulması ve bisiklete erişimin kolaylaştırılması,

- Elektrikli araçların yaygınlaştırılması için şarj altyapısının geliştirilmesi ve kullanıcılarına teşviklerin sunulması,
- Trafik akışının iyileştirilmesi ve sıkışıklığın azaltılması için akıllı trafik yönetim sistemlerinin yoğun kavşaklarda kullanımının artırılması,
- Araç paylaşım programlarının teşvik edilmesiyle insanların araçlarını başkalarıyla paylaşmaya teşvik edilerek araç sayısının azaltılması,
- Yeşil alanların artırılmasıyla yaya ve bisiklet kullanımının teşvik edilmesi,
- Evden veya esnek çalışma modellerinin teşvikiyle şehir içi trafiğin azaltılması,
- Şehir sakinlerine çevre dostu ulaşım konusunda eğitim ve farkındalık programlarının düzenlenmesi,
- Toplu taşıma kullanımının teşvik edilmesi için park sistemlerinin geliştirilmesi ve şehir dışında araç bırakma imkanının sağlanması,
- Bakımlı ve düzenli yolların tasarlanmasıyla araçların daha az enerji tüketmesi ve emisyon üretmesinin desteklenmesi,
- Elektrikli araç sahiplerine yönelik şarj istasyonlarının şehir genelinde yaygınlaştırılması,
- Yoğun nüfusa sahip şehirlerde trafik yoğunluğunu azaltmak için esnek çalışma saatleri veya kaydırma saatleri uygulanması,
- Yaya dostu alanların oluşturulması için kaldırımların genişletilmesi, güvenli yaya geçitlerinin eklenmesi ve yaya öncelikli bölgelerin oluşturulması,
- Şehir içinde park alanlarının daha etkili kullanımı için akıllı park yönetim sistemlerinin kullanılması,
- Düşük emisyonlu araç kullanımını teşvik etmek için vergi avantajları veya teşvik programlarının oluşturulması,
- Şehir içi lojistik süreçlerini optimize etmek için akıllı lojistik yönetim sistemlerinin kullanılması,
- Yeşil taksi ve çevre dostu ulaşım hizmetlerinin desteklenerek, bu hizmetlere geçişin teşvik edilmesi,
- Karbon ticaretinin yaygınlaştırılması ve işletmelerin ve endüstrilerin karbon ticareti ve emisyon izleme sistemlerine dahil edilmesi,
- Yeşil altyapı projelerinin desteklenmesi ve çevre dostu ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi,
- Şehirlerde fosil yakıtlardan arındırılmış, herkesin erişebileceği ve teşviklerle desteklenen yeşil ulaşım araçlarının (elektrikli otomobil, elektrikli bisiklet, hibrit araç, elektrikli scooter, biyogazlı otobüs, hidrojen yakıt hücreli araç, doğalgazlı araç, elektrikli otobüs, elektrikli tren ve yeşil otomobil) kullanımının yaygınlaştırılması önemlidir.

Sistematik derleme yöntemi ile gerçekleştirilen süreçler sonucunda elde edilen bulgular kapsamında; Türkiye'deki ulaşımdan kaynaklı emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisini araştıran 14 nitel sentez çalışmasının sonuçları sistematik derleme yöntemiyle birleştirilmiş ve elde edilen kanıtlar öyküsel bir şekilde sunulmuştur. Sistematik literatür derlemesine dahil edilen araştırma bulgularında, kara yolu ulaşımdan kaynaklanan emisyonların insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceğine dair önemli kanıtlar bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, sistematik derlemeye dahil edilen çalışmalarda kullanılan yöntemlerin, kara yolu ulaşımdan kaynaklanan emisyonları belirlemek ve miktarlarını tespit etmek amacıyla odaklandığını göstermektedir. Çalışmada kullanılan bu yöntemler ayrıca, kara yolundaki araçların emisyonlarının bitkilerde ve toprakta ağır metal birikimine yol açtığını, trafik kaynaklı gürültünün insanları gürültü kirliliğine maruz bıraktığını ve dizel yakıtlı araçların diğer yakıtlı araçlara kıyasla daha yüksek karbon ayak izine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Hizmet sektöründe kullanılan dizel motorlu kamyonların, küçük araçlara kıyasla daha fazla hava kirliliğine sebep olduğu, araçların dur-kalk yapmasıyla atmosfere daha fazla emisyon salındığı ve büyükşehirlerde ulaşımdan kaynaklanan emisyon miktarlarının yıllar içinde sürekli arttığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur (Özdemir, 2024).

- Sistematik derlemeye dahil edilen, Türkiye'deki kara yolu ulaşımdan kaynaklanan emisyonların insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerine odaklanan çalışmaların literatürde yetersiz olduğu

tespit edilmiştir.

- Bu alanda daha fazla araştırma yapılmalı ve bilgi boşluklarını dolduracak daha kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilmelidir.
- Araç emisyonlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini analiz eden ve kan içindeki toksik gaz miktarını araştıran daha fazla çalışma yapılmalıdır.
- Kronik hastalığı olan bireylerin taşıt emisyonlarından ne kadar etkilendiğini ve kısa/uzun vadede etkilenme durumlarını inceleyen daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.
- Yapılacak olan çalışmaların, Türkiye'deki şehirlerde ulaşım emisyonlarının etkilerini anlama ve yönetme konusunda daha etkili stratejiler geliştirmeye yardımcı olması önemlidir.

Elde edilen tüm bu sonuçlar ışığında, Ege Bölgesi'nde bulunan Afyon, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak şehirlerinde, 2010-2019 yılları arasında kara yolu ulaşımından kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarında belirgin artışlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, sekiz şehirde ulaşım emisyonlarının azaltılmasının, Türkiye'nin genel sera gazı emisyonlarının ciddi ölçüde azaltılmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

## Kaynakça

- Aksoy, S. A., Kızıltan, A., Kızıltan, M., Köksal, M. A., Öztürk, F., Tekeli, Ş. E., ... & Güllü, G. (2021). Mortality and morbidity costs of road traffic-based air pollution in Turkey. *Journal of Transport & Health*, 22, 101142. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101142>
- Avrupa Çevre Ajansı (EEA). (2022). *Do lower speed limits on motorways reduce fuel consumption and pollutant emissions?* Erişim tarihi: 25.07.2022. <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/speed-limits-fuel-consumption-and>
- Behçet, R., & Yakın, A. (2020). Malatya ili trafik kaynaklı hava kirleticilerinin emisyon envanteri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2783-2790. <https://doi.org/10.21597/jist.704308>
- Civelekoğlu, G., & Bıyık, Y. (2020). Isparta ilinde kara yolu kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(2), 78-87.
- Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L., & Bernoux, M. (2018). Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environmental Research Letters*, 13(12), 124020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab5f>
- Choudhary, M. P., & Garg, V. (2013). *Causes, consequences and control of air pollution*. All India seminar on methodologies for air pollution control, held at MNIT, Malviya National Institute of Technology, Jaipur, Rajasthan, India.
- Crippa, M., Janssens-Maenhout, G., Guizzardi, D., Van Dingenen, R., & Dentener, F. (2019). Contribution and uncertainty of sectorial and regional emissions to regional and global PM 2.5 health impacts. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(7), 5165-5186. <https://doi.org/10.5194/acp-19-5165-2019>
- Cuci, Y., & Polat, E. E. (2015). Gaziantep'in trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(2), 1-11.
- Cüce, H., & Uğur, O. (2021). Nevşehir ilinde kara yolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının Covid-19 salgını başlangıç döneminde değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 118-134. <https://doi.org/10.31466/kfbd.885206>
- Çerçi, M. (2021). *IPCC Tier 1 ve Defra metodları ile karbon ayak izinin belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Çetin, M., & Ergüder, T. O. (2020). Erzincan'da motorlu taşıtlar tarafından atmosfere bırakılan egzoz emisyonları ve tahmini miktarlarının belirlenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 13(3), 1403-1412. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.638290>
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022). <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/ulasimdan-kaynaklanan-hava-kirleticileri-emisyonu-i-85795> Erişim tarihi: 20.08.2023.
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *Çevresel göstergeler*. Erişim tarihi: 25.11.2023. <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/>

- Demirel, H., & Ateş, A. (2018). Sapanca Gölü çevresinde kara yolu trafiğinden kaynaklanan hava kirleticilerinin emisyon envanteri. *Sakarya University Journal of Science*, 22(2), 150-158. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.291218>
- Dışişleri Bakanlığı. (2023). *Kyoto Protokolü*. Erişim tarihi: 29.11.2023. <https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>
- Dündar, A. O. (2021). Türkiye'deki büyükşehirlerin kara yolu ulaşımı kaynaklı sera gazı emisyon miktarının karşılaştırmalı analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(2), 318-337. <https://doi.org/10.21324/dacd.862836>
- Dündar, A. O., & Kolay, A. (2021). Kara yolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 317-334.
- EPDK. (2022). *Yıllık sektör raporu*. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu. Erişim tarihi: 16.08.2023. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu>
- EUR Lex. (2023). *Document 32022D0591*. Erişim tarihi: 29.11.2023. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2022/591/oj>
- Gökburun, İ., & Doğan, Ö. S. (2019). İBBS uygulamasında nüfus verilerinin coğrafi açıdan yorumlanmasını kolaylaştıracak bir yol haritası. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24(41), 39-60. <https://doi.org/10.17295/ataunidcd.533185>
- Harita Genel Müdürlüğü (HGM). (2022). *İl ve ilçe yüz ölçümleri*. Erişim tarihi: 19.09.2023. <https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumleri>
- Health and Climate Change Countdown Report. (2023). *The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change*. Erişim tarihi: 25.07.2023. <https://www.lancetcountdown.org/about-us/interact-with-the-key-findings>
- International Energy Agency (IEA). (2022). *Transport*. Erişim tarihi: 28.07.2023. <https://www.iea.org/energy-system/transport>
- International Energy Agency (IEA). (2023). *Energy system of Türkiye*. Erişim tarihi: 02.08.2023. <https://www.iea.org/countries/turkiye>
- IPCC. (2006a). *Chapter 4: Methodological Choice and Identification of Key Categories*. Erişim tarihi: 18.08.2023. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_4\\_Ch4\\_MethodChoice.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_4_Ch4_MethodChoice.pdf)
- IPCC. (2006b). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Japan: National Greenhouse Gas Inventories Programme (IGES).
- IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Cerezo-Mota, R., Gimenez, E., ... & Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: Definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data*, 12(4), 2959-2970. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2959-2020>
- Karaçam, Z. (2013). Sistemik derleme metodolojisi: Sistemik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 26-33.
- Kelen, F. (2014). Motorlu taşıt emisyonlarının insan sağlığı ve çevre üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 80-87.
- Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM). (2022). *Devlet ve il yolu uzunluğu (km)*. Erişim tarihi: 19.09.2023. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/DevletveIlyolEnvanteri.aspx>
- Kılıç, D. D. (2019). Investigation of heavy metal accumulation and biomonitoring of calepina irregularis species growing in Amasya (Turkey) province. *Anatolian Journal of Botany*, 3(2), 44-50. <https://doi.org/10.30616/ajb.516101>
- Kılıç, M. Y., Dönmez, T., & Adalı, S. (2021). Kara yolu ulaşımında yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi değişimi: Çanakkale örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(3), 943-955. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.848016>
- Kurnaz, D., & Karaçam, Z. (2022). İnfertil obez kadınlarda obezitenin yönetiminde kullanılan yöntemlerin obstetrik sonuçlara etkisi: sistemik derleme ve meta-analiz. *Mersin Üniversitesi*

- Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 12(1), 147-169.  
<https://doi.org/10.31020/mutftd.1003918>
- Lancet Report. (2023). *Lancet health and climate change countdown report*. Erişim tarihi: 07.09.2023.  
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(23\)01859-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01859-7/fulltext).
- Magowan, D. (2018). *The impact of traffic related air pollution in Northern Ireland*. (PhD), Ulster University, Northern Ireland.
- Matz, C. J., Egyed, M., Hocking, R., Seenundun, S., Charman, N., & Edmonds, N. (2019). Human health effects of traffic-related air pollution (TRAP): A scoping review protocol. *Systematic Reviews*, 8, 223. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-1106-5>
- Menteşe, S. (2017). Çevresel sürdürülebilirlik açısından toprak, su ve hava kirliliği: Teorik bir inceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53), 381-389.
- Mevzuat Bilgi Sistemi. (2008). *Hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi yönetmeliği*. Erişim tarihi: 09.10.2023.  
<https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Munn, Z., Moola, S., Riitano, D., & Lisy, K. (2014). The development of a critical appraisal tool for use in systematic reviews: Addressing questions of prevalence. *International Journal of Health Policy and Management*, 13(3), 123-128. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2014.71>
- Mutlu, A. (2019). Balıkesir şehir merkezinde trafik kaynaklı hava kirliliği seviyelerinin analizi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 152-168.  
<https://doi.org/10.25092/baunfbed.532605>
- Ötken, B., & Gümüşay, M. Ü. (2010). Kara yolunda hareket halindeki taşıtların çevreye yaydıkları emisyonların analizi için CBS’de arayüzlerin hazırlanması. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 101.
- Özdemir, T. (2024). *Ege bölgesindeki şehirlerin ulaşım kaynaklı emisyonların analizi; emisyonların çevre ve insan sağlığına etkisi: sistematik derleme*. (Doktora Tezi), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Özkan, A. (2017). Antakya-Cilvegözü kara yolu etrafındaki tarım arazilerinde ve bitkilerdeki ağır metal kirliliği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 9-18.  
<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.357176>
- Parlak, F. O. (2017). *Dizel motor emisyon düzenlemeleri için LNT'nin matematiksel olarak modellenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). Erişim tarihi: 07.09.2023.  
[https://onikinciplan.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/11/On-Ikinci-Kalkinma-Plani\\_2024-2028.pdf](https://onikinciplan.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/11/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028.pdf)
- Teimourzadeh, S., Tör, O. B., Kat, B., Şahin, Ü., Demirkol, K., Künar, A., ... & Yeldan, E. (2023). *Türkiye'nin karbonsuzlaşma yol haritası dönüşümün takvimi ve coğrafyası (2020-2050)*. İstanbul: İstanbul Politikalar Merkezi, İPM-Sabancı Üniversitesi.  
<https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20211026-23105368.pdf>
- Tezel, M. N., Sarı, D., Özkurt, N., & Keskin, S. S. (2019). Combined nox and noise pollution from road traffic in Trabzon, Turkey. *Science of the Total Environment*, 696, 134044.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134044>
- Ticaret Bakanlığı. (2022). *Yeşil mutabakat yıllık faaliyet raporu*. Erişim tarihi: 16.10.2023.  
<https://ticaret.gov.tr/data/643ffd6a13b8767b208ca8e4/YMEP%202022%20Faaliyet%20Raporu.pdf>
- Ticaret Bakanlığı. (2023). *Yeşil mutabakat*. Erişim tarihi: 16.10.2023. <https://ticaret.gov.tr/disiliskiler/yesil-mutabakat>
- TMMOB. (2022). *2022 Yılı Türkiye Hava Kirliliği Raporu*. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği. Erişim tarihi: 26.10.2023. <https://www.cmo.org.tr/2022-yili-hava-kirliligi-raporu-yayinlandi>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2020). *Kişi başına düşen gayri saft yurtiçi hasıla (GSYH) oranları*. Erişim tarihi: 19.09.2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>

- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021a). *2021 yılı toplam nüfusları*. Erişim tarihi: 19.09.2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021b). *2021 yılı toplam otomobil sayıları*. Erişim tarihi: 19.09.2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2022). Talep Yönetim Sistemi, Bilgi Dağıtım Grup Başkanlığı. <https://ty.tuik.gov.tr/Request/DetailRequest?reqId=/poZRi3rff8ZQmpF8wJbOin3GQJD6nx38i nMSf/E2jK8qM7zgVpQV90alzi6zcSj>
- Umutlu, H. (2023). Ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonları arasındaki ilişki: Azerbaycan örneği. *Journal of Economics and Political Sciences*, 3(2), 93-105.
- Uyumaz, A., Boz, F., Yılmaz, E., Solmaz, H., & Polat, S. (2017). Taşıt egzoz emisyonlarını azaltma yöntemlerindeki gelişmeler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 15-24.
- World Health Organization (WHO). (2019). *WHO report on the global tobacco epidemic 2019*. Erişim tarihi: 25.07.2023. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326043/9789241516204-eng.pdf?ua=1>
- World Health Organization (WHO). (2021). *WHO Global Air Quality Guidelines*. Erişim tarihi: 25.07.2023. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433eng.pdf?sequence=1&is%20Allowed=y>
- Yakın, A., & Behçet, R. (2019). Van ili trafik kaynaklı hava kirleticilerinin emisyon envanteri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1567-1573. <https://doi.org/10.21597/jist.548606>
- Yalçınkaya, S. (2020). Katı atık toplama ve taşıma sisteminden kaynaklanan hava kirleticileri emisyonlarının mekânsal analiz teknikleri ile farklı araç kapasiteleri için hesaplanması: İzmir Çiğli örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), 366-376. <https://doi.org/10.21324/dacd.675605>
- Yazıcı, H., Akçay, M., Çay, Y., Sekmen, Y., Yılmaz, T., & Gölcü, M. (2010). Hava kirliliğinin doğal gaz kullanımı ile değişimi, Denizli İli örneği. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 9(3), 205-215.
- Zubair, M., Chen, S., Ma, Y., & Hu, X. (2023). A systematic review on Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) emission measurement methods under PRISMA guidelines: Transportation sustainability and development programs. *Sustainability*, 15(6), 4817. <https://doi.org/10.3390/su15064817>