

Malatya İli Trafik Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri

Rasim BEHÇET¹, Ahmet YAKIN^{2*}

ÖZET: Malatya ili coğrafik konum nedeniyle karasal iklime sahiptir. İklim şartlarından dolayı kış ayları soğuk ve uzun sürmektedir. Özellikle bu aylarda, evlerden, iş yerlerinden, fabrikalardan, taşıtlardan; atmosfere atılan kirletici emisyonlar fazla görülür. Türkiye'nin Nüfus yoğunluğu bakımından 27. sırada bulunan Malatya ili, trafik yoğunluğu bakımından da oldukça kalabalık bir yerleşim yeridir. Trafik yoğunluğu beraberinde hava kirliliğini de getirmektedir. Hava kirliliği çevre ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturur. İnsanlığın temel görevlerinden biride, canlıların yaşam alanı olan çevreyi korumaktır. Bu çalışmada, Malatya ilini çevreleyen yollarda seyreden taşıtların sayımları yapılarak trafik yoğunluğu belirlenmiş ve trafik kaynaklı hava kirleticileri hesaplanarak, emisyon envanteri oluşturulmuştur. Çalışma sonuçlarından elde edilen verilere göre Malatya ilinde atmosfere verilen toplam emisyon miktarları içindeki CO miktarı 768.22 ton yıl⁻¹, NO_x miktarı 153.73 ton yıl⁻¹, PM miktarı 13.99 ton yıl⁻¹ ve VOC miktarı 121.79 ton yıl⁻¹ şeklinde yaklaşık olarak bulunmuştur. Malatya ilinde taşıt kaynaklı hava kirliliğinin azaltılması için, taşıtlarda kullanılan fosil yakıtlar yerine alternatif yakıtların kullanılması kısa mesafelerde taşıt kullanımı yerine yürümenin teşvik edilmesi ile sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Malatya, motorlu taşıtlar, hava kirliliği, emisyon envanteri

Emission Inventory of Air Pollutants Based on Traffic in Malatya Province

ABSTRACT: Due to its geographical location, Malatya province has a continental climate. Because of the the continental character of the climatic conditions, the winter months are also cold and long. Especially in these months, the pollutant emissions discharged from the houses, workplaces, factories, vehicles and released to the atmosphere are high. In terms of population density in Turkey, Malatya, which is 27th among the provinces, is a very crowded settlement in terms of traffic density. Traffic density also brings air pollution. Air pollution has negative effects on the environment and living things. One of the main duties and responsibilities of mankind is to protect the environment, the living space of living things. In this study, the traffic density of the vehicles running at the streets surrounding the city of Malatya was determined and the the emission inventory was measured by calculating the traffic pollutants. According to the data obtained from the study results, the amount of CO in the total emission amounts given to the atmosphere in Malatya was 768.22 tons per year⁻¹, the NO_x amount was 153.73 tons per year⁻¹, the amount of PM was 13.99 tons per year⁻¹ and the amount of VOC was 121.79 tons per year⁻¹. For reducing air pollution caused by vehicles in Malatya province, some measures can be provided by using alternative fuels in internal combustion engines instead of fossil fuels used in vehicles and encouraging walking instead of using vehicles at short distances.

Key Words: Malatya, motor vehicles, air pollution, emission inventory

¹ Rasim BEHÇET (Orcid ID: 0000-0002-6897-3066), İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Bölümü, Malatya, Türkiye

² Ahmet YAKIN (Orcid ID: 0000-0001-6716-2811), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ahmet YAKIN, e-mail: ahmetyakin@yyu.edu.tr

GİRİŞ

Motorlu taşıtlarda kullanılan fosil yakıtların tükenecek olması, petrol için Ortadoğu'da halen devam eden belirsizlikler, fosil yakıtların çevreye verdiği kirlilik ve yakıt ekonomisi gibi birçok parametre, taşıtlar ile ilgili problemleri de beraberinde getirmektedir. Atmosferdeki hava, coğrafik olarak sınırlandırılmadığı için çevre kirliliği, sadece bir ülkenin problemi olmayıp bütün dünya ülkelerini ilgilendiren ciddi bir konudur. Teknoloji, bir yandan insan yaşamında kolaylık sunarken diğer taraftan geri getirilmesi zor, hatta imkânsız olan bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Ülkemizin gelişmişlik düzeyinin artmasına paralel olarak motorlu taşıt sayısında meydana gelecek artış göz önüne alındığında özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu illerde trafikten kaynaklanan hava kirliliğinde önemli bir artış söz konusudur.

Nüfus yoğunluğu bakımından Türkiye'nin 27. şehri olan Malatya ilinin nüfusu 800 000'e yaklaşmıştır. Güney ve Orta Anadolu bölgelerinin kesişme noktasında bulunması nedeniyle sosyal yapısı çeşitlilik gösteren Malatya ili, Doğu Anadolu Bölgesinin yukarı Fırat bölümünde yer almaktadır. İlerdeki nüfusun hızlı bir şekilde artması trafik yoğunluğunu da beraberinde getirmektedir. Trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesinde kullanılan yöntem emisyon envanteridir.

Düzce ilinde 1 Ekim- 31 Mart 2015 tarihleri arasında hava kirliliği ile ilgili olarak günlere, aylara, yaz-kış sezonuna göre yapılan çalışma, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları Web Sitesi'nde, Düzce'nin PM₁₀, SO₂ ve rüzgar ölçüm sonuçları alınmıştır. Hava kirliliği değişimleri en düşük olduğu günler cumartesi ve pazar iken en yüksek olduğu gün çarşamba olarak görülmüştür. Aylar arasında en düşük PM₁₀ değeri Ağustos iken en yüksek PM₁₀ değeri Aralık ayında görülmüştür. Düzce'de hafta içinde rüzgar hızının düşük olduğu ve kış aylarında ise hava kirliliğinin yüksek olduğu, rüzgar hızının yüksek olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise PM₁₀ en düşük düzeyde olduğu görülmüştür(İskender ve ark., 2015).

CO emisyonu genellikle, egzoz gaz sıcaklığının düşük olması ve yakıtın tam olarak oksijenle reaksiyona girememesinden oluşur ve türbülans yoğunluğu da CO oluşumundaki önemli faktörlerden biridir. CO emisyonunun insan vücuduna geçtikten sonra kandaki hemoglobininle birleşerek oksijen taşınımını azaltır. Böylece uyku problemleri, felç ve öğrenme yeteneğinin zayıflamasına yol açar (Agarwal ve ark., 2006).

Zehirli egzoz emisyonları arasında olan HC emisyonları, yakıt sistemindeki buharlaşmadan meydana gelmekte ve yanmaya tam olarak girememesinden kaynaklanmaktadır (Pulkrabek W.W, 2010).

NO_x emisyonları, akciğerlerin zarar görmesine ve neticesinde solunum yolu rahatsızlıklarına sebep olmaktadır (Amin N, 2009).

Atmosferik emisyon envanteri çalışmaları, hava kalitesi ve emisyon azaltma çalışmalarının belirlenmesinde de önemli katkı sağlamaktadır. Emisyonlar hakkındaki bilgi ile sürdürülebilir hava kalitesini yakalamak mümkündür. Motorlu kara taşıtlarının emisyonlarının kent atmosferindeki kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturmaları ve yaşamı olumsuz etkilemeleri emisyon envanteri çalışmalarının önemini arttırmıştır. Atmosfere bırakılan kirleticilerin emisyonlarının çevresel etkilerinin ortaya konulması ve emisyon kontrol çalışmalarının belirlenmesi için sektörel bazda çalışmalar yapılmaktadır (Bellesio ve ark., 2007).

Atmosfere farklı kaynaklardan salınabilecek kirleticilere yönelik sınır değerler, Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde de belirtilmiştir. Genellikle kış mevsiminde hava kirliliğinin belli bölgelerimizde uyarı sınırlarını aşması kirlenmenin insan yaşamını tehdit edebilecek sınırlara geldiğini göstermektedir. Yönetmelikte, hava kirliliğinin önlenmesi için kısa ve uzun dönemlerde uygulanabilecek tedbirler yer almaktadır (Çetin ve ark., 2018).

Hava kirliliği genellikle eksik yanmadan kaynaklanmaktadır. İçten yanmalı motorlardan atmosfere atılan egzoz gazlarının bileşiminde; parafinler, aromatikler ve olefinler gibi yanmamış hidrokarbonlar,

ketonlar, karboksilik asitler, aldehitler gibi kısmen yanmış hidrokarbonlar (HC), karbonmonoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO_2), kurşun bileşikleri ve partikül maddeler (PM_{10}) bulunmaktadır. Dizel motorlarındaki kirleticiler; azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO_2) ve partikül madde gibi kirleticiler, benzin motorlarında ise, karbon monoksit (CO) ve yanmadan kalan hidrokarbonlar (HC) dır (Alkaya ve Yıldırım, 2000).

Sapanca Gölü ve çevresinde, taşıtlardan kaynaklanan emisyonlarla ilgili çalışmada, karayolu kaynaklı taşıt emisyon miktarları belirlenmiştir. Çalışmada atmosfere bir hafta boyunca verilen emisyon miktarları hesaplanmış ve PM_2 ton, NO_x 41ton, CO 84 ton, VOC (Volatile Organic Compound) 14 ton olarak bulunmuştur (Demirel ve Ateş, 2017).

İzmir'de taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğinin kent merkezinde; saatlik, günlük ve mevsimsel değişimleri incelenmiş, gerekli hesaplamaların yapılması sonucunda 2007 yılında atmosfere verilen, kirleticisi emisyonlar, CO 5607 ton, PM_{10} 104 ton, NO_x 2502 ton, SO_2 340 ton, NMVOC 772 ton, olarak hesaplanmıştır (Elbir ve ark., 2010).

Çorlu ilçesinde trafikten kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında, trafiğin yoğun olduğu dört caddede ölçümler yapılmıştır. Bu dört cadde için toplam PM 0.21 ton yıl^{-1} , NO_x 5.01 ton yıl^{-1} , CO 5.58 ton yıl^{-1} , HC 0.41 ton yıl^{-1} olarak hesaplanmıştır (Ünsal ve ark., 2015).

Gaziantep ilinde taşıtlardan kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında, trafik akışının yoğun olduğu 30 noktada NO_x emisyonları, pasif örnekleme metodu ile belirlenmiş, ilin kirlilik haritası oluşturulmuştur. Çalışmalar neticesinde kirleticisi emisyonlar sınır değerler kapsamında değerlendirilmiştir (Cuci ve Polat, 2015).

Van ili taşıt kaynaklı hava kirliliği ile ilgili yapılan çalışmada, karayolu kaynaklı taşıt emisyon miktarları belirlenmiş atmosfere verilen toplam emisyon miktarları CO 442.78 ton yıl^{-1} , NO_x 83.01 ton yıl^{-1} , PM 8.01 ton yıl^{-1} , ve VOC miktarı 70.41 ton yıl^{-1} şeklinde yaklaşık olarak bulunmuştur (Yakın ve Behçet, 2019).

Samsun Tekkeköy ilçe merkezinde 2017 yılında taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliğiyle ilgili çalışmada, karayolundan atmosfere salınan kirleticisi miktarları, CO 13.56 ton, NO_x 150.23 ton, Uçucu Organik Bileşikler (VOC) 18.33 ton, PM 5.01ton, SO_2 0.20 ton olarak hesaplanmıştır (Kaya, 2020).

Çin'de yakıt tüketimi ve taşıt tipine bağlı yapılan emisyon envanteri çalışmasında, 2030 yılına kadar emisyon miktarlarında CO %467.52 , VOC %61.44 , NO_x %8.31 , PM_{10} için %78.35 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir (Zahanga ve ark., 2008).

Portekiz'de trafik kaynaklı taşıt emisyon hesaplamasında, taşıt hızının 50 km/h ten az olduğu kabul edilerek VSP/EMEP metodu ile günlük zararlı taşıt emisyonları şehir merkeziyle diğer bölgeler kıyaslanarak hesaplanmış ve şehir merkezindeki emisyonların diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Borrego ve ark., 2016).

İtalya'da 2001 yılında, trafikten kaynaklanan, zararlı taşıt emisyonları envanteri CORPET III modeli kullanılarak hesaplanmış, CO 79.520 ton, NO_x 19.380 ton, Metal olmayan uçucu organik bileşikler (NMVOC) 11.547 ton ve PM 1867 ton olarak bulunmuştur (Bellasio ve ark., 2007).

Güney İtalya'da taşıtlardan kaynaklanan ağır metallerin emisyon envanteri çalışmasında NO_x , CO, VOC, PM_{10} emisyonlarının envanteri oluşturulmuştur (Lodice ve ark., 2016).

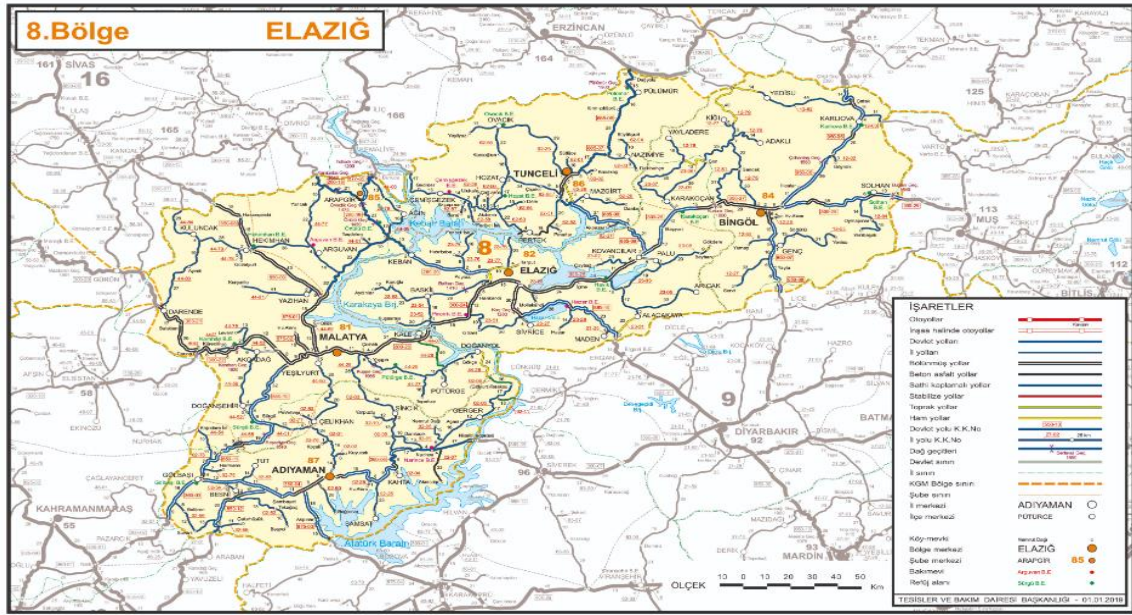
Türkiye'nin nüfus yoğunluğu bakımından 27. sırasında yer alan Malatya'da, Ekim 2019 yılı itibarıyla, motorlu karayolu taşıt sayısı 176 175 adettir (Anonim, 2019).

Bu çalışmada, Malatya ili taşıt kaynaklı emisyon envanteri hesaplanarak Malatya'nın taşıt kaynaklı hava kirliliği bulunmuş ve hava kirliliğinin azaltılması için çözüm önerileri belirtilmiştir.

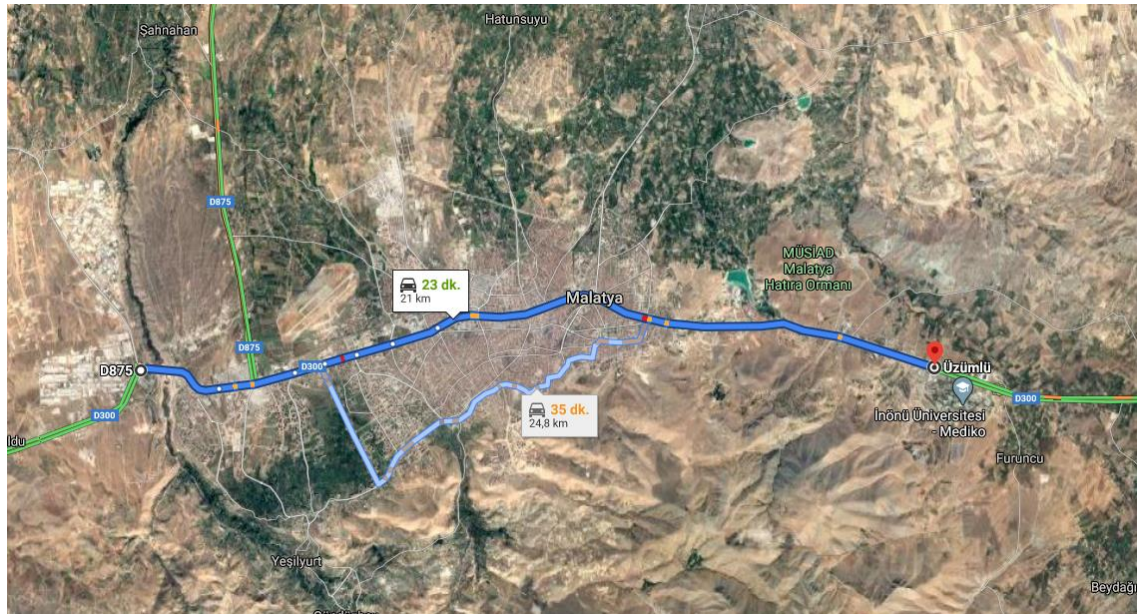
MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Bu çalışma, Türkiye'nin yüzölçümü bakımından 21. sırasında olan Malatya ilinde yapılmıştır. Çalışma alanı, Malatya ili İnönü Üniversitesi, kanyon caddesi ile Dem sokak kesim noktasındaki kavşak ile Malatya havaalanı, Ankara yolu ile havaalanı yolu 1. cadde kesim noktasındaki kavşaklar arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma yapılan caddeler şehri çevreleyen ana yollar olduğundan, trafikten kaynaklanan hava kirliliğini doğrudan etkileyebilecek caddelerdir. Bu caddeler dışındaki diğer caddelerde trafik yoğunluğu az olduğundan çalışmaya dâhil edilmemiştir.



Şekil 1. Malatya ili karayolları haritası



Şekil 2. Çalışma kapsamındaki caddelerin uydu görüntüsü

Taşıt Sayımları

Karayolları Genel Müdürlüğü, karayollarındaki taşıtların sayımları için, kış mevsimi dışında, diğer mevsimlerde tüm yurttan metrocount firmasına ait, “Vehicle classifier system-5600 series rsu” cihazlarını kullanmaktadır. Cihazın karayolu taşıt sayımı yapılabilmesi için yol üzerine iki adet pnömomatik hortum yerleştirilmiştir. Bu cihazlar taşıtların bu hortumlar üzerinden geçerken oluşan hava basıncı etkisiyle sayılması ve uzunluğuna göre sınıflandırılması esasına dayalı, taşınabilir otomatik sınıflandırma cihazlarıdır (Anonim, 2008).

Emisyon Envanteri

Bu çalışmada ana caddelerde yapılan taşıt sayımlarına göre, emisyon hesapları yapılmıştır. Emisyon değerleri her bir taşıtın yakıt türüne, taşıtın şekline göre günlük olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda EMEP/EEA emisyon faktörleri kullanılarak emisyon envanteri çıkarılmıştır.

$$E = EF \times A \quad (1)$$

$$E = EF \times A \times FC \quad (2)$$

Burada, E emisyon miktarı (g), EF emisyon faktörü (g km⁻¹), A taşıt aktivitesi (km), FC yakıt tüketimi (g-yakıt km⁻¹) ve EF bulk emisyon faktörü [$\mu\text{g (kg-yakıt)}^{-1}$]’dır.

Emisyon envanteri hesaplamasında, EMEP/EEA “Air Pollutant Emission Inventory Guidebook” emisyon faktörleri kullanılmıştır. Emisyon faktörleri, taşıt türü, motor teknolojisi, kullanılan yakıt türü, taşıt hızı, parametrelerine bağlıdır (EEA, 2007).

Çizelge 1. CORINAIR Emisyon Faktörleri ($\mu\text{g kg}^{-1}\text{-yakıt}^{-1}$) (EEA 2007)

	CO	NO _x	VOC	PM
Benzinli otomobil	221.70	28.39	34.41	0
Dizel otomobil	12.66	11.68	3.73	4.95
Benzinli hafif ticari taşıt	305.63	26.58	32.61	0
Dizel hafif ticari taşıt	15.94	20.06	2.08	4.67
Otobüs	15.71	49.18	4.13	2.15
Motosiklet	691.76	4.82	114.71	0

Çizelge 2. Km başına yakıt tüketim miktarları (g-yakıt km⁻¹) (EEA 2007)

	Otomobil	Hafif ticari	Otobüs	Kamyon	Motosiklet
Benzin pre-euro	77	85	-	-	37
Benzin euro1	66	100	-	-	-
Dizel pre-euro	63	89	366	182	-
Dizel euro1	55	90	-	-	-

BULGULAR VE TARTIŞMA

Karayolları tarafından yollara döşenen pnömomatik hortumlar kullanılarak, hortumlara gelen basınçlar sayesinde taşıt sayımları yapılmakta ve taşıt uzunluğuna göre de taşıt sınıflandırılmaları yapılmaktadır. Taşıt sayımları Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü’nün yaptığı 2019 yılı YOGT (yıllık ortalama günlük trafik değerleri) tablosundan alınmıştır. Hava kirliliğinin oluşmasında taşıtlar büyük bir rol oynamaktadır. Günümüzde taşıtlarda kullanılan yakıtlar fosil kökenli olduğu için, yakıtın tam yanmaması veya eksik yanmasından taşıt kaynaklı hava kirliliği oluşmaktadır. Taşıtlarda egzoz emisyonu azaltıcı sistemlerinin kullanılması, emisyonu belli bir oranda düşürmektedir. Egzoz

emisyonları; taşıtların tipine, taşıtın hızına, kullanılan yakıtı bağlı olarak atmosfere salınmaktadır. Bunun sonucunda canlılar ve doğa zarar görmektedir. Çalışma bölgesi olan Malatya İnönü Üniversitesi ve Malatya Havaalanı Kavşağı için, CORNAIR Emisyon Faktörleri ve kilometre başına yakıt tüketim miktarları kullanılarak yukarıda verilen emisyon formülleri ile emisyon hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar neticesinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Çizelge 3. Taşıt sayımları yapılan bölgeler (Anonim, 2019)

Malatya İnönü Üniversitesi					
Otomobil	Kamyonet (Minibüs+hafif ticari)	Kamyon	Otobüs	Treyler	Toplam
19 406	1913	1164	404	1300	24 187
Malatya İli Havaalanı Kavşağı					
Otomobil	Kamyonet (Minibüs+hafif ticari)	Kamyon	Otobüs	Treyler	Toplam
20 995	2517	1339	327	1296	26 474

Malatya İnönü Üniversitesi ve Malatya havaalanı kavşağı olmak üzere iki farklı bölge için taşıt sayımları dikkate alınmıştır.

Emisyon envanteri hesaplanırken, karayolu taşıtlarından otomobillerin %73'nün benzinli olduğu, %27'sinin dizel olduğu, hafif ticari araçların %50'sinin benzinli, otobüs ve kamyonların dizel, motosikletlerin ise benzinli olduğu kabul edilmiştir (Anonim, 2014). Her iki yönde geçen toplam taşıt miktarı Çizelge 3'te verilmiş ve bu miktarlar referans alınarak Malatya ilinin emisyon envanteri hesaplamasında, toplam emisyonların, aritmetik ortalaması alınmış ve emisyon değerleri yaklaşık olarak hesaplanarak Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 4. Emisyon miktarları (kg gün⁻¹), Malatya İnönü Üniversitesi

	Otomobil (Benzinli)	Otomobil (Dizel)	Hafif Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Trey	Toplam
CO	1904	29.65	16.5	17.8	25.8	28.9	2022.65
NO _x	243	27.36	15.24	55.7	32.5	36.3	410.1
VOC	295	8.73	4.86	4.68	3.37	3.7	320.34
PM	0	11.59	6.45	2.43	7.58	8.46	36.51

Çizelge 4'te belirtildiği gibi Malatya ili İnönü Üniversitesi bölgesinde taşıt sayısına göre, Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 formülleri kullanılarak yapılan emisyon hesaplamasında binek taşıt sayısı diğer taşıtlara oranla fazla olduğunda binek taşıtların emisyon miktarları diğer taşıtlara göre fazla çıkmıştır. Emisyon miktarları dikkate alındığında en yüksek CO emisyonu, ardından NO_x emisyonu, VOC emisyonu ve en düşük emisyon ise PM emisyonudur.

Çizelge 4'te benzinli otomobillerde, CO emisyonu toplam emisyonların %94.13'ini oluştururken, dizel otomobillerde ise %0.01'ini oluşturmaktadır. Bunun sebebi ise dizel otomobil sayısının az olmasıdır. Treylerin PM miktarına bakıldığında %23.17, otobüslerin PM miktarına bakıldığında %0.06, dizel otomobillerin PM emisyonuna baktığımızda toplam PM emisyonununun %31.74'ini oluşturmaktadır. Bu durum dizel otomobil sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Benzinli araçlarda PM emisyonu olmadığından sıfırdır.

Çizelge 5. Emisyon miktarları (kg gün⁻¹), Malatya ili havaalanı kavşağı

	Otomobil (Benzinli)	Otomobil (Dizel)	Hafif Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Trey	Toplam
CO	2060	32.08	21.73	14.41	29.77	28.81	2186.8
NO _x	263.8	29.59	20.05	45.11	37.47	36.26	432.28
VOC	319.78	9.45	6.40	3.78	3.88	3.76	347.05
PM	0	12.54	8.49	1.97	8.72	8.44	40.16

Çizelge 5 Malatya ili havaalanı kavşağı emisyon miktarlarını göstermektedir. Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 formülleri kullanılarak yapılan emisyon hesaplamalarında, İnönü Üniversitesi bölgesinde olduğu gibi binek taşıtların diğer taşıtlara göre sayıları fazla olduğundan, binek taşıtların emisyon miktarları diğer taşıtlara göre yüksek çıkmıştır. En yüksek emisyon miktarı CO, ardından NO_x emisyonu, VOC emisyonu ve ardından PM emisyonu çıkmıştır. VOC emisyonuna bakıldığında benzinli otomobillerin VOC emisyonu %92 treylerin VOC emisyonu ise %0.01'dir. Bunun sebebi benzinli otomobil sayısının fazla olmasıdır. En düşük emisyon ise otobüslere ait PM emisyonudur.

SONUÇ

Nüfus artışına paralel olarak artan taşıt sayısı yerleşim yerlerinin havasını kirletip canlıların yaşamını olumsuz etkilemektedir. Malatya ili jeomorfolojik bakımdan çöküntü havzasının kenarında yer alır. İlin yıl boyunca görülen rüzgar yönü güneybatıdır. Şehir çevresine yapılacak yapıların rüzgara koridor oluşturacak ve kirli havayı şehirden uzaklaştıracak şekilde yapılmasına önem verilmelidir. Taşıt kaynaklı hava kirliliği Malatya gibi büyük şehirler için önemli bir problemdir. Malatya ilinde taşıt kaynaklı hava kirliliğini belirlemek amacıyla çalışma alanı olarak İnönü Üniversitesi kavşağı ve Havaalanı kavşağı arasındaki yollarda seyreden taşıtların sayımları yapılarak trafik yoğunluğu belirlenmiş ve trafik kaynaklı hava kirleticilerinin (CO, NO_x, PM, VOC) emisyon faktörleri kullanılarak, emisyon envanteri çıkarılmıştır. Yapılan çalışmada, taşıtlardan kaynaklanan kirlenici emisyonlar dört kısımda incelenmiş olup bu emisyonlar CO, NO_x, VOC ve PM şeklinde sıralanmıştır. Çalışma sonuçlarında elde edilen veriler dikkate alındığında atmosfere verilen toplam emisyon miktarları içindeki CO miktarı 768.22 ton yıl⁻¹, NO_x miktarı 153.73 ton yıl⁻¹, PM miktarı 13.99 ton yıl⁻¹ ve VOC miktarı 121.79 ton yıl⁻¹ şeklinde yaklaşık olarak bulunmuştur.

Malatya ili emisyon değerleri ile Van ili emisyon değerleri kıyaslandığında, Van ilinde yapılan emisyon envanteri çalışmasında, CO miktarı 442.78 ton yıl⁻¹, NO_x miktarı 83.01 ton yıl⁻¹, PM miktarı 8.01 ton yıl⁻¹ ve VOC miktarı 70.41 ton yıl⁻¹ olarak bulunmuştur (Yakın ve Behçet, 2019). Malatya ilinde CO, NO_x, PM, VOC emisyon değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi Malatya ilinde trafikteki araç sayısının Van iline göre daha fazla olduğundandır.

Taşıt kaynaklı emisyonların azaltılması için otomobil, kamyon, otobüs, hafif ticari araçlar, gibi fosil kaynaklı yakıt kullanan taşıtlar yerine güneş enerjili hibrit araçlar, elektrikli araçlar, hidrojen yakıtlı araçların tercih edilmesi önemlidir. Toplu taşıma araçlarının kullanılması, metro, tramvay, metrobüs gibi teşvik edilmelidir. Yoğun trafikte egzoz emisyonu arttığından taşıtların trafikte daha az beklemesi için trafik ışıkları senkronize olarak yeniden düzenlenmelidir, yeşil dalga uygulaması artırılmalıdır. Araçların düzenli bakıma ve denetime tabi tutulmalıdır. Ayrıca taşıtlardan kaynaklı emisyonların azaltılmasında etkili olabilecek yeni teknolojik egzoz tutucu ve azaltıcı sistemlerin taşıtlarda kullanılması önerilebilir. Böylece yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının taşıtlarda kullanılması ile yerleşim yerlerinin çevre kirliliği azaltılarak daha temiz ve sağlıklı bir yaşam ortamı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Agarwal D, Sinha S, Agarwal A.K, 2006. Experimental investigation of control of NO_x emissions in biodiesel-fueled compression ignition engine. *Renewable energy*, 31:2356-2369
- Alkaya B, Yıldırım M, 2000. Taşıt Kaynaklı Kirleticilerin Azaltılma Yöntemleri, *Çev-Kor Ekoloji Çevre Dergisi*, 9 (34): 15-20.
- Amin N, 2009. Reducing emissions from private cars : Incentive measures for behavioural changes . *United nations environment programme*, 7-9.
- Anonim, 2008. T. C. Karayolları Genel Müdürlüğü, 2007, Trafik ve Ulaşım Bilgileri.

- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2013, http://www.tuik.gov.tr/kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=15&KİTAP_ID=72 (Erişim Tarihi: 13.02.2011).
- Anonim,2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Motorlu Kara Taşıtları Sayısı, <http://www.oyder-tr.org/Content/document/raporlar/tuik-motorlu-kara-tasitlari-ekim-2019-tablolar.xls> (Erişim Tarihi: 20.03.2020).
- Bellasio R, Bianconi R, Corda G, Cucca P, 2007. Emission inventory for the road transport sector in sardinia, İtaly, Atmospheric environment, no.41, pp. 677- 691.
- Borrego C, Amorim JH, Tchepel O, Dias D, Rafael SE, Pimentel C, Fontes T, Fernandes P, Pereira SR, Banderia JM, Coelho MC, 2016. Urban scale air quality modelling using detailed traffic emissions estimates. Atmospheric environment, no.131, pp. 341- 351.
- Cuci Y, Ergün Polat E, 2015. Gaziantep'in Trafik Kaynaklı Hava Kirliliğinin Belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Journal of Engineering Sciences, 18 (2): 1-11.
- Çetin M, Kalayci OA, Sevik H, Şen B, 2018. Temporal and Regional Change of Some Air Pollution Parameters in Bursa, Air Quality Atmosphere & Health, 1-6.
- Demirel H, Ateş A, 2018. Sapanca Gölü Çevresinde Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri, Sakarya University Journal of Science, 22 (2): 150- 158.
- EEA (European Environment Agency), 2007. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook-2006.
- Elbir T, Bayram A, Kara M, Altıok H, Seyfioğlu R, Ergün P, Şimşir S, 2010. İzmir Kent Merkezinde Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12 (1): 1-17.
- İskender S, Bolu F, Yılmaz M, Mayda AS, 2015. Düzce hava kalitesi izleme istasyonu 1 Ekim 2011-31 Mart 2015 tarihleri arasındaki verilerinin incelenmesi, Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3): 161-167.
- Kaya G, 2020. Tekkeköy /Samsun, İlçe Merkezinde Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Emisyon Envanterinin Belirlenmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6 (1): 24 - 36.
- Lodice P, Adamo P, Capozzi F, Di Palma A, Senatore A, Spagnuolo V, Giordano S, 2016. Air pollution monitorin using emission inventories combined with the moss bag approach, Science of total environment no.541, pp. 1410-1419.
- Pulkrabek WW, 2010. Engineering fundamentals of the internal combustion engine. Prentice hall, new jersey.
- Ünsal D, Erdoğan HK, Bahçacı B, Bulut M, Söyler G, Cokay B, Fıçıcı M, Tecer LH, 2015. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Emisyon Envanterinin Hesaplanması, Çorlu İlçesi Örneği. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrol Sempozyumu, 7-9 Ekim 2015, İzmir.
- Yakın A, ve Behçet R, 2019. Van İli Trafik Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (3): 1567- 1573.
- Zahanga Q, Xua J, Wanga G, Tiana W, Jiangb W, 2008. Vehicle emission inventories projection based on dynamic emission factors : a case study of hangzhou, china, atmospheric environment, 42: 4989- 5002.