



# Yük Taşımacılığında Tek Türlü ve Çok Türlü Taşımacılık Rotalarının Karbon Ayak İzinin Karşılaştırılması

**Ömer Faruk CANSIZ**

İskenderunTeknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay  
[ofcansiz@iste.edu.tr](mailto:ofcansiz@iste.edu.tr) ORCID: 0000-0001-6857-2513, Tel: (326) 613 50 00

**Kevser ÜNSALAN\***

İskenderunTeknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay  
[kevser.keskin@iste.edu.tr](mailto:kevser.keskin@iste.edu.tr) ORCID: 0000-0002-9163-4855, Tel: (326) 613 50 00

Geliş: 21.05.2019, Revizyon: 18.07.2019, Kabul Tarihi: 05.09.2019

## Öz

Günümüzün en önemli çalışma alanlarından biri küresel ısınma ve küresel ısınmanın etkileridir. Küresel ısınmayı tetikleyen faktörlerin başında çevresel katı, sıvı, gaz atıklar ve yeşil alanların tahribi gelmektedir. Bu çalışma da ulaştırma sektöründeki CO<sub>2</sub> salınımı, ulaşım rotalarına göre karşılaştırılmaktadır. Yaygın olarak yapılan tek türlü taşımacılık ile çok türlü taşımacılık karşılaştırılmaktadır. Çalışma Türkiye'nin İskenderun ilçesinden diğer tüm illere 5, 10 ve 14 ton yükün taşınmasını esas almaktadır. Bu yük tonajları Hatay'da üretimi yaygın ve ihracat potansiyeli yüksek olan filtre malzemesinin türüne bağlı olarak minimum, maksimum ve orta seviyede yük tonajlarını belirtmekte ve veriler filtre fabrikasından alınmaktadır. Burada farklı yük tonajlarının minimum CO<sub>2</sub> salınımı açısından taşımacılık türü seçimini ne derece etkilediği araştırılmaktadır. Çıkan sonuçlar ışığında çok türlü taşımacılık rotasının kullanılması ile ülkemizde yaygın olarak yapılan tek türlü taşımacılıktaki özellikle karayolu taşımacılığındaki, fazla CO<sub>2</sub> salınımı azaltılabilmektedir. Çok türlü taşımacılık ile tek türlü denizyolu ve demiryolu taşımacılığının yapılamadığı bölgelere, daha çevreci taşımacılık yapılabilmektedir. Yapılan analizlere göre çok türlü taşımacılık rotalarının 5 ton yük için verimli olduğu il yüzdesi %60, 10 ton yük için %63, 14 ton yük için ise %66 çıkmaktadır. Böylece Türkiye coğrafyası düşünüldüğünde, çok türlü taşımacılığın tek türlü taşımacılığa göre CO<sub>2</sub> emisyonu yönünden daha avantajlı olduğu, çevreye daha az sera gazı salınımının gerçekleştiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Emisyon, yük taşımacılığı, çok türlü taşımacılık, tek türlü taşımacılık

\* Yazışmaların yapılacağı yazar

## Giriş

Dünya’da nüfus artışına paralel olarak insanoğlunun dünyaya verdiği zararda artmaktadır. Dünyanın sonunu getirecek tahribatların başında küresel ısınma gelmektedir. Son dönemlerde küresel ısınma etkilerinin ciddi bir şekilde hissedildiği dünyada bu konuda geniş çaplı araştırmalara öncelik verilmektedir. Tüm sektörler için sera gazı emisyonu ciddi bir araştırma konusu olmaktadır. Diakoulaki ve Mandaraka (2007), ayrışma analizi ile endüstriyel CO<sub>2</sub> salınımindaki yıllara göre ve 14 Avrupa Birliği ülkesindeki değişimlerini incelemektedir. Taşımacılık sektörü, küresel enerji tüketiminin ve enerjiyle ilgili karbon emisyonlarının yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır (Batur ve ark. (2019)). Van Fan ve ark. (2018) çevresel sürdürülebilirlik için ulaştırma sektöründe hava kirleticileri dikkate almaktadır. Taşıma türü seçimine göre modeller geliştirmekte ve bu modellerin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymaktadır. Çin’de ulaşım sektörü, karbon emisyonu ve enerji yönetimi açısından büyük öneme sahiptir. Wang ve ark. (2018) karbon emisyon yoğunluğunu azaltmaya yönelik Genelleştirilmiş Divisia Endeks Yöntemini (GDIM) ile analiz yapmaktadır.

Xiao ve ark. (2018), birçok kuruluşta ulaştırma politikalarının sadece maliyet tabanlı geliştirilmesinden ziyade aynı zamanda karayolu taşımacılığı emisyonunun dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Dayı ve Çelikten (2018), Türkiye için ulaştırma politikalarının düzenlenmesinde önemli role sahip taşıt sayısı ve buna bağlı olarak 2030 yılına kadar emisyon yükü tahmini üzerine çalışmaktadır. Tahmin denklemlerini Microsoft Office-Excel programı üzerinden oluşturmaktadır. Xie ve ark. (2017), kentteki karbon emisyon miktarı ve yoğunluğunu arttıran sebepleri ulaşım altyapısı, teknolojik yenilik etkisi, ekonomik büyüme ve nüfus ile bağdaştırmaktadır. Palander (2017) çalışmasında karayolunda kereste taşımacılığı üzerine yük tonajı ve rota kriterlerini değiştirerek araçlardaki CO<sub>2</sub> emisyonunu karşılaştırmaktadır.

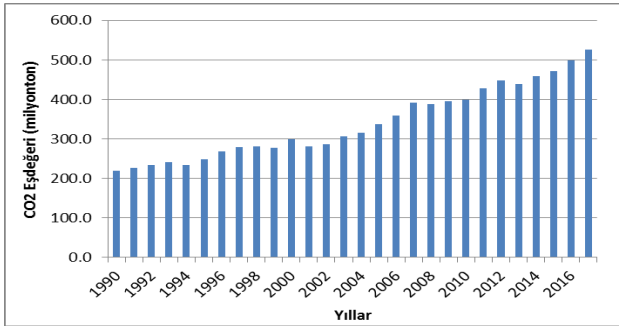
Yük ve yolcu taşımacılığında emisyon miktarlarının azaltılmasına yönelik yeni çalışmalar ve politikalar geliştirilmektedir (Tang ve ark., 2017). Yang ve Chen (2017), çalışmalarında emisyon vergisinin çıkartılması ile emisyon miktarının düşürülebileceğini araştırmaktadır. Zhang ve ark. (2018) çalışmalarında yoğun trafiğin yaşandığı Çin’in Nanjing bölgesindeki trafiğin yarattığı karbondioksit salınımını azaltmaya yönelik akıllı ulaşım sistemi veri envanterinden faydalanmaktadır. Kishimoto ve ark. (2017), çalışmasında Çin’de ulaştırmadaki CO<sub>2</sub> salınım fiyatlandırmasının artırılması ve karayolu taşımacılığı emisyon standartlarının tam anlamıyla uygulanması ile toplam emisyon miktarının azaltılmasında rol oynayacağını savunmaktadır. Batur ve ark. (2019), Türkiye’nin en kalabalık şehri olan İstanbul kenti için ulaşım sektöründeki enerji tüketimi ve emisyon miktarlarının mevcut durumu ve gelecek durumu için senaryo çalışmaları yapmakta ve alınacak önlemlerin beraberinde enerji kaynaklarının tüketiminin ve çevre kirleticilerin azalacağı yönünde tespitlerde bulunmaktadır. Pabuçcu ve Bayramoğlu (2016), çalışmalarında Türkiye için Yapay Sınır Ağları Yöntemini kullanarak emisyon tahmini yapmaktadır. Elde ettiği sonuçları Türkiye’nin 2030 yılı için Paris İklim Zirvesi’nde sözleşmeyle taahhüt ettiği değerlerle karşılaştırmaktadır.

Bu çalışmada ulaşım sektöründen kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyon miktarları, ulaşım rotalarındaki ulaşım türlerine göre incelenmektedir. Çalışmada karşılaştırma yapabilmek için Türkiye’nin Hatay ilinden, Türkiye’nin diğer tüm illerine yük taşındığı kabul edilmektedir. Burada amaç, üç tarafı denizlerle kaplı ve belli demiryolu altyapısına sahip Türkiye’de, ulaşım coğrafyasının, en düşük karbon salınımına göre rota seçimini ne yönde etkilediğini araştırmaktır.

## Türkiye’nin Karbon Ayak İzi Göstergeleri

Dünya’da gün geçtikçe ekonomik ve sosyal platformda hızlı büyümeler, çevresel kirlilik artışını da beraberinde getirmektedir. Bu da

ülkeler arasında bazı anlaşmaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. 2015 yılında Paris İklim Zirvesi'nde Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 196 ülke ile birlikte sözleşmeler imzalanmıştır. Türkiye'nin yaptığı bu anlaşma ile çevre politikalarını kontrol altında tutması gerekmektedir (Pabuçcu ve Bayramoğlu (2016)). Şekil 1'de Türkiye'nin 1990 ve 2017 yılları arasında tüm sektörler için eşdeğer CO<sub>2</sub> salınım miktarları görülmektedir. 1990'dan 2017'ye doğru istikrarlı bir artış olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye'nin 1990-2017 yılları arasındaki sera gazı emisyon istatistikleri (TÜİK (2019))

Paris İklim Zirvesi'nde Türkiye geliştireceği politikalar ile 2020-2030 yılları arasında emisyon oranında %21 azalmaya gidileceğini öngörmektedir (Pabuçcu ve Bayramoğlu (2016)). İstikrarlı emisyon artışına bakıldığında çevre politikalarında düzenlemeye gidilmesi gerektiği görülmektedir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmanın birinci aşamasında öncelikle Hatay'dan tüm illere her bir taşımacılık türü için minimum mesafede tek türlü taşımacılık güzergâh rotaları belirlenmektedir. Daha sonra demiryolu ve denizyolu taşımacılığı ağırlıklı olmak üzere çok türlü taşımacılık rotaları çıkartılmaktadır. Tablo 1'de rotalar içerisinde bulunan ulaşım türleri görülmektedir. Tabloda ro, ra, se ve fe göstergeleri sırasıyla karayolu, demiryolu, denizyolu ve feribot taşımacılığını göstermektedir. Çok türlü güzergâh rotalarında demiryolu ve denizyolu ağırlıklı taşımacılığın yapılmasındaki amaç, karayolu üzerindeki trafik

yoğunluğunun azaltılması ayrıca karayolu taşıtlarının diğer ulaşım türü taşıtlarına kıyasla daha fazla CO<sub>2</sub> salınımı yapmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 1. Hatay ve diğer iller arasında oluşturulan rotalar ve rotaları oluşturan ulaşım türleri

	1. rota	2. rota	3. rota	4. rota	5. rota
Adana	ro	ra			
Adıyaman	ro	ra	ra+ro		
Afyonkarahisar	ro	ra	ra+ro	se+ro	se+ro+ra
Ağrı	ro	ra+ro	ra+ro	ra+ro	
Aksaray	ro	ra+ro			
Amasya	ro	ra	ra+ro	ro+ra	
Ankara	ro	ra	ra+ro	ra+ro	ro+ra
Antalya	ro	se	ra+ro	ra+ro	ra+ro
Ardahan	ro	ra+ro	ra+se+ro		
Artvin	ro	ra+ro	ra+se+ro		
Aydın	ro	ra	se+ra	se+ro	se+ro+ra
Bahçeşehir	ro	ra	se	se+ra	ra+se
Bartın	ro	ra+ro	se+ra+ro		
Batman	ro	ra	ra+ro		
Bayburt	ro	ra+se+ro	ra+ro	ra+ro	
Bilecik	ro	ra	se+ro	se+ra	
Bingöl	ro	ra+ro	ra+ro	ra+ro	
Bitlis	ro	ra	ra+ro		
Bolu	ro	ra+ro	ra+ro	se+ro	
Burdur	ro	ra	se+ro	ra+ro	
Bursa	ro	se	ra+ro	se+ra+ro	
Çanakkale	ro	ra+ro	se+ro	se+ro	
Çankırı	ro	ra	se+ra		
Çorum	ro	ra+ro	ra+ro		
Denizli	ro	ra	se+ro	se+ra	ra+ro
Diyarbakır	ro	ra	ra+ro	ra+ro	
Düzce	ro	ra+ro	se+ro	ra+ro	se+ra+ro
Edirne	ro	ra	ra+se+ro	se+ra	
Elazığ	ro	ra	ra+ro		
Erzincan	ro	ra	ra+ro	se+ro	
Erzurum	ro	ra	ra+ro	se+ro	
Eskişehir	ro	ra	se+ra	se+ra	
Gaziantep	ro	ra			
Giresun	ro	ra+ro	se+ro	ra+ro	
Gümüşhane	ro	ra+ro	se+ro		
Hakkâri	ro	ra+ro	ra+ro	ra+ro	
İğdır	ro	ra+ro	ra+ro		
Isparta	ro	ra	se+ro	ra+ro	se+ra
İstanbul	ro	ra	se	se+ra+se	se+ro+ra
İzmir	ro	se	ra	se+ro	
Kahramanmaraş	ro	ra			
Karabük	ro	ra	se+ra	se+ro	
Karaman	ro	ra	se+ra		
Kars	ro	ra	ra+se+ro		
Kastamonu	ro	ra+ro	se+ra+ro	ra+ro	
Kayseri	ro	ra			
Kırıkkale	ro	ra	se+ra	se+ro	
Kırklareli	ro	ra	se+ra	ra+se+ro	
Kırşehir	ro	ra+ro			
Kilis	ro	ra+ro			
Kocaeli	ro	ra	se	se+ra	se+ra
Konya	ro	ra	se+ro	se+ra	

Tablo 1. (devam) Hatay ve diğer iller arasında oluşturulan rotalar ve rotaları oluşturan ulaşım türleri

	1. rota	2. rota	3. rota	4. rota	5. rota
Kütahya	ro	ra	se+ra	se+ro+ra	
Malatya	ro	ra			
Muğla	ro	ra+ro	se+ro	se+ra+ro	

Muş	ro	ra			
Nevşehir	ro	ra+ro			
Niğde	ro	ra			
Ordu	ro	ra+ro	se+ro	ra+ro	ra+ro
Osmaniye	ro	ra			
Rize	ro	ra+ro	ra+ro	se+ro	ra+se+ro
Sakarya	ro	ra	se+ra	ra+se+ra	ra+se+ro
Samsun	ro	ra	se	ra+ro	
Siirt	ro	ra	ra+ro		
Sinop	ro	ra+ro	se+ro		
Sivas	ro	ra	ra+ro		
Şanlıurfa	ro	ra+ro			
Şırnak	ro	ra+ro	ra+ro		
Tekirdağ	ro	ra	se	se+ro+ra	ra+se
Tokat	ro	ra	ra+ro		
Trabzon	ro	se	ra+ro	ra+ro	ra+se
Tunceli	ro	ra+ro	ra+ro		
Uşak	ro	ra	se+ra	se+ro+ra	
Van	ro	ra+ro	ra+ro	ra+fe	
Yalova	ro	ra+ro	ra+ro	se+ro	
Yozgat	ro	ra	ro+ra		
Zonguldak	ro	ra	se+ro		

100 km yol için taşımacılık türlerindeki taşıta bağlı olarak hesaplanan CO<sub>2</sub> salınım miktarları Tablo 2’de görülmektedir. 100 km başına düşen emisyon miktarları incelendiğinde en fazla emisyonun karayolu taşımacılığında olduğu görülmektedir.

**Tablo 2.** 100 km yol için farklı yük tonajlarında ve farklı taşımacılık türlerine bağlı olarak CO<sub>2</sub> salınım miktarları

Karayolu			Demiryolu			Denizyolu
5 t	10 t	14 t	5 t	10 t	14 t	Konteyner Başı
37.78 g	151.1 g	219.128 g	5.5 g	22 g	43.12 g	19.43 g

Tablodaki 100 km başına hesaplanan emisyon değerleri Eşitlik 1, 2, 3’e göre hesaplanmaktadır. Ulaşım türlerine bağlı olarak emisyon miktarı karayolu ve demiryolu için Eşitlik 1 ve denizyolu için eşitlik 3’e göre hesaplanmaktadır (Atar, 2013).

$$E = YM \times D \times EF \quad (1)$$

Eşitlik 1 de YM, D ve EF sırasıyla yük miktarı, taşıma mesafesi ve ton başı CO<sub>2</sub> emisyon faktörüdür. Emisyon faktörünün formülü ise eşitlik 2’de verilmektedir.

$$EF = T \times Km \times e / (1000000) \quad (2)$$

Formüldeki T yük miktarı, km taşıma mesafesi ve e ton-km başı gram cinsinden CO<sub>2</sub> emisyon miktarıdır. e değeri karayolu taşımacılığında 5 ve 10 ton yük birimleri için 151.1 g, 14 ton yük

için ise 111.8 g ve demiryolu taşımacılığı için tüm yük birimlerinde 22 g alınmaktadır (www.cefic.org).

$$E = t \times P \times EF \times makine \text{ yükü} \quad (3)$$

Eşitlik 3’te denizyolu taşımacılık türü için denklem verilmektedir. Denklemde t değeri, geminin seyirde, limanda ve manevradaki zaman dilimidir. P değeri ise geminin bu zaman dilimindeki kullandığı makinelerin güçleridir. Formüldeki EF değeri ise gemi türü ve emisyon türüne bağlı olarak emisyon çarpanıdır. Son olarak makine yükü değeri ise makinelerin ilgili çalışma türündeki yüzde makine gücüdür.

Geminin ana makine gücü 1610 kW, yardımcı makine gücü 165 kW ve jeneratörlerin gücü ise 47 kW alınmaktadır. Ana makine yükü gemi seyir halindeyken %80, manevrada ise %40’tır (Atar, 2009). Geminin manevra süresi iki saat alınmaktadır (Atar vd. (2013)). Geminin manevra süresi iki saat kabul edilmektedir. Bir yük gemisi en fazla 18000 konteyner taşıyabilmektedir. Bu çalışmada yük gemisinin 10000 adet konteyner taşıdığı kabul edilmekte ve konteyner başı emisyon değeri buna göre hesaplanmaktadır. EF değeri kuru yük gemileri için seyirde 672 g/kWh, limanda 723 g/kWh, manevrada 730 g/kWh alınmaktadır (Kılıç, 2009).

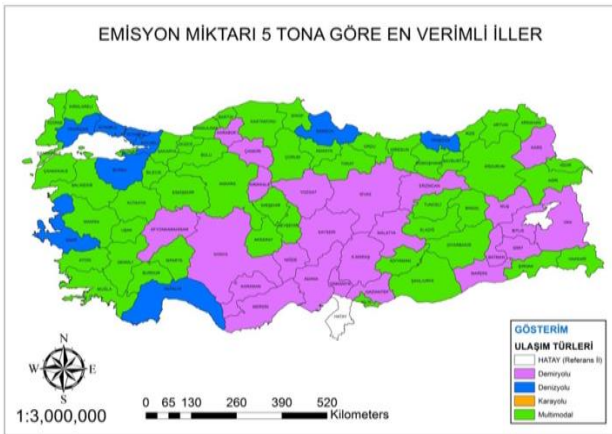
## Bulgular ve Tartışma

Üç farklı yük birimine göre tüm güzergah rotalarının emisyon miktarları belirlenen denklemlere göre hesaplanmaktadır. Hesaplanan emisyon miktarlarına göre iki şehir arasındaki taşımacılık rotaları birbiri ile karşılaştırılmakta ve en az CO<sub>2</sub> salınımının gerçekleştiği ulaşım türü belirlenmektedir. Ayrıca yük tonajının etkisini de görebilmek amacıyla her yük tonajı kendi içerisinde değerlendirilmektedir. Tablo 3’te karayolu yakınlık mesafesine göre minimum karbondioksit salınımının gerçekleştiği rota türleri görülmektedir. Uzaklığın ve yük tonajının artışı ile beraber çok türlü taşımacılık avantajlı duruma gelmektedir.

**Tablo 3.** Hatay ve diğer iller arasındaki karayolu uzaklığına göre minimum CO<sub>2</sub> salınımının gerçekleştiği rotalardaki ulaşım modlarının dağılımı

km aralıkları		0-300	301-600	601-900	901-1300
5 ton	karayolu	0	0	0	0
	demiryolu	6	8	9	1
	denizyolu	0	0	2	6
	multimodal	1	8	24	15
10 ton	karayolu	0	0	0	0
	demiryolu	6	8	7	1
	denizyolu	0	0	2	6
	multimodal	1	8	26	15
14 ton	karayolu	0	0	0	0
	demiryolu	6	7	6	1
	denizyolu	0	0	2	6
	multimodal	1	9	27	15
toplam il sayısı		7	16	35	22

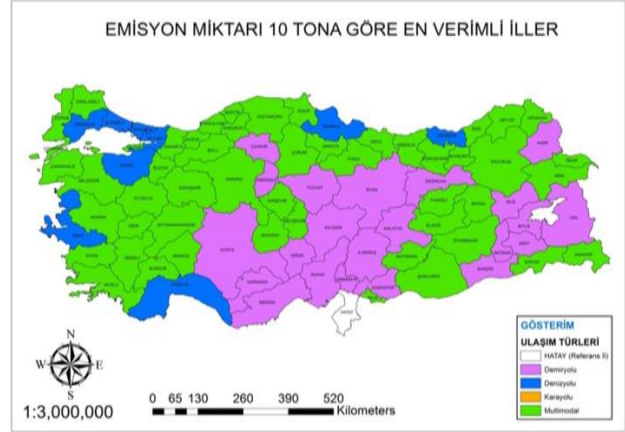
Belirlenen minimum emisyon miktarının hesaplandığı ulaşım türleri ArcGIS programına girilerek Şekil 2, 3 ve 4'teki haritalar elde edilmektedir.



*Şekil 2. Hatay'dan Türkiye'nin tüm illerine 5 ton yükün taşınmasında minimum emisyonun hesaplandığı ulaşım türleri*

Şekil 2'de illere göre en az karbondioksit salınımının yapıldığı güzergâhların hangi tür taşımacılığa ait olduğu verilmektedir. 5 ton yükün taşınmasında 8 ilde denizyolu, 24 ilde demiryolu ve 48 ilde ise çok türlü taşımacılık güzergâhında minimum karbondioksit salınımı hesaplanmaktadır. Görüldüğü gibi karayolu taşımacılığının CO<sub>2</sub> salınımı bakımından diğer türlere göre uygun çıktığı il yoktur. Bu nedenle karayolu ile yapılan taşımacılığın diğer türlere

kıyasla daha çok hava kirliliğine yol açtığı söylenebilmektedir. 5 ton yükün taşınmasında Türkiye geneli 48 verimli il sayısı ile Türkiye'nin %60'ında çok türlü taşımacılık en çevreci çıkmaktadır.



*Şekil 3. Hatay'dan Türkiye'nin tüm illerine 10 ton yükün taşınmasında minimum emisyonun hesaplandığı ulaşım türleri*

10 ton yükün taşınmasında Şekil 3'de emisyon miktarları incelendiğinde 8 ilde denizyolu taşımacılığı, 22 ilde demiryolu taşımacılığı, 50 ilde ise çok türlü taşımacılık ile en az karbondioksit salınımı gerçekleşmektedir. Yük tonajı 5 tondan 10 tona çıkartılınca Karabük ve Afyonkarahisar'da çok türlü taşımacılık ile demiryolu taşımacılığına göre daha az karbondioksit salınımı hesaplanmaktadır. Karbondioksit salınımına göre 10 ton yükün taşınmasında 50 ilde çok türlü taşımacılık en efektif güzergâh çıkmakta ve Türkiye'nin %62,5'inde etkili olmaktadır.



*Şekil 4. Hatay'dan Türkiye'nin tüm illerine 14 ton yükün taşınmasında minimum emisyonun hesaplandığı ulaşım türleri*

14 ton yükün taşınmasında emisyon değerlerinin minimum çıktığı taşımacılık türleri Şekil 4'te verilmektedir. Haritaya göre 8 ilde denizyolu taşımacılığı ile en az karbondioksit salınımı yapılmaktadır. Demiryolu taşımacılığının efektif olduğu iller incelendiğinde 10 ton yük için il sayısı 22 iken yük tonajı 14 tona çıktığında il sayısı 19'a düşmektedir. Çok türlü taşımacılıkta ise yük 10 tondan 14 tona çıkınca il sayısı 50'den 53'e yükselmektedir. Buradan anlaşılacağı gibi yük tonajı arttıkça çok türlü taşımacılık, diğer türlere kıyasla daha çevreci bir rotadır. Üç farklı tonajda emisyon haritaları incelendiğinde ise karayolu taşımacılığı efektif çıkmamaktadır. Bu da karayolu taşımacılığının karbondioksit salınımı bakımından oldukça elverişsiz bir taşımacılık türü olduğunu ispatlar niteliktedir.

**Tablo 4.** Farklı yük tonajlarına göre yapılan taşımacılıklarda CO<sub>2</sub> salınımının minimum olduğu taşımacılık türlerindeki il sayısı

yük miktarı	Ulaşım türüne bağlı olarak minimum emisyon miktarının hesaplandığı il sayısı			
	Karayolu	Demiryolu	Denizyolu	Çok Türlü
5 ton	0	24	8	48
10 ton	0	22	8	50
14 ton	0	19	8	53

Tablo 4'te görüldüğü gibi yük ağırlığı arttıkça çok türlü taşımacılık ile demiryolu taşımacılığına kıyasla daha az CO<sub>2</sub> salınımı gerçekleşmektedir. Bunun nedeni ise çok türlü taşımacılık içerisinde denizyolu kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Denizyolu taşımacılığının sabit kalmasının nedeni ise sadece 8 liman, güzergâhlar oluşturulurken hesaba katılmaktadır.

## Sonuç

Ulaşım modlarında kullanılan taşıt tipine bağlı emisyon miktarları incelendiğinde Türkiye geneli her yük birimi için en verimli taşımacılık modu çok türlü çıkmaktadır. Çok türlü taşımacılığın 5 ton için verimli olduğu il yüzdesi %60, 10 ton yük için %63, 14 ton yük için ise

%66 çıkmaktadır. Bu da çok türlü taşımacılığın çevreci bir taşımacılık modu olduğunu ispatlar niteliktedir. Ayrıca yük tonajının artmasına bağlı olarak çok türlü taşımacılığın minimum CO<sub>2</sub> salınımı yaptığı il sayısında artış gözlenmektedir. Çevreye en çok zarar veren taşımacılık türü ise karayolu taşımacılığı çıkmaktadır. Çalışmada yük taşımacılığında karayolu taşımacılığı üzerindeki yoğunluğun başta çok türlü taşımacılık olmak üzere diğer ulaşım türlerine aktarılması ile emisyon salınımı ciddi oranlarda azaltılmaktadır. Çalışma sonuçları göstermektedir ki, tek türlü taşımacılığın olumsuz tarafları çok türlü taşımacılık modu ile bertaraf edilebilmektedir. Ülkemizde son zamanlarda lojistik köylere verilen önemin artması ve buna bağlı olarak lojistik köy altyapısının oluşturulmasına yönelik çalışmalarda artmaktadır. Lojistik köy ve liman altyapılarımızın geliştirilmesi ile çok türlü taşımacılık daha elverişli hale gelecektir. Yani lojistik köy ve liman altyapılarının geliştirilmesi çevreye sera gazı salınımının engellenmesinde yardımcı olacaktır. Ayrıca hükümetlerin ve çeşitli kuruluşların teşviki ve yaptırımları ile bu konuda gerekli iyileştirmelerin yapılması, taşımacılıkta karbon ayak izinin azaltılması yönünde oldukça önemli bir adım olacaktır.

## Kaynaklar

- Atar F (2013). *Kısa Mesafe Deniz Taşımacılığının Avantajları ve Kombine Taşımacılıktaki Önemi*, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Batur İ, Bayram İ S, Koç M (2019). Impact Assessment of Supply-Side and Demand-Side Policies on Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions from Urban Passenger Transportation: The Case of Istanbul, *Journal of Cleaner Production*, 219, 391-410.
- Dayı R, Çelikten İ (2018). 2030 Yılına Kadar Türkiye'de ki Motorlu Taşıt Sayılarının ve Emisyon Yükünün Tahmini, *14th International Combustion Symposium*



- (INCOS2018), 530-539.
- Diakoulaki D, Mandaraka M (2007). Decomposition Analysis for Assessing The Process in Decoupling Industrial Growth from CO<sub>2</sub> Emissions in The EU Manufacturing Sector, *Energy Economics*, 29(4), 636-664.
- Kılıç A (2009). Marmara Denizi'nde Gemilerden Kaynaklanan Egzoz Emisyonları, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2),124-134.
- Kishimoto P N, Karplus V J, Zhong M, Saikawa E, Zhang X (2017). The Impact of Coordinated Policies on Air Pollution Emissions from Road Transportation in China, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 54, 30-49.
- Pabuççu H, Bayramoğlu T (2016). Yapay Sınır Ağları ile CO<sub>2</sub> Emisyonu Tahmini: Türkiye Örneği, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18/3, 762-778.
- Palander T (2017). The Environmental Emission Efficiency of Larger and Heavier Vehicles-A Case Study of Road Transportation in Finnish Forest, *Journal of Cleaner Production*, 155,57-62.
- Program: ArcGIS 10.1.
- Tang S, Wang W, Cho S, Yan H (2017). Reducing Emissions in Transportation and Inventory Management: (R,Q) Policy with Considerations of Carbon Reduction, *European Journal of Operational Research*, 269, 327-340.
- TÜİK (2019). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri.
- Van Fan Y, Perry S, Klemes J J, Lee, C T (2018). A Review on Air Emissions Assesment: Transportation, *Journal of Cleaner Production*, 194, 673-684.
- Wang Y, Zhou Y, Zhu L, Zhang F, Zhang Y (2018). Influencing Factors and Decoupling Elasticity of China's Transportation Carbon Emissions, *Energies*, 11, 1-29.
- Xiao L Y, Dridi M, El Hassani A H, Fei HY, Lin W L (2018). An Improved Cuckoo Search for A Patient Transportation Problem with Consideration of Reducing Transport Emissions, *Sustainability*, 10(3), 1-19.
- Xie, R, Fang, J, Liu C (2017). The effects of Transportation Infrastructure on Urban Carbon Emissions, *Applied Energy*, 196, 199-207.
- Yang H, Chen W (2017). Retailer-driven Carbon Emission Abatement with Consumer Environmental Awareness and Carbon Tax: Revenue-sharing Versus, *Omega*, 78, 179-191.
- İnternet- Guidelines for Measuring and Managing CO<sub>2</sub> Emission from Freight Transport Operations URL: [www.cefic.org](http://www.cefic.org), Son Erişim Tarihi: 20.04.2018
- Zhang S J, Niu T L, Wu Y, Zhang K M, Wallington T J, Xie Q Y, Wu X M, Xu H L (2018). Fine-Grained Vehicle Emission Management Using Intelligent Transportation System Data, *Environmental Pollution*, 241, 1027-1037.

## Comparison of Carbon Footprint of Unimodal and Multimodal Transport Routes in Freight Transport

### Extended abstract

*One of the most important fields of work today is the effects of global warming and global warming. The most important reason of global warming is the destruction of green areas and environmental solids, liquids, gas wastes. In this study, CO<sub>2</sub> emission in transportation sector is compared according to transportation routes. Commonly unimodal transport and multimodal transport routes are compared.*

*In the study, the filter load is carried at 5, 10 and 14 tons load units depending on the filter type. Furthermore, it is explored how different load tonnages affect the route selection in terms of minimum CO<sub>2</sub> emissions.*

*In the light of the results, the use of multimodal mode of transportation can reduce CO<sub>2</sub> emissions in unimodal transport. Multimodal transport and unimodal maritime and rail transport cannot be made to the regions, a more environmentally friendly transportation can be made. When the results are examined according to the determined tonnage of freight, the multimodal transportation routes are effective route 60% for 5 tons, 63% for 10 tons and 66% for 14 tons. This proves that multimodal transport is an environmental transportation mode. In addition, due to the increase in freight tonnage, the preferability of multimodal transportation route is increased in terms of CO<sub>2</sub> emission. The type of transport that causes the most damage to the environment is road transport. The transfer of the density on road freight to other modes of transport, especially in multimodal transport, can significantly reduce CO<sub>2</sub> emissions.*

*The importance given to the logistic villages in our country is increasing recently. Accordingly, the studies on the establishment of logistics village infrastructure are increasing. Multimodal transport will be more convenient with the development of logistics village and port infrastructures. In other words, the development of logistic village and port infrastructures will help to prevent greenhouse gas emissions to the environment. In addition, necessary improvements with the promotion of governments and various organizations and will be a very important step towards reducing carbon footprint in transportation.*

**Keywords:** *Multimodal transport; Route optimization; Unimodal transport; Freight transport*