

## **İstanbul Kara Ulaşımında Alan Kullanımı Ekolojik Faktörünün Belirlenmesi**

**Zübeyde ÖZTÜRK\***  
**Turgut ÖZTÜRK\*\***

### **ÖZ**

Ulaştırmanın çevreye olumsuz etkilerinden biri de, arazi tüketimidir. Tarıma elverişli araziler ulaştırma sistemlerinin inşası sırasında yok edilmekte, ulaşım yapıları nedeniyle önemli miktarda yeşil alan tüketilerek, ekolojik dengeye zarar verilmektedir. Yapılan çalışmalarda, ulaştırma sistemlerinin gerektirdiği alanlar belirlenmekte, bu alanların maliyetleri hesaplanmaktadır. 12 milyon nüfusu ile Türkiye'nin sosyo-ekonomik açıdan en önemli şehri olan İstanbul için böyle bir çalışma yapılmamıştır. Bu eksiği gidermek amacı ile yapılan çalışmada, İstanbul şehri için iki kara ulaşım sistemi olan karayolu ve demiryolunun taşıdığı yolcu sayıları ve kapladıkları alanlardan faydalanarak birim işe düşen alanlar ve bu alanların ekolojik faktörleri incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alan kullanımı, ekolojik faktör, karayolu, demiryolu

### **ABSTRACT**

#### **Area Utilization and the Determination of the Ecological Factor of the Land Transport: On İstanbul**

One of the negative effects of transport on environment is the land use. The land which is suitable for agriculture is being destroyed during the construction of transport systems, considerable quantities of green areas are being destroyed and the ecological balance is being damaged due to transport systems. In the studies conducted, the areas required by the transport systems are determined and the costs of these areas are calculated. Such a study is not conducted for İstanbul, which is one of the most important cities of Turkey, with a population of 12 millions. In the study that is conducted in order to fill this gap and by using the number of passengers transported and the area occupied by two land transport systems for İstanbul city, which are highways and railroads, the areas per unit and the ecological factors for these areas are examined.

**Keyword:** Land use, ecological factor, highways, railways

---

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 19.09.2008 günü ulaşmıştır.
- 31 Mart 2010 gününe kadar tartışmaya açıktır.

\* İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul - zozturk@ins.itu.edu.tr

\*\* İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul - tozturk@ins.itu.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Ulaştırma sistemlerinin sağladıkları kapasiteler ve gerektirdikleri alanlar giderek önem kazanmaktadır. Çünkü büyük şehirlerde hem birim alanın parasal değeri fazladır, hem de yeşil alan olarak kullanılması ekolojik açıdan önemlidir, [1]. (UIC 1987, Planco Consulting GmbH, 1990; Infrac 2004 tarafından) hazırlanan raporlarda trafiğin dışsal etkileri incelenirken, alan kullanımının dışsal maliyeti de araştırılmıştır, [2, 3]. (Ellwanger 1990 ve diğer araştırmacılar tarafından yapılan) çalışmalarda ulaştırma türlerinin çevresel etki maliyetleri ve alan kullanımından doğan maliyetler incelenmektedir, [4, 5]. Bu çalışma ise, İstanbul için yapılmış olup, bu konuda yapılan ilk çalışma olduğu için önemlidir. Veri için öncelikle, İstanbul Büyükşehir Belediyesi kuruluşlarından ve üniversitelerin hazırladığı ulaştırma raporlarından yararlanılmış olup, [6-9] karayolu ve demiryolunun kullandıkları alanlar ve ekolojik açıdan birim alanın ekonomik değeri araştırılmıştır.

İstanbul 5517km<sup>2</sup>lik alanda, 30'a yakın ilçede yoğunlaşmış 12 milyon nüfusu ile yüksek kapasiteli bir ulaştırma ağı gerektirmektedir. Çizelge 1'deki türel dağılıma göre; İstanbul kent içi yolcu ulaşımı, büyük oranda (% 89.4) karayolu ile gerçekleştirilmekte olup, bunun % 39.07 lik kısmı özel otomobile düşmektedir, [8, 9,].

*Çizelge 1. İstanbul kentiçi yolcu ulaşımında türel dağılım*

	Tür	Araç sayısı	Günlük ort. yolcu	Taşımadaki payı (%)
Karayolu Taşınması % 89.40	İETT	2830	1300000	13.98
	ÖHO	1229	1041000	11.20
	Otomobil	1628367	3633000	39.07
	Minibüs	5860	1857000	19.97
	Dolmuş	590	55700	0.60
	Taksi	17416	278000	2.99
	Servis	32000	148000	1.59
Toplam		1 688 049	8 312 700	89.40
Raylı sistem Taşınması %7.91	Banliyö	101	123600	1.33
	Metro	32	176485	1.90
	Hafif metro	60	220000	2.37
	Tramvay	45	195000	2.10
	Nostaljik tramvay	3	7000	0.08
	Tünel	2	13000	0.14
Toplam		243	735 085	7.91

Birçok gelişmiş ülkede aynı taşıma işi için minimum alan tüketen ulaşım sistemi önem kazanmaktadır. Ulaşıma ayrılan alan kapsamında; belirli kapasite değerinde gerekli kesit genişliği ve yol uzunluğundan oluşan yolun kapladığı alan ile park yeri, istasyon, depo, atölye vs.den oluşan alanlar incelenmektedir. Çalışma, karayolu ve demiryolu ulaşım sistemleri için İstanbul il sınırları dahilinde yapılmaktadır. İstanbul'da karayolu ve demiryolu ulaşımına düşen alanlar, yol genişliği ve uzunluklarından faydalanılarak belirlenmiştir. Yaklaşık 5585km karayolu olup, ana arterler 2095km uzunluktadır ve ana arterlerin kapladığı alan  $30.14 \times 10^6 \text{m}^2$  olarak hesaplanmıştır.

## 2. KARA ULAŞIMINDA ARAZİ KULLANIMI EKOLOJİK FAKTÖRÜNÜN BELİRLENMESİ

Ana arterlerin dışında kalan ara sokakların uzunlukları 3490 km, ortalama genişlikleri 6.5m olup, kapladığı toplam alan  $22.68 \times 10^6 \text{m}^2$ 'dir. Karayolu ulaşım ağına düşen alanı hesaplarken, yolların kapladığı alanların yanında, otopark alanları da belirlenmiştir. İstanbul'da toplam 2500000 araç bulunmaktadır, [8, 9, 10]. Bu araçların sadece %15'i için resmi kayıtlı otopark alanı bulunmakta, kayıtsız otopark alanları ile birlikte bu oran %25'e ulaşmaktadır. Araç Park Yönetmeliğine göre büyük araçlar için ortalama  $50 \text{m}^2$ , küçük araçlar için ortalama  $20 \text{m}^2$  park ve manevra alanı kabul edilerek yaklaşık park alanı  $8.76 \times 10^6 \text{m}^2$  olmaktadır. Ana yollar, ara sokaklar ve otopark olarak kullanılan alanların tamamının toplamı ise  $61.58 \times 10^6 \text{m}^2$  dir. Tamirhane, atölye, fabrika, terminal, benzin istasyonu vb. alanlar hakkında yeterince veri olmadığı için bu alanlar karayolu ulaştırmasında alan kullanımına dahil edilmemiştir.

Demiryolu hatlarına ait genişlik, uzunluk ve alanlar dikkate alınarak belirlenen İstanbul'da demiryolu ulaşımına ayrılmış alan  $1037780 \text{m}^2$  dir. İstanbul'da mevcut demiryolu hattı oldukça yetersiz olup, yaklaşık 115km hat bulunmaktadır. Bunun büyük kısmı yeni yapılan hatlardır, ayrıca planlanan ya da inşası devam eden hatlar bulunmaktadır. Hatların kapladıkları alanlar ve yaklaşık  $4000 \text{m}^2$  lik demiryolu tesisi ile beraber İstanbul'da demiryolu ulaşım ağına düşen toplam alan  $1041780 \text{m}^2$  dir.

Arazi kullanımına ve tarıma yararlı alanların tükenmesine bağlı olarak, ekolojik faktörün yani birim trafiğe düşen maliyetin belirlenmesinde, hem arazinin satın alma bedeli hem de ekolojik kaybın maliyeti dikkate alınmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda ulaştırma sistemlerinin her birinin gerektirdiği toplam alan ( $S_a$ ) belirlenerek, toplam trafik miktarına ( $T_t$ ) bölünmek suretiyle her ulaşım türü için, birim trafiğe düşen ve trafikle zarar gören ortalama özgül alan ( $s_a$ ) belirlenmektedir, Bağntı 1, [5,11].

$$s_a = S_a 10^6 / T_t \text{ (ha/yolcu-km)} \quad (1)$$

Bağntı 2'de, 1 hektarlık tarım alanı değerinin ( $E_{ha}$ ), iki birleşenden oluştuğu kabul edilmektedir. Bu birleşenler; tarım alanı olarak kullanılabilir alanın 1 hektarının net satış/temin değeri ( $V_o$ ) ve hektar başına elde edilebilen tarım ürününün yıllık ortalama değeridir ( $V_a$ ).

$$E_{ha} = V_o + V_a \text{ (USD / ha /yıl)} \quad (2)$$

### *İstanbul Kara Ulaşımında Alan Kullanımı Ekolojik Faktörünün Belirlenmesi*

Bu alanların toplam parasal değeri ( $E_s$ ); 1 hektarlık tarım alanının değeriyle ( $E_{ha}$ ), ulaştırma türü için gerekli toplam alandan  $S_a(i)$  elde edilmektedir, Bağntı 3. Burada ( $n$ ) ilgili türe düşen alan tipi sayısını, ( $m$ ) o tipe giren alan sayısını, ( $i$ ) ise ilgili alan sırasını göstermektedir.

$$E_s = \sum_{i=1}^n [ E_{ha} (i) \sum_{i=1}^m S_a(i) ] \quad (\text{USD}) \quad (3)$$

Alanların toplam parasal değeri ( $E_{si}$ ) ve toplam trafik miktarından ( $T_t$ ) Bağntı 4'e göre, birim trafıge düşen alanların parasal değeri, yani ekolojik faktör ( $e_s$ ) belirlenmektedir.

$$e_s = \sum_{i=1}^n E_{si} 10^6 / T_t \quad (\text{USD}/10^6 \text{ yolcu-km}) \quad (4)$$

#### **2.1. İstanbul İçin Uygulama**

**1-** Kaynaklarda belediye otobüsü (İETT), özel halk otobüsü (ÖHO) ve otomobilin herbiri için 20-25-30 kmlik ortalama taşıma mesafeleri (3 farklı durum), minibüs, dolmuş, taksi ve servis için ise birer tane ortalama taşıma mesafesi olduğu görülmüştür. Bu değerler içinden seçim yapmak yerine herbir farklı ortalama yolculuk mesafesi için yolcu-kmler belirlenerek ekolojik faktör incelenmiş ve böylece farklı trafik değerlerinin ekolojik faktöre etkileri de belirlenmiştir.

**2-** Yalnızca bir yıllık trafıgi düşünerek hesap yapmak anlamlı olmayacağı için, ulaştırmada yaygın kullanılan 25 yıllık işletme süresi esas alınıp bazılı 2007 kabul edilerek, işletme süresi için güncelleştirme yapılmıştır, [12]. Trafik artış katsayısına 0.10, günlük ortalama trafik  $152.43 \times 10^6$  yolcu-km, yıllık ortalama trafik  $55.64 \times 10^9$  yolcu-km belirlenerek 2007-2032 yılları arasında oluşacak yıllık ortalama trafik değerleri hesaplanmıştır. 1.durumda seçilen ortalama yolculuk mesafeleri için karayolu ulaştırma sisteminin alan kullanımından kaynaklanan ekolojik faktör hesabında etkili trafik miktarı  $60.74 \times 10^{11}$  yolcu-km olarak saptanmıştır. Toplam alan, bulunan trafik miktarına bölünerek, ( $10^{11}$  yolcu-km) düşen karayolu alanı belirlenmiştir.

**3-** Tarıma yararlı alanların kaybindan doğan ekolojik faktör belirlenirken, ulaşımaya ayrılan alanların tamamı dahil edilmiştir. Çünkü İstanbul'un her bölgesinde tarım ürünü yetiştirmeye uygun koşullar bulunmaktadır. 1 hektar arazinin ekolojik açıdan ekonomik değeri hesaplanırken, 1 hektar arazinin net satış/temin değeri ve yıllık tarım gelirinin toplamı alınmıştır. 1 ha arazinin ortalama satış değeri için verilen resmi bilgilerden, yani ilçeler için verilen ortalama arsa satış fiyatının ilçelerin yüzölçümlerine göre ağırlıklı ortalamalarından yararlanarak hesaplanmıştır. Buna göre ilçelerin toplam yüzölçümü 551672 ha, bu alanın ortalama bedeli  $1812623 \times 10^6$  USD ve birim alanın net satış veya temin bedeli  $V_o = 1812623 \times 10^6$  USD/551 672 ha = 3 285 689.7 USD/ha bulunmuştur, (2007 yılı için 1.15 USD/YTL alınmıştır).

1 hektar arazide yılda yetişen tarım ürününün satış fiyatı düşünülerek, arazinin yıllık tarım geliri hesaplanmıştır. Bunun için ziraat mühendisleri ile yapılan görüşmeye göre örneğin, 1 hektar arazide yılda iki kez ürün alınmak üzere,  $2 \times 40 = 80$  tona yakın patates yetişmektedir. Ürünün birim satış fiyatı 0.5 USD/kg olup, yılda  $V_a = 40000$  USD/ha'lık bir gelir sağlanabilmektedir. Arazinin ekolojik değeri için bulunan satış ve tarım ürünü değerleri, 25 yıllık bir işletme dönemi için; arazi satış bedeli artış katsayısı 0.15, tarım ürünü artış katsayısı 0.10 alınarak güncellenmiştir. İstanbul'daki arazilerin yıllık satış bedelleri, tarım ürününün bedeli ve ikisinin toplamından arazinin toplam ekolojik değeri hesaplanarak birim alanın ekolojik değeri 5348265.73 USD/ha bulunmuştur.

4- Diğer ortalama taşıma mesafeleri ve trafik değerlerine karşı gelen durumlar için de karayolu ve demiryolu alan kullanımı için ekolojik faktörün belirlenmesinde aynı değer kullanılacaktır. Hesaplanan toplam karayolu alanından ve 1 ha arazi değerinden, karayolunun kapladığı alanın toplam parasal değeri  $32.94 \times 10^9$  USD olarak bulunmuştur ve bu değer incelenen 3 durum için değişmemektedir. Karayolunun kapladığı toplam alanın parasal değeri ve trafik miktarından ekolojik faktör  $5.42 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$  olarak hesaplanmıştır.

5- Benzer işlemler 2. durum için yapılarak birim trafiğe düşen ekolojik faktör  $4.53 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$ , 3. durum için ise  $3.89 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$  bulunmuştur.

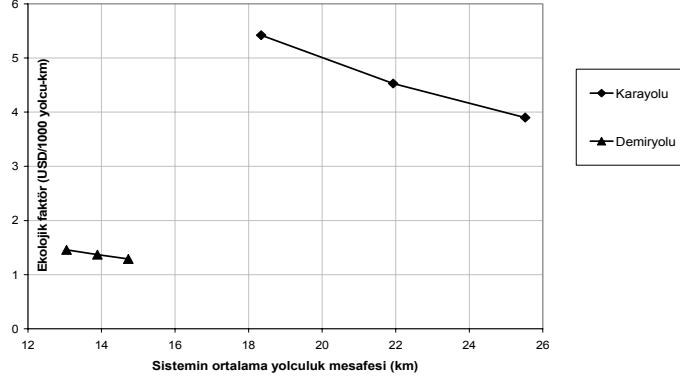
6- İstanbul'daki demiryolu trafiğini belirlemek için incelenen kaynaklarda, banliyö hatları için 3 farklı (20-25-30 km) ortalama yolculuk mesafelerine rastlanmış olup, diğer türler için ise aynı ortalama taşıma mesafeleri verilmektedir. Bu nedenle karayolundaki gibi, her bir ortalama yolculuk mesafesi ve ilgili trafik değeri için inceleme yapılarak, bu değerlerin ekolojik faktöre etkileri de belirlenmiştir. 25 yıllık bir işletme süresi,  $13.05 \text{ km}$  günlük ortalama yolculuk mesafesi,  $9.59 \times 10^6 \text{ yolcu-km}$  günlük ortalama trafik ve  $3.50 \times 10^9 \text{ yolcu-km}$  yıllık ortalama trafik esas alınmıştır.

1. durumda seçilen ortalama yolculuk mesafeleri ve yolcu-km değerleri için, demiryolunun 25 yıllık trafik yükü  $38.22 \times 10^{10} \text{ yolcu-km}$ , sonraki aşamada demiryolu ağının kapladığı alanın parasal değeri  $5.57 \times 10^8 \text{ USD}$  olarak bulunmuştur. Birim trafiğe düşen alan kullanım maliyeti  $1.46 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$ , 2. durum için  $1.37 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$ , 3. durum için  $1.29 \text{ USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$  olarak hesaplanmış olup, bu sonuçlar Çizelge 2 ve Şekil 1'de verilmektedir.

Çizelge 2. Karayolunda ortalama yolculuk mesafesi-ekolojik faktör ilişkisi

Durumlar	Ortalama yolculuk mesafesi (km)		Ekolojik faktör ( $\text{USD}/10^3 \text{ yolcu-km}$ )	
	Karayolu	Demiryolu	Karayolu	Demiryolu
1. durum	18.34	13.05	5.42	1.46
2. durum	21.93	13.89	4.53	1.37
3. durum	25.52	14.73	3.90	1.29

## İstanbul Kara Ulaşımında Alan Kullanımı Ekolojik Faktörünün Belirlenmesi



Şekil 1. Ekolojik faktör-ortalama yolculuk mesafesi ilişkisi

Heriki ulaşım türünde belirlenen trafik miktarları (yolcu-km) arttıkça, birim iş başına düşen alan kullanımına ait ekolojik faktör azalmaktadır. Yolcu-km'nin artması ise, taşıtların doluluk oranlarının veya ortalama taşıma mesafelerinin artırılması ile sağlanabilir. Karayolunda birim trafığe düşen alan maliyeti, yani ekolojik faktör değeri üç farklı trafik değeri için de, demiryoluna göre yaklaşık üç kat fazla bulunmuştur. İstanbul'da demiryolu hatları kısa olduğu için ortalama yolculuk mesafelerinin az olduğu görülmektedir. Karayolu ile aynı ortalama yolculuk mesafelerinin sağlanması halinde, aradaki fark demiryolunun lehine olarak büyüyecektir.

### 3. SONUÇLAR

Çalışmada, İstanbul il sınırları içerisindeki karayolu ve demiryoluna ait alan kullanımı ve onun ekolojik faktörü araştırılmıştır. İstanbul'da yaklaşık 5585km uzunluğunda karayolu mevcuttur, ana arterler 2095km uzunlukta olup, kapladığı alan  $30.14 \times 10^6 m^2$ , ara sokakların uzunlukları 3490km, kapladığı toplam alan  $22.68 \times 10^6 m^2$ , otopark alanı ise yaklaşık  $8.76 \times 10^6 m^2$  olup, hepsinin toplamı  $61.58 \times 10^6 m^2$  dir. İstanbul'da yaklaşık 115km demiryolu hattı bulunmaktadır, demiryolu ulaşımına ayrılmış alan  $1037780 m^2$  dir ve  $4000 m^2$  lik demiryolu tesisi ile toplam alan  $1041780 m^2$  olmaktadır.

Birim talebi karşılamak için karayolunda demiryoluna göre 5.5 kat fazla alan kullanılmaktadır. Trafik açısından yapılan incelemelerde iki sistemde de farklı verilere rastlandığı için, üç farklı ortalama taşıma mesafesi (3 durum) için inceleme yapılmıştır. Bunun sonucunda, karayolunda 3.9-4.5-5.4 USD/10<sup>3</sup>yolcu-km arasında değişen ekolojik faktörün, demiryolunda 1.3-1.4-1.5 USD/10<sup>3</sup>yolcu-km arasında değiştiği saptanmıştır. İstanbul'un trafik değerlerine göre bulunan ekolojik faktör değerleri karayolunda, demiryoluna göre yaklaşık 3 kat fazladır. Demiryolu hatları oldukça kısa olup, ortalama taşıma mesafeleri de karayoluna göre azdır. Bu değerlerin küçük olması yolcu-km trafik değerlerini azaltmakta ve dolayısı ile birim işe düşen ekolojik faktörü büyütmemektedir. Hatların planlandığı şekilde uzatılması halinde iki sistem arasındaki fark demiryolunun lehine olarak büyüyecektir. Alan kullanımı açısından iki sistem arasında 5.5 kat olan

oranın, ekolojik faktörde azalarak 3 kata inmesi, ortalama yolculuk mesafelerinin demiryolunda daha kısa olmasından ve karayolu sisteminin fazla yoğun işletilmesinden kaynaklanmaktadır.

### Semboller

- $E_{ha}$  : 1 hektarlık tarım alanının değeri  
 $E_s$  : alanların toplam parasal değeri  
 $e_s$  : ekolojik faktör  
 $S_a$  : ulaştırma sisteminin gerektirdiği toplam alan  
 $s_a$  : ortalama özgün alan  
 $T_t$  : toplam trafik miktarı  
 $V_a$  : hektar başına tarım ürününün yıllık ortalama değeri  
 $V_o$  : 1 ha alanın net satış değeri

### Kaynaklar

- [1] UIC, 1987. Belastung der Landverkehrsträger für die Benutzung der Infrastruktur, Februar.
- [2] Planco Consulting GmbH, 1990. Externe Kosten des Verkehrs, Zusammenfassung, Essen, pp.1-26.
- [3] Infrac, 2004. External Cost of Transport, Update Study-Final Report, October, Zürich/Karlsruhe.
- [4] Ellwanger, G. 1991. Umweltfreundlichkeit der Eisenbahn in Marktanteile umsetzen, Schienen der Welt, p.3-7.
- [5] Öztürk, Z.1993. Otoyol ve Demiryolunun Önemli Çevre Etkilerinin İncelenmesi ve Değ., İ.T.Ü. F.B.E, D.T.
- [6] İTÜ Uygur Merkezi, 1996. İstanbul Ulaşım Ana Planı, İstanbul.
- [7] İTÜ Uygur Merkezi, 2005. Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, İstanbul.
- [8] Öge, V. 2007. İstanbul'da Ulaştırma Sistemlerinin Alan Kullanım Maliyeti, İ.T.Ü, F.B.E, Y. Lisans Tezi.
- [9] İBB 2007. Planlama Dairesinden ve İUAŞ'den alınan bilgiler,
- [10] Gözay, M, 2007. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul'da Ulaştırma Sistemleri Semineri.
- [11] Rurac, D.G, Roxin, I, Cretu, I., 1987. Der ökologische Faktor in der Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Kosten von Schienen Strassen und Schiffsverkehr, Schienen der Welt.
- [12] Lichtberger, B. 2005. Track Compendium.