

Van İli Trafik Kaynaklı Hava Kirleticilerinin Emisyon Envanteri

Ahmet YAKIN^{1*} Rasim BEHÇET²

ÖZET: Teknolojideki ilerlemeler, insanların yaşamlarına birçok kolaylık sunarken diğer yandan insanların ortak kullanım alanı olan çevrede geri getirilmesi zor, hatta imkânsız olan tahribatlara yol açmaktadır. Çevre kirliliği, birçok faktörden oluşmasına rağmen, çevreye en fazla zarar veren faktörlerin başında; taşıt kaynaklı çevre kirliliği gelmektedir. İçten yanmalı motorlardan kaynaklanan hava kirleticilerinin belirlenmesi, insan sağlığı ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Van ilini çevreleyen yollarda taşıt sayımları yapılarak trafik yoğunluğu belirlenmiştir. Trafik kaynaklı hava kirleticilerinin (CO, NO_x, PM, VOC) “EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook” emisyon faktörleri kullanılarak, emisyon envanteri çıkarılmıştır. Böylece Van iline etki eden emisyon miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen verilere göre atmosfere verilen toplam emisyon miktarları içindeki 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 şeklinde yaklaşık olarak bulunmuştur. Önlem alınmadığı takdirde ildeki kirlilik canlıların hayatını olumsuz yönde etkileyerek çevre ve insan sağlığı üzerinde telafi edilemeyecek sonuçlar meydana getirmesi muhtemeldir.

Anahtar Kelimeler: Van, Motorlu Taşıtlar, Hava Kirliliği, Emisyon Envanteri

Emission Inventory of Air Pollution Based on Traffic in Van Province

ABSTRACT: While the advances in technology offer many conveniences to people's lives, on the other hand they lead to difficult or even impossible damage that can be brought back to people's common uses. Although environmental pollution consists of many factors, the factors that cause damage to the environment most is the vehicle based environment pollution. Determination of air pollutants from internal combustion engines is of great importance due to their negative effects on human health and the environment. In this study, traffic density was determined by vehicle counted on the roads surrounding the province of Van. The emission inventory of the airborne air pollutants (CO, NO_x, PM, VOC) was extracted by using “EMEP / EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook” emission factors. Thus, the amount of emission affecting the province of Van was determined. According to the data obtained from the study results, the total emission amount given to the atmosphere was found to be approximately CO 442.78 ton year⁻¹, NO_x 83.01 ton year⁻¹, PM 8.01 ton year⁻¹ and VOC 70.41 ton year⁻¹. Unless the precautions are taken, pollution in the province will affect the life of living organisms negatively and create irretrievable results on the environment and human health.

Keywords: Van, Motor Vehicles, Air Pollution, Emission Inventory

¹ Ahmet YAKIN (Orcid ID: 0000-0002-6897-3066), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye

² Rasim BEHÇET (Orcid ID: 0000-0001-6716-2811), İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

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

GİRİŞ

Günümüzde sanayileşmenin ilerlemesi, nüfusun hızlı bir şekilde artması, doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde kullanılması, endüstrileşmenin hızlı bir şekilde artması, ekolojik dengeyi bozmakta beraberinde çevre kirliliğini de getirmektedir.

Hava kirliliği canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilemekte kirlilik normalin üzerindeki miktar veya yoğunluğa ulaştığında havanın doğal bileşimi bozulmaktadır. Fosil kökenli yakıtların hem ısınma amaçlı olarak kullanılması hem de taşıtlarda yakıt olarak kullanılması hava kirliliğine sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak doğayı olumsuz yönde etkilemektedir. Taşıtlardan kaynaklanan kirlilik özellikle yakıtın tam olarak yakılamaması yani eksik yanmadan kaynaklanmakta bunun sonucu olarak atmosfere zararlı gazlar verilmektedir.

Trafiğin sebep olacağı çevre etkilerinin başında, gürültü ve hava kirliliğini sayabiliriz. Gürültü taşıtların motorlarından, egzozlarından ve süspansiyonlarından kaynaklanmaktadır. Gürültü insan yaşamıyla iç içe olması sebebiyle hem çevre açısından hem de insanların sağlığı açısından olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Trafiğin olumsuz çevre etkilerinden bir diğeri hava kirliliğidir. Hava kirliliği canlıların içinde yaşadığı ortamı oluşturan en önemli parametreler den biridir. Benzinli ve dizel araçların egzoz gaz emisyonları, hava kirliliğine neden olan kaynakların başında gelmektedir. Bu kirli emisyonlar nedeni ile hava kirlenmekte ve canlıların sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca kişiler üzerinde fizyolojik ve psikolojik olarak olumsuz etki oluşturacak diğer bir faktörde görsel kirliliktir.

Emisyon bir yakıtın içten yanmalı motorlarda yanması sonucu açığa çıkan çevreye zararlı gazlardır. Emisyon gazları şunlardır; CO (karbonmonoksit), CO₂ (karbondioksit), HC (hidrokarbon), O₂ (oksijen), NO_x (azotoksitler),

PM (partikül madde) gibi açığa çıkan bu emisyonlar nedeniyle çevre kalitesi düşmekte ve canlıların sağlığı tehlikeye girmektedir. Emisyon envanteri, hava kirliliğinin tahmin edilmesidir. Emisyon envanteri, verilen bir coğrafi alan içerisindeki spesifik kaynaklardan atılan kirleticiler emisyonlarının ve belirli bir zaman periyodu (yıl, gün vb.) için hesaplanan emisyon hızlarının detaylı olarak listelenmesidir.

Trafiğin yoğun olduğu kent merkezlerinde, taşıtlardan kaynaklanan egzoz emisyonları olarak, HC %26.2'sinden, CO %43.9'undan, NO %41.0'inden ve havada asılı partikül madde (PM) emisyonlarının %16.4 ünden sorumludur (EEA, 2007).

Taşıtların atmosfere verilen emisyonların başlıca üç kaynağı bulunmaktadır; Birincisi motorun çalışma sıcaklığına gelinceye kadar geçen sürede atmosfere atılan emisyonlar, ikincisi yakıt deposu ve motor arasındaki buharlaşma emisyonu, üçüncüsü motor çalışma sıcaklığına geldikten sonra oluşan emisyonlardır. Bir taşıtların egzoz emisyonları, tüm emisyonların %65-85'ini oluşturduğu görülür. Egzoz sistemi haricinde oluşan diğer önemli emisyon kaynakları; karbüratör %5-10, karter havalandırma %18-22, yakıt tankı %5-7'dir (Ergeneman ve ark., 1998).

Taşıtların atmosfere verilen emisyonların zararları incelendiğinde;

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 emisyonun insan vücuduna geçtikten sonra kandaki hemoglobinle 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).

PM emisyonları, gaz fazında meydana gelen ağır hidrokarbonların içten yanmalı motorlarda karışımın zengin olduğu bölgelerde, yüksek sıcaklık altında yoğunlaşarak birleşmesiyle meydana gelmektedir (Challen B, Baranescu R, 1999).

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

EGR (Exhaust Gaz Recirculation) kullanılan, içten yanmalı dizel motorlarında aynı zamanda yakıt olarak da biodizel kullanıldığında, NO_x ve dumanın azaldığı görülmüştür (Agerwal ve ark., 2006).

Taşıt kaynaklı emisyon envanteri ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde:

Sapanca Gölü çevresinde yapılan çalışmada, Sapanca Gölündeki kirliliğe sebep olan karayolu kaynaklı taşıt emisyon miktarları belirlenmiştir. Çalışmada bir hafta boyunca atmosfere verilen toplam emisyon miktarları PM 2 ton, NO_x 41 ton, CO 84 ton, VOC(Volatile Organic Compound) 14 ton olarak bulunmuştur (Demirel ve Ateş, 2017).

İzmir kent merkezinde trafik kaynaklı hava kirliliği, saatlik, günlük ve mevsimsel değişimlerin incelenmesi sonucunda, gerekli hesaplamalar yapılarak emisyon envanteri çıkarılarak, 2007 yılında atmosfere verilen emisyon miktarları; CO 5607 ton, PM₁₀ 104 ton, NO_x 2502 ton, SO₂ 340 ton, NMVOC 772 ton olarak hesaplanmıştır (Elbir ve ark., 2010).

Gaziantep ilinin trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, emisyon miktarları belirlenerek ilin kirlilik haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda kirlenici emisyonlar sınır değerler kapsamında değerlendirilmiştir (Cuci ve Polat, 2015).

Çorlu ilçesinde motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon envanterinin

hesaplanmasında trafiğin yoğun olduğu 4 caddede yapılan ölçümler ve hesaplamalar neticesinde 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).

Çin'de 2004-2030 arasında yakıt tüketimi ve taşıt tipine bağlı olarak emisyon envanteri oluşturulmuştur. 2030 yılına kadar emisyon miktarlarında CO için %467.52, VOC için %61.44, NO_x için %8.31, PM₁₀ için %78.35 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir (Zhanga ve ark., 2008).

Güney İtalya'da trafik kaynaklı ağır metallerin envanter çalışmasında CO, NO_x, VOC, PM₁₀ emisyonlarının envanteri oluşturulmuştur (Lodice ve ark., 2016).

Portekiz'de trafik kaynaklı zararlı taşıt emisyonlarının hesaplanmasında VSP/EMEP metodu ile hesaplanmış, trafik hızının 50 km/h ten az olduğu ve günlük zararlı taşıt emisyonlarının şehir merkezinin diğer bölgelerle kıyaslandığında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Borrego ve ark., 2016).

İtalya'da 2001 yılında COPERT III modeli kullanılarak, trafik kaynaklı zararlı taşıt emisyonları envanteri hazırlanmış toplamda zararlı emisyon miktarları, CO için 79.520 ton, NO_x için 19.380 ton, NMVOC için 11.547 ton ve PM için 1867 ton olarak bulunmuştur (Bellasio R, 2007).

Türkiye'nin yüz ölçüm olarak altıncı büyük ili olan Van, Ocak 2019 itibarıyla motorlu karayolu taşıt sayısı 79180 adettir (Anonim, 2019).

Bu çalışmada taşıt kaynaklı, Van ili emisyon envanteri hesaplanarak, Van'ın taşıt kaynaklı hava kirliliği bulunacaktır. Hava kirliliğinin azaltılması için çözüm önerileri belirtilecektir.

yakıt türüne göre günlük olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda EMEP/EEA emisyon faktörleri kullanılarak emisyon envanteri çıkarılmıştır.

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

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

Burada, E emisyon miktarı (g), EF emisyon faktörü (g/km), A taşıt aktivitesi (km), FC yakıt tüketimi (g-yakıt/km) ve EF bulk emisyon faktörü ($\mu\text{g}/\text{kg-yakıt}$)'dür.

Taşıt emisyonları hesaplanırken, emisyon faktörleri kullanılarak yapılan hesaplamalarda, taşıt kaynaklı emisyon olarak NO_x , CO, PM, VOC emisyonları için ayrı ayrı hesaplamaları yapılmıştır. Emisyon faktörleri, taşıt aktivitesi başına oluşan kirlenici emisyon miktarı veya taşıtlarda kullanılan yakıtın kütlesi başına kirlenici miktarı olarak tanımlanır (Çetin ve ark., 2006).

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

Taşıt sayımlarında, karayolları tarafından yollara döşenen pnömatik hortumlar kullanılmakta hortumlara gelen basınçlar sayesinde taşıt sayımları yapılarak ve taşıt uzunluğuna göre de taşıt sınıflandırmaları yapılmaktadır. Günümüzde kullanılan taşıtlar fosil yakıtlı olduğu için taşıt kaynaklı hava kirliliği, yakıtın tam yanmaması veya eksik yanmasından kaynaklanmaktadır. Hava kirliliğinde taşıtların rolü de büyük orandadır. Egzoz emisyonunu azaltıcı sistemlerin taşıtlarda

kullanılması, taşıt kaynaklı egzoz emisyonunu belli bir oranda düşürmektedir. Egzoz emisyonları taşıtların tipine, kullandığı yakıtta, taşıt hızına bağlı olarak atmosfere salınmaktadır. Bunun neticesinde doğa ve canlılar zarar görmektedir. Çalışma bölgesi olan Van Organize Sanayi ve Van Bölge Araştırma Hastanesi 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, 2018).

Organize Sanayi Ayrımı						
Otomobil	Kamyonet	(Minibüs+hafif ticari)	kamyon	Otobüs	Treyler	Toplam
14700	3573		1826	220	602	20921
Edremit Havaalanı Ayrımı						
Otomobil	Kamyonet	(Minibüs+hafif ticari)	kamyon	Otobüs	Treyler	Toplam
18026	1778		479	82	492	20857

Organize Sanayi ayrımı ve Edremit havaalanı ayrımı olmak üzere iki farklı bölge için taşıt sayımları dikkate alınmış ve otomobillerin %75'inin benzinli olduğu varsayılarak her iki yönde geçen toplam taşıt miktarı Çizelge 3'te verilmiş ve bu miktarlar baz

alınarak Van ilinin emisyon envanter 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), Organize Sanayi Bölgesi

	Otomobil (Benzinli)	Otomobil (Dizel)	Hafif Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Trey	Toplam
CO	1030.43	16.04	22.04	6.92	29.00	9.56	1113.99
NO _x	131.95	14.80	20.33	21.68	36.49	12.03	237.28
VOC	160.00	4.72	6.49	1.82	3.78	1.24	178.05
PM	0.00	6.27	8.61	0.94	8.49	2.80	27.11

Çizelge 4'te görüldüğü gibi Van ili organize sanayi bölgesinde taşıt sayısına göre, yapılan emisyon hesaplamalarında binek taşıt sayısının diğer taşıtlara göre fazla olmasından dolayı binek taşıtların emisyon miktarları diğer taşıtlara göre yüksek çıkmıştır. En yüksek emisyon miktarı CO, ardından NO_x emisyonu, VOC (Volatile Organic Compound) emisyonu ve en düşük emisyon ise PM emisyonudur.

Çizelge 4'te benzinli otomobillerde, CO emisyonu toplam emisyonların %92'sini oluştururken, dizel otomobillerde ise %1'ini oluşturmaktadır. Bunun sebebi dizel otomobil

sayısının az olmasından kaynaklanmaktadır. Otobüslerin CO oranına baktığımızda %0.6'dır. Kamyonların CO emisyonuna baktığımızda ise toplam CO emisyonunun %2'sini oluşturmaktadır. NO_x emisyonuna baktığımızda, Otobüsler toplam NO_x emisyonunun %9'unu, kamyonlar %15'ini, dizel otomobiller toplam NO_x emisyonunun %6'sını, benzinli otomobillerde ise bu oran %55'tir. PM emisyonuna baktığımızda kamyonlar toplam PM emisyonunun %31.3'ünü oluşturmaktadırlar. Benzinli araçlarda egzoz emisyonu olarak PM emisyonu olmadığından sıfırdır.

Çizelge 5. Emisyon Miktarları (kg/gün), Bölge Araştırma Hastanesi

	Otomobil (Benzinli)	Otomobil (Dizel)	Hafif Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Trey	Toplam
CO	1263.60	19.67	10.96	2.58	7.60	7.81	1312.22
NO _x	161.80	18.15	10.11	8.08	9.57	9.83	217,54
VOC	196.12	5.79	3.23	0.67	0.99	1.01	207.81
PM	0.00	7.69	4.28	0.35	2.22	2.28	16.82

Van ili Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi bölgesinde taşıt sayısına göre yapılan emisyon hesaplamalarında, Organize Sanayi Bölgesinde olduğu gibi, binek taşıt sayısının diğer taşıtlara göre fazla olmasından, binek taşıtların emisyon miktarları diğer taşıtlara göre yüksek çıkmıştır. En yüksek emisyon miktarı CO, ardından NO_x emisyonu, VOC emisyonu ve en düşük emisyon ise PM emisyonudur. En düşük emisyon miktarı, hem organize sanayi, hem de

Bölge Araştırma Hastanesi bölgesinde taşıt sayısı en düşük olan otobüslere aittir (Çizelge 5).

SONUÇ

Taşıtlardan kaynaklanan hava kirleticileri olarak CO, NO_x, PM, ve VOC olmak üzere dört kısma ayrılabilir. Bunların hesaplanmasında EMEP/EEA emisyon faktörleri kullanılarak, emisyon envanteri çıkarılmıştır. Van ilinde etkili olan emisyon miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarında elde edilen veriler dikkate

alındığında atmosfere verilen toplam emisyon miktarları içerisindeki CO emisyonlarının payı 442,78 ton yıl⁻¹, NO_x emisyonlarının payı 83.01 ton yıl⁻¹, PM emisyonlarının payı 8.01 ton yıl⁻¹ ve VOC emisyonlarının payı 70.41 ton yıl⁻¹ yaklaşık olarak bulunmuştur.

Taşıtlardan kaynaklı egzoz emisyonlarının azaltılması için farklı tür yöntemler kullanılmakla birlikte, taşıtlarda emisyon azaltıcı yeni teknolojik sistemleri kullanmak gerekmektedir. Şehir içi trafiğinde toplu taşıma araçları tercih edilmelidir. Fosil yakıtların yakın gelecekte tükenerek olmasından dolayı bunlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakların taşıtlarda kullanılması küresel çevre kirliliğini azaltarak daha temiz ve sağlıklı bir yaşam ortamı sağlayabilir. Ayrıca Güneş enerjili, hibrit ve elektrikli araçların kullanımı teşvik edilerek çevre kirliliği azaltılabilir

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
- Amin N, 2009. Reducing emissions from private cars: Incentive measures for behavioural changes. *United nations environment programme*, 7-9.
- Anonim, 2008. Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü, "2007 Trafik ve Ulaşım Bilgileri".
- Anonim, 2018. Van Karayolları Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Van
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Motorlu Kara Taşıtları Sayısı, <http://www.oyder-tr.org/Content/document/raporlar/tuik-motorlu-kara-tasitlari-ocak-2019-tablolar.xls> (Erişim Tarihi:21/03/2019)
- Bellasio R, Bianconi R, Corda G, Cucca P, 2007. "Emission inventory for the road transport sector in sardinia (İtaly)", *Atmospheric environment*, no.41, p.677-691
- Borrego C, Amorim J.H, Tchepel O, Dias D, Rafael S, E. Sa, Pimentel C, Fontes T, Fernandes P, Pereira S.R, Banderia J.M, Coelho M.C, 2016. "Urban scale air quality modelling using detailed traffic emissions estimates". *Atmospheric environment*, no.131, p.341-351
- Challen B, Baranescu R, 1999. diesel engine reference book 2nd ed. Butterworth- Heinemann, Oxford, 479-480.
- Cuci Y, E Polat E, 2015. "Gaziantep'in trafik kaynaklı hava kirliliğinin Belirlenmesi" *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Journal of Engineering Sciences*, 18(2), 1-11
- Çetin S, Karademir A, Pekey B, Ayberk S, 2006. "Kocaeli ilinde trafik kaynaklı hava kirleticilerinin emisyon envanteri", *Kocaeli Özelinde Büyükşehirlerin Kentsel Yapılaşma ve Ulaşım Sorunları Sempozyumu*, Kocaeli, Türkiye, 28-30 Haziran
- Demirel H, Ateş A, 2018. "Sapanca Gölü Çevresinde Karayolu Trafikinden 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 Trafikinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin İncelenmesi" *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 1-17
- Ergeneman M, Mutlu M, Kutlar O A, Arslan H, 1998. "Taşıt Egzozundan Kaynaklanan Kirleticiler", İstanbul, Birsen Yayınevi, Pp112
- 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,p.1410-1419
- Pulkrabek W.W, 2010. *Engineering fundamentals of the internal combustion engine*. Prentice hall, new jersey.
- Ünsal D, K Erdoğan, H, Bahçacı B, Bulut M, Söyler G, Cokay B, Fıçıcı M, H Tecer L, 2015. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon envanterinin hesaplanması: Çorlu ilçesi örneği. *Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrol Sempozyumu*, 7-9 Ekim 2015, İzmir.
- 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*, no.42, p.4989-5002.