

Kent içi trafik akım hızının modellenmesi

Şafak HENGİRMEN TERCAN*, Ergun GEDİZLİOĞLU

İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Gelişmekte olan ülkelerdeki, motorlu ve motorsuz trafiğin aynı yol yüzeyini paylaştığı karma trafik şartları, gelişmiş ülkelerdekinden daha farklı karakterdedir. Bu durum göz önüne alınarak, Konya'da yapılan hız ve gecikme etüt verileri değerlendirilmiş ve trafik akım hızı modellenmiştir. Araziden gözlemlenen trafik akım hızları, yol tipi ve belirlenmiş bir güzergah boyunca olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır. Akım hızını etkileyen değişkenler olarak; trafik hacminin kapasiteye oranı, trafik kompozisyonunda bulunan bisiklet sayısı, yol üzerindeki ticari yoğunluk oranı ve güzergah üzerinde bulunan önemli kavşak sayısı alınmıştır. Bu değişkenlerle trafik akım hızının tahmin edilmesi için, genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak çeşitli bağıntılar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karma trafik akımı, trafik akım hızı, modelleme, genelleştirilmiş en küçük kareler.

Modelling of the traffic flow speed in urban areas

Abstract

Travel speed, is an important parameter for evaluating the operating efficiency of traffic networks, assessing the performance of traffic management strategies, developing real-time vehicle route guidance systems and traffic assignment models. The results of the speed dealy studies are the basic data of the traffic planning projects. Unfortunately, these studies are very expensive, consuming too much time and needing qualified experts. In this study, some travel speed estimation models are presented to predict the average travel speed for developing countries to save money and time. Mixed traffic conditions, comprising of both motorized and non-motorized vehicles on the same carriageway, are significantly different from those in developed countries. Considering this, the data collected from the speed-delay studies in Konya, a city of Turkey, has been used for modeling the traffic flow speed. The measured speeds are classified as road type of links and through a specified alignment. It has been found that the average traffic flow speed is dependent on the traffic rate, number of bicycle in traffic composition, proportion of the people crossing the street, on-street parking quantity and the number of both signalized and non-signalized intersections. The equations have also been regressed by using the generalized least squares method, in order to be able to estimate the average traffic flow speeds from the influencing variables.

Keywords: Mixed traffic flow, average traffic flow speed, generalized least squares, modelling.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Şafak HENGİRMEN TERCAN. safakhengirmen@hotmail.com; Tel: (342) 322 93 51. Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ İnşaat Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Karma trafik akım hızının modellenmesi; Konya örneği" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 20.02.2003 tarihinde dergiye ulaşmış, 18.04.2003 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.12.2003 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Gelişmekte olan ülkelerde, şehir içi yollardaki trafik akımının özellikleri, yapısal olarak, gelişmiş ülkelerdekinden farklılıklar göstermektedir. Bunun en büyük sebebi, gelişmekte olan ülkelerde, trafik türlerinin, kendilerine ayrılmış ve tanımlanmış yollara sahip olmamasıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki trafik akımı, motorlu ve motorsuz trafiğin, aynı yol platformunu kullandığı bir akımdır ve dolayısıyla karakteristik özellikleri de gelişmiş ülkelerdeki şerit bazlı motorlu trafik özelliklerinden farklıdır (Hossain,1998, 2001). Aynı zamanda, gelişmekte olan ülkelerde, trafik kurallarına uyumda ve sürücü davranışlarında da gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşamamaktadır. Sürücüler, öndeki aracı takip ederken, genellikle şerit disiplinine uymamakta ve yol yüzeyinin herhangi bir bölgesini seçebilmektedir (Khan ve Pawan, 1999). Tabii ki, şehir içi yolların bir çoğunda şerit çizgilerinin olmamasının da konuya etkisi büyüktür.

Gelişmiş ülkelerde, trafik tasarımı ve analizlerinde, trafik akımı içindeki en büyük orana sahip olduğu için trafik birimi olarak özel otomobil birimi (BO) alınmıştır ve diğer araç türleri bu birim cinsinden ifade edilmiştir (Oketch, 2000). Ayrıca, gelişmiş ülkelerde, ortalama yolculuk hızları genellikle lup dedektörlerden elde edilen işgal ve hacim değerlerinden hesaplanmaktadır (Dowling, 1996). Dolayısıyla, bu tür verilerin kullanıldığı yöntemler geliştirilmektedir (Courage, 1995).

Türkiye, henüz gelişmekte olan ülkeler sınıfında olduğu için, ülkemizdeki şehir içi yollarda genellikle karma trafik akımı bulunmaktadır. Bu çalışmada, karma trafik akımında, ortalama yolculuk hızlarının nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Araştırma verileri olarak, "Konya Kent içi ve Yakın Çevre Ulaşım Master Planı Çalışması"nda, elde edilen veriler kullanılmıştır. Karma trafik akımını oluşturan, motorlu ve motorsuz araçların, şehir içi yollarda, ortalama yolculuk hızına etkisi incelenmiş ve bu etki matematiksel model olarak ifade edilmiştir.

Çalışma alanı, Konya Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan kısımdır. Konya yakın

çevre ve yerleşmeleri bu çalışmanın alanı dışında bırakılmıştır.

Karma trafik akımının özelliklerini analiz edebilmek için, 60 sayım noktasında yapılan trafik sayımları kullanılmıştır. Sayım noktaları, yolculuk çekim alanları olan kent merkezini çevreleyerek bu alana giriş ve çıkışların saptanmasını sağlayacak kordon hatları ile fiziksel eşiklerden yararlanılarak belirli kesitlerdeki iki yönlü geçişlerin belirlenmesini sağlayacak perde hatları üzerinde tanımlanmıştır.

Mevcut hızların analizi için ise, 44 ayrı güzergahta yapılan hız etüdü sonuçları kullanılmıştır. Hız etüdü güzergahları belirlenirken Konya'daki ana arter ve ikinci derece yollar seçilmiştir.

Konya'yı ziyaret eden herkesin dikkatini ilk çekecek nokta, kentteki bisiklet kullanım oranının yüksekliğidir. Kentin topografik olarak çok düz oluşu sebebiyle, ülkemizdeki diğer kentlerin aksine, bisiklet Konya'da gerçekten bir ulaşım aracı olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yüksek talebe karşın şehirde özel bisiklet yolları inşa edilmemiştir. Bu sebeple, bisikletler karma trafik içinde ve güvenli olmayan koşullarda kullanılmaktadır.

Ayrıca, Konya'da yolculuk mesafeleri çok uzun olmadığından ve kent topografik olarak uygun olduğundan, gün içi yolculukların bir çoğu yaya olarak yapılmaktadır. Konya'da uygulanan konut anketi sonuçlarından elde edilen değerlere göre, yapılan yolculukların türel ayırımına bakıldığında, % 34.87 ile en büyük payın yaya yolculuklarına ait olduğu görülmüştür.

Konya'da toplu taşıma araçlarının kullanımı da çok yüksektir. Çünkü mesire yerlerine bile, belediye otobüsü veya minibüs çalışmaktadır. Bu sebeple,yine konut anketi sonuçlarına göre, türel ayırimda ikinci en büyük payı da % 23.54 ile toplu taşıma almaktadır (Yüksel Proje-Ulaşım-Art, 2000).

Trafik sayımı bulguları

Her sayım noktasındaki yön ve zaman dilimine göre araç ve yolcuların türlere göre dağılımını

içeren bilgiler değerlendirilmiştir. Bu bilgiler, doruk süre, doruk saat, yön, kordon, perde ve türlere göre anlamlı bütünler oluşturacak şekilde bir araya getirilmiştir. Trafik sayım noktalarından elde edilen bu verilerin değerlendirilmesi sonucu, kent bütününe ilişkin trafik hacmi içindeki araç türleri dağılımı şu şekilde oluşmuştur:

Tüm sayım noktaları ortalamasında:

Özel otomobiller % 54,

Bisikletler % 20,

Servis araçları % 7,

Minibüsler % 5,

Belediye otobüsleri % 2,

Diğer türler % 12

pay almaktadır (Yüksel Proje-Ulaşım-Art, 2000).

Hız etütleri

Özel otomobil hız ve gecikme etütleri için kullanılan hareketli istasyon yöntemiyle, doruk saatlerde, daha önceden belirlenen ve uzunluğu bilinen bir güzergahta, özel otomobil ile mevcut trafik koşullarında, süre tutularak seyir edilmekte ve bu sırada karşılaşılan tüm gecikmeler sebepleri, yerleri ve süreleri ile belirlenmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, aracı kullanan kişinin hız etüdü yapılmasından dolayı değişik sürüş karakteristikleri ortaya çıkarmamasıdır. Otomobili kullanan kişi, karşılaştığı mevcut trafik koşullarına her zaman nasıl reaksiyon gösteriyorsa o şekilde tepki göstermelidir. Ayrıca, trafikte seyir halindeyken, çok şeritli yollarda orta şerit izlenmeli, normal sayılan sürüş tekniği kullanılmalı ve test aracını sollayan araç sayısı kadar araç sollanmalıdır (Kutlu,1975).

Trafik akım hızı modelinde kullanılan veriler

Konya'daki yollarda ortalama yolculuk hızının modellenmesinde kullanılan veriler şunlardır:

Yol şebekesi verileri

Konya'da Büyükşehir belediyesi sınırları içinde bulunan karayolu ağından elde edilen verilerdir. Bu verilerde, Konya Ulaşım Master Planında belirlenen karayolu şebekesi üzerinde bulunan tüm yollarda, mevcut durum bilgileri bulunmaktadır. Mevcut durum bilgileri, karayolu ağında,

link bazında, yolun tek yön olduğunu, bölünmüş veya bölünmemiş olduğunu, her iki trafik yönünde kaç şerit bulunduğunu, yol boyu park ve yaya yoğunluğu durumuyla ilgili bilgileri içermektedir. Ayrıca, yol kenarında bulunan kaldırım genişliklerini ve bölünmüş yollarda orta refüj genişlik bilgilerini de içermektedir.

Perde ve kordon kesit sayımlarından elde edilen veriler

Konya Ulaşım Master Planı için yapılan perde ve kordon kesit sayımlarından elde edilen verilerle hız etüdü yapılan güzergahlar karşılaştırılarak, hız etütleri güzergahları ile çakışan kesitlerdeki sayım noktaları bilgileri kullanılmıştır. Buna göre, toplam 60 noktada yapılan kesit sayımlarından, 18'i değerlendirme dışı bırakılmış ve kalan 42 sayım noktasındaki veriler modelde kullanılmıştır. Bu 42 sayım noktasında, Konya için zirve saat olan sabah 08:00-09:00 saatleri için geçerli olan trafik akım yoğunluklarının kompozisyonu (Homburger, 1981) ile bilgiler modelde veri olarak kullanılmıştır. Bu noktalarda sayılan trafik türleri, özel otomobil-taksi, bisiklet-motosiklet, minibüs, otobüs, servis araçları, tramvay ve diğerleridir. Modelde kullanılan verilerde, özel otomobil-taksi oranı özel otomobil, bisiklet-motosiklet oranı bisiklet, minibüs- otobüs oranı toplu taşıma ve servis araçları-diğer oranı da diğer olarak adlandırılmıştır. Tüm veriler merkeze ve çevreye yönlerinde ayrı ayrı kullanılmıştır.

Hız etütlerinden elde edilen veriler

Konya Ulaşım Master Planı için toplam 44 güzergahta yapılan hız ve gecikme etütlerinden elde edilen veriler, sayım noktaları ile karşılaştırılmış ve bu güzergahlardaki yolculuk hızları hem link bazında hem de güzergah bazında olmak üzere kullanılmıştır. Yine tüm veriler çevreye ve merkeze olarak iki yönlü incelenmiştir.

Trafik akım hızı modelinde kullanılan verilerin sınıflandırılması

Konya karayolu ağına ilişkin yolculuk hızlarının modellenmesinde veriler 2 ana grup ve bunlara bağlı olarak 8 alt grup şeklinde sınıflandırılmıştır:

Güzergah ve bölge olarak sınıflandırma

Konya karayolu ağına ilişkin veriler, trafik yoğunlukları göz önüne alınarak dört bölgeye

ayrılmıştır. Hız etütlerinden elde edilen veriler, bu dört bölgeye göre ve güzergahlara göre ayrı ayrı gruplandırılmıştır. Bu bölgeler, kent merkezinde yer alan Alaadin Tepesi merkez olmak üzere, kentin gelişimine uygun olarak, merkez çevresinde yer alan daireler olarak düşünülmüştür. 4. bölgede bulunan sayım noktalarının kentin içinden geçen transit trafik akımlarını kapsadığı için ve bu bölgede hız etüdü verisi bulunmadığı için, bu bölgede ortalama yolculuk hızı modeli oluşturulmamıştır. Trafik yoğunlukları göz önüne alınarak sınıflandırılan bölgeler şunlardır:

1. ve 2. Bölge- Kentin ticaret kullanımının yoğun olduğu bölge ile kent içinden geçen demiryolu tarafından çevrelenen alanı kapsamaktadır.

3. Bölge- Genellikle az yoğun ya da kırsal yerleşim özelliği gösteren diğer alanları da kapsamaktadır.

Link ve yol tipi olarak sınıflandırma

Karayolu ağına ilişkin şebeke verileri ayrıca mevcut yolların türlerine göre link bazında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, yolların tek yön veya çift yön olmasına, bölünmüş veya bölünmemiş olmasına göre yapılmıştır (Highway Capacity Manual, 1984).

Tek yönlü yollar- Karayolu ağına ilişkin şebeke verileri, link bazında, güzergah veya bölge gözetilmeden sadece tek yönlü olmaları göz önüne alınarak sınıflandırılmıştır. Tek yönlü olan bu linklerdeki hızlar, hız etütlerinde ölçülen güzergahtaki ortalama yolculuk hızı olarak değil, sadece o linkteki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

Bölünmemiş yollar- Karayolu ağında bölünmemiş olarak bulunan linklerdeki hızlar, hız etütlerinden sadece o linkteki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

Bölünmüş yollar- Bu sınıflandırmada da, karayolu ağında bölünmüş olarak bulunan linklerdeki hızlar, hız etütlerinden sadece o linkteki ortalama yolculuk hızı olarak derlenmiştir.

Tüm yollar- Bu sınıflandırmada, karayolu ağına ilişkin şebeke verileri, bölünmüş, bölünmemiş

veya tek yönlü olarak herhangi bir sınıflandırmaya tabi tutulmamış sadece link bazında o link üzerinde gözlemlenen veriler olarak gruplandırılmıştır.

Trafik akım hızı modelinde kullanılan değişkenlerinin tanımlanması

Oluşturulan trafik akım hızı modelinde, yukarıda bahsedilen iki tür sınıflandırmaya göre kullanılan değişkenler şunlardır:

Bağımlı değişken (Trafik akım hızı, TAH): Geliştirilen trafik akım hızı modelinde bağımlı değişken, yani y , güzergah bazında veya linkler bazında ölçülen ve tüm duraklama ve gecikmeleri kapsayan özel otomobil ortalama yolculuk hızları (Peety vd., 1998) olarak varsayılmıştır.

Bağımsız değişkenler: Geliştirilen trafik akım hızı modellerinde bağımsız değişkenler, yani X_i , modellenen güzergahtaki veya linkteki trafik kompozisyonu değerleri ve karayolu şebeke verileridir. Toplam 8 ayrı değişken olarak tanımlanan değişkenler, şu şekilde adlandırılmıştır:

A-) Hacim/Kapasite Oranı (BO), q/c ; Bu oran sayım noktalarından elde edilen trafik hacimlerinin, (bisiklet motosiklet hacimleri hariç), o yoldaki şerit sayısı kapasitesine bölünmesi ile ortaya çıkan rakamdır. Trafik akımı yönündeki her bir şerit için kapasite 1800 araç/saat olarak alınmıştır (Zhang, 1999).

B-) Mevcut Trafik Hacmi İçerisindeki Bisiklet-Motosiklet Sayısı (BO), B ; Sayım noktalarından elde edilen trafik akımı kompozisyonu bilgileri içerisindeki bisiklet ve motosiklet sayısının BO'ya çevrilerek toplanması ile elde edilmiştir (Liu, 1993).

C-) Yol boyu Park Yoğunluğu İndeksi, P_i ; Bu indeks karayolu şebeke verilerinden elde edilen park yoğunluğu indeksidir. Link olarak veya güzergah olarak sınıflandırılan yolun, trafik akımı yönünde sağ tarafında bulunan yol boyu park durumunun yoğunluğunu göstermektedir. Toplanan verilerde, yok, az yoğun, orta yoğun ve çok yoğun gibi niteliksel olarak değerlendirilmesine karşılık, modellerde kullanılırken bu

niteliksel değerler 0, 1, 2, 3 olarak derecelendirilmiştir.

D-) Yaya Yoğunluğu İndeksi, Yi; Bu indeks yine aynı şekilde, karayolu şebeke verilerinden elde edilen yaya yoğunluğu indeksidir. Link olarak veya güzergah olarak sınıflandırılan yol üzerinde, yolu dik kesen yaya yoğunluğunu göstermektedir. Toplanan verilerde, az yoğun, orta yoğun ve çok yoğun gibi niteliksel olarak değerlendirilmesine karşılık, modellerde kullanılırken bu niteliksel değerler 0, 1, 2, 3 olarak derecelendirilmiştir.

E-) Güzergah Olarak Sınıflandırılan Yollardaki Kilometreye Düşen Kavşak Sayısı, KS/km; Bu değişken sadece güzergah olarak sınıflandırılan modeller için kullanılmıştır. Trafik akım hızı modellenmek istenen güzergah üzerinde bulunan sinyalli veya sinyalsiz tüm kavşak türlerinin sayısının, güzergah uzunluğuna bölünmesi ile elde edilmiştir.

F-) Eğim, E%; Konya ili coğrafi bakımdan çok düz olduğu için, yolculuk hızları modellenen yollardaki yol boyu eğim, sabit olarak kabul edilmiştir.

G-) Hava Şartları, HŞ; Hız etütleri, hafta içi günlerde ve normal hava şartlarında yapılmıştır. Bu sebeple, bu değişken de modellemeler sırasında sabit olarak kabul edilmiştir.

H-) Sürücü Davranışları, SD; Konya ili Ulaşım Master Planı çerçevesinde sürücü davranışları ile ilgili hiçbir veri toplama çalışması yapılmamıştır. Bu sebeple, bu değişken modellerde göz ardı edilmiştir.

Trafik akım hızı modelinin kurulması ve değerlendirilmesi

Bağıntıların elde edilmesi sıradan en küçük kareler (SEKK) yöntemi ile yapılmıştır (Walpole ve Myers, 1990). Ancak bu yöntemde çoklu doğrusallık ve değişen varyans problemleri ortaya çıkmıştır. Yol üstündeki park ve yaya yoğunluğu indeksleri arasında ortaya çıkan çoklu doğrusallık probleminin düzeltilmesi için gözlem verileri tekrar tanımlanmış ve “çoklu

doğrusallığı oluşturan verilerden birisinin regresyondan çıkarılması” yöntemi kullanılmıştır. Bağımlı değişken olan ortalama yolculuk hızını, yaya yoğunluğu değişkeninin, park yoğunluğu değişkeninden (mutlak değer olarak) daha fazla etkilediği korelasyon matrislerinin incelenmesi (Kutlar, 1998) sonucunda görülmüştür. Bu sebeple, regresyondan çıkarılacak veri park yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Regresyonda kullanılan yaya yoğunluğu bağımsız değişkeni şu şekilde tanımlanmıştır:

Bağımsız değişken, Ticari Yoğunluk indeksi, TYi; Yaya yoğunluğu genellikle park yoğunluğu ile doğrusal ilişkili olduğundan yaya yoğunluğu gözlem verilerine ticari yoğunluk indeksi adı verilmiştir ve kısaca Tyi olarak gösterilmiştir.

Kesit verilerinde oluşması hemen her zaman beklenen değişen varyans problemi için ise genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) yönteminin bir uygulaması olan White düzeltmesi yöntemi kullanılmıştır (Gujarati, 1995). Elde edilen bağıntılar Tablo 1 ve 2’de özetlenerek verilmiştir. Bu tablolardaki bağıntılar dikkatlice incelendiğinde, katsayılar arasında pek önemli farklar olmadığı anlaşılabacaktır.

Örneğin; Tablo 1’deki Tüm Bölgeler için oluşturulan SEKK yöntemi ile elde edilen bağıntının sabit terimi 54.16 iken GEKK yöntemi ile elde edilen bağıntının sabit terimi 54.26’dır. SEKK yöntemini başarısız bularak GEKK yöntemine geçmemizin sebebi, SEKK yöntemini kullanarak oluşturduğumuz bağıntıdan elde ettiğimiz istatistik analiz sonuçlarının geçerli olmamasıdır. İstatistik analiz sonuçlarının geçerli olmaması, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerinde etkisiz olduğunu göstermektedir. Eğer değişen varyans problemi teşhis edilmeyerek sadece SEKK yöntemi ile karar verilmeye çalışılrsa idi, t-testi sonuçları geçerli olmayan bağımsız değişkenlerin regresyon denkleminde çıkarılması gerekirdi ve t-testi sonuçları geçerli olmayan bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkeni etkilemediği sonucuna varılırdı. Bu sebeple, yöntem değiştirilmiş ve genelleştirilmiş en küçük karelerin bir uygulaması olan White düzeltmesi uygulanmıştır.

Tablo 1. Güzergah ve bölge sınıflandırmasına göre elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları

Bölge	Model Yöntemi	Kurulan Bağıntı	R ²	F-testi	t-testi geçerli değişken sayısı
1. ve 2. Bölge	SEKK	TAH=51.22-0.47q/c+0.007B -6.83TYi-1.07KS/km	0.36	0.001	2
	GEKK	Geçerli bir model kurulamadı	-	-	-
3. Bölge	SEKK	TAH=61.27+4.27q/c-0.009B -1.82TYi-10.24KS/km	0.52	9.38 E-05	2
	GEKK	Geçerli bir model kurulamadı	-	-	-
Tüm Bölge	SEKK	TAH=54.16-9.49q/c+0.008B -2.06TYi-5.63KS/km	0.39	8.5E-08	3
	GEKK	TAH=54.26-9.03q/c+0.01B-1.95TYi-5.77KS/km	0.99	2.4 E-102	tümü

Not: q/c:Hacim(BO)/kapasite oranı, B:Bisiklet sayısı(BO), TYi: Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi, KS/km:Kilometreye düşen sinyalli veya sinyalsiz önemli kavşak sayısı.

Tablo 2. Link ve yol tipi sınıflandırmasına göre elde edilen bağıntılar ve istatistiksel analiz sonuçları

Yol Tipi	Model Yöntemi	Kurulan Bağıntı	R ²	F-testi	t-testi geçerli değişken sayısı
Bölünmemiş Yollar	SEKK	TAH=47.49-39.91q/c+0.09B +2.75Pi-7.43Yi	0.27	0.0004	3
	GEKK	TAH=46.64-49.16q/c+0.13B +3.48Pi-6.75Yi	0.99	2.92E-95	tümü
Bölünmüş Yollar	SEKK	TAH=51.28-14.09q/c-0.03B -4.93TYi	0.16	4.36 E-06	2
	GEKK	TAH=51.53-14.18q/c-0.03B -4.94TYi	0.99	1.2E-283	tümü
Tüm Yollar	SEKK	TAH=48.61-9.98q/c-0.005B -4.87TYi	0.14	9.89E-08	2
	GEKK	TAH=46.63-10.01q/c-0.007B -4.83TYi-	0.99	0	tümü

Not: q/c:Hacim(BO)/kapasite oranı, B:Bisiklet sayısı(BO), Pi:Trafik akımı yönünde yolun sağ tarafındaki park yoğunluğu indeksi, Yi:Yolu dik kesen yaya yoğunluğu indeksi, TYi:Yolda bulunan park ve yaya yoğunluğunu ifade eden ticari yoğunluk indeksi.

White düzeltmesi uygulandığı halde, bölge ve güzergah sınıflandırması yapılarak elde edilen bağıntılardan 1, 2 ve 3. Bölge için ayrı ayrı elde edilen bağıntılarda, hacim/kapasite oranı ve bisiklet sayısı değişkenlerinin t-testi sonuçları yine de istatistik olarak geçersiz olmuştur. Bu

durumda, adı geçen bağımsız değişkenlerin regresyondan çıkarılmaları gerekmektedir. Ancak, bu değişkenlerin regresyondan çıkarılarak elde edilecek bir trafik akım hızı denklemi, o yol üzerindeki trafik hacminden etkilenmiyor sonucunu verecektir. Bu sonuç da trafik mühendisliği

açısından anlamsızdır. Bu sebeple, SEKK veya GEKK yöntemi kullanılarak, güzergah ve bölge sınıflandırmasında bölgeleri ayrı ayrı ifade edebilecek, bölgeye özel ve trafik mühendisliği açısından geçerli modeller elde edilememiştir. Sadece tüm bölgeler için istatistik ve trafik mühendisliği açısından geçerli bir bağıntı elde edilmiştir.

Tablo 1’de, tüm bölgeler için geçerli olan modelde sabit terim serbest akım hızını göstermektedir. 54.26 km/sa serbest hız, şehir içi için kabul edilebilir bir seviyedir.

Diğer değişkenlerden, bisiklet sayısının çok küçük de olsa pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tablo 2’ye bakıldığında, bölünmemiş yollar için oluşturulan modelde ticari yoğunluk indeksi yerine, park ve yaya yoğunluğu indeksleri ayrı ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Bölünmemiş yollar için kurulan modelde yaya ve park yoğunluğu indekslerinin ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmasının sebebi, diğer tüm sınıflandırmalarda karşımıza çıkan çoklu doğrusallık probleminin bu sınıflandırma türünde ortaya çıkmamasıdır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, park indeksinin ve bisiklet sayısı değişkenlerinin katsayılarının yine pozitif olduğu görülmüştür

Tablo 2’ye bakıldığında, bölünmemiş yollar için oluşturulan modelde ticari yoğunluk indeksi yerine, park ve yaya yoğunluğu indeksleri ayrı ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Bölünmemiş yollar için kurulan modelde yaya ve park yoğunluğu indekslerinin ayrı bağımsız değişkenler olarak alınmasının sebebi, diğer tüm sınıflandırmalarda karşımıza çıkan çoklu doğrusallık probleminin bu sınıflandırma türünde ortaya çıkmamasıdır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, park indeksinin ve bisiklet sayısı değişkenlerinin katsayılarının yine pozitif olduğu görülmüştür. Araziye yapılan gözlemler sırasında, Konya’da, yol boyu parkların bulunduğu bölünmemiş yollarda, şerit sayısı azalmakta ve mevcut trafik hacmi genellikle geriye kalan tek şeridi kullanmaktadır. Bu sebeple, zaten düşük olan trafik hacimleri için tek şerit yeterli olmakta ayrıca, tek şerit kullanıldığı için

gereksiz manevralardan ve sollamalardan kaçınılmaktadır. Yani trafik hacmi yüksek olan yollarda bulunan şerit disiplinine yakın bir davranış biçimi ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda, yol kenarındaki parklanma yoğunlukla gün boyu yapıldığı için park etme manevra etkisi de kalmamaktadır.

Bu sebeple, burada pozitif çıkan park indeksi sadece Konya’ya özel olarak kabul edilebilir. Elde edilen tüm denklemler arasındaki en büyük q/c katsayısının bölünmemiş yollarda olduğu da bu varsayımı desteklemektedir. Çünkü, bölünmemiş yollardaki trafik hacmi, Konya için ölçülen hacimler arasında kapasiteye en yakın olan hacimlerdir. Bu sebeple de, trafik akım hızı üzerindeki etkisi beklenildiği gibi yüksek olmuştur. Bölünmüş yollar ve tüm yollar için elde edilen bağıntılarda, trafik mühendisliği veya istatistik olarak anlamlıdır. Bu bağıntıların Konya kenti veya benzerleri için geçerli kabul edileceği unutulmamalıdır. Bu ölçekteki kentlerde, trafik hacimleri henüz kapasite sınırına yaklaşmamıştır.

Sonuç

Bu çalışmada, küçük ölçekli kentler için trafik akım hızları modellenmiştir. Modelleme yapılırken, trafik akım hızları güzergah ve yol tipi sınıflandırmaları olarak iki farklı sınıflandırma şekliyle incelenmiştir. Elde edilen modeller şöyledir:

1-Belirli bir güzergah boyunca trafik akım hızı modeli:

$$TAH=54.26-9.03q/c+0.01B-1.95Tyi-5.77KS/km$$

Şerit sayısı=2

Bisiklet sayısı (BO)=100

Yol boyu ticari yoğunluk (TYi)=2

Kilometreye düşen kavşak sayısı=2,

kabul edilerek, belirli bir güzergahtan geçen trafik hacmi 150-3600 BO arasında değişirken, trafik akım hızı eğrisi Şekil 1’de verilmiştir. Burada, 2 şeritli bir güzergahta serbest akım hızı 54.26 km/sa, doymuş akım hızı 30.79 km/sa’tir.

2- Bölünmemiş yollar trafik akım hızı modeli:

$$TAH=46.64-49.16q/c+0.13B+3.48Pi-6.75Yi$$

Şerit sayısı=1

Bisiklet sayısı (BO)=100
Yol üzerindeki yaya yoğunluğu (Yi)=1
Yol boyu park yoğunluğu (Pi)=3,
kabul edilerek, bölünmemiş yollardan geçen trafik hacmi 150-1800 BO arasında değişirken, trafik akım hızı eğrisi Şekil 2’de verilmiştir. Burada, tek şeritli bir güzergahta serbest akım hızı 46.64 km/sa, doymun akım hızı 14.17 km/sa’tir.

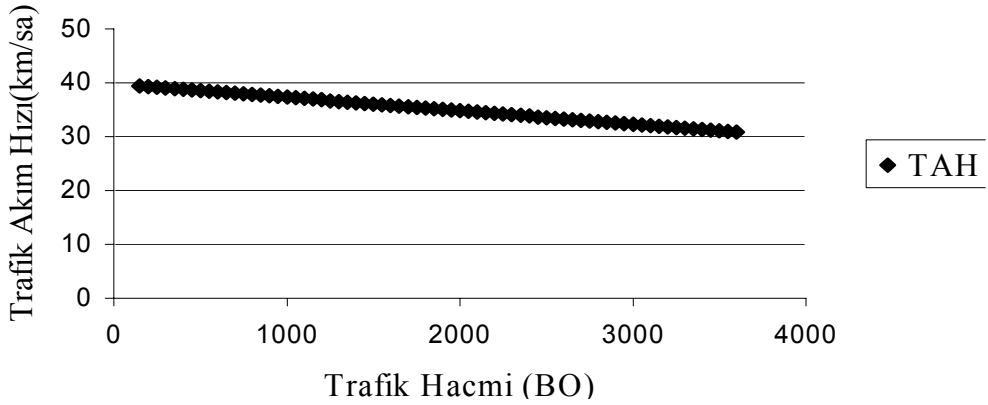
3- Bölünmüş yollar trafik akım hızı modeli:
TAH=51.53-14.18q/c-0.03B-4.94TYi
Şerit sayısı=2
Bisiklet sayısı (BO)=100
Yol boyu ticari yoğunluk (TYi)=2,
kabul edilerek, bölünmüş yollardan geçen trafik hacmi 150-3600 BO arasında değişirken, trafik akım hızı eğrisi Şekil 3’te verilmiştir. Burada, 2 şeritli bir güzergahta serbest akım hızı 51.53km/sa, doymun akım hızı 26.06 km/sa.’tir.

4- Tüm yollar trafik akım hızı modeli:
TAH=46.63-10.01q/c-0.007B-4.83TYi
Şerit sayısı=2
Bisiklet sayısı (BO)=100
Yol boyu ticari yoğunluk (TYi)=2,
kabul edilerek, tüm yollardan geçen trafik hacmi 150-3600 BO arasında değişirken, trafik akım hızı eğrisi Şekil 4’te verilmiştir.

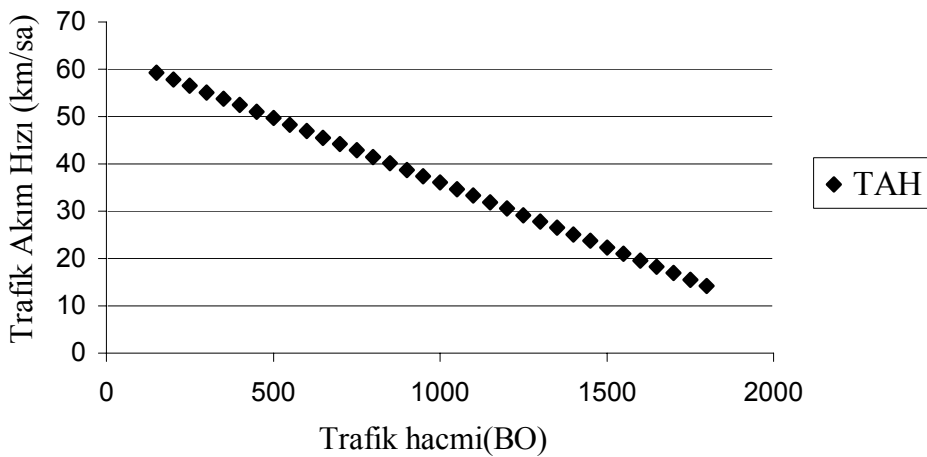
Burada, 2 şeritli bir güzergahta serbest akım hızı 46.63 km/sa, doymun akım hızı 27.37 km/sa’tir.

En yüksek serbest akım hızı ise 54.26 km/sa. ile tüm bölgede, en düşük serbest akım hızı 46.63 km/sa ile tüm yollardadır.

En yüksek doymun akım hızı 30.79 km/sa ile tüm yollarda, en düşük doymun akım hızı 14.17 km/sa ile bölünmemiş yollardadır.

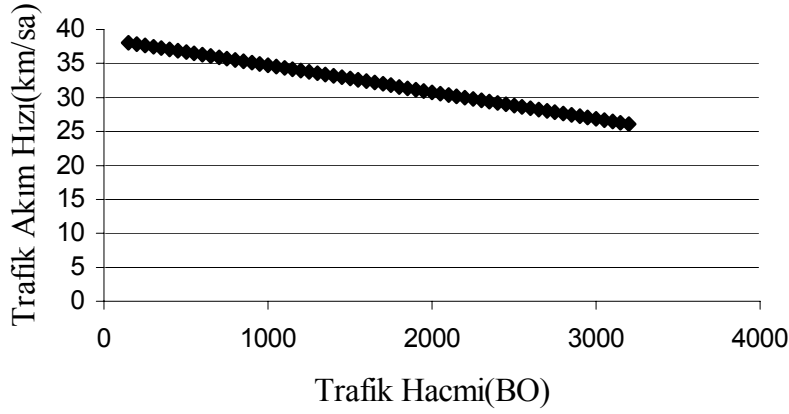


Şekil 1. Tüm bölge trafik akım hızı eğrisi

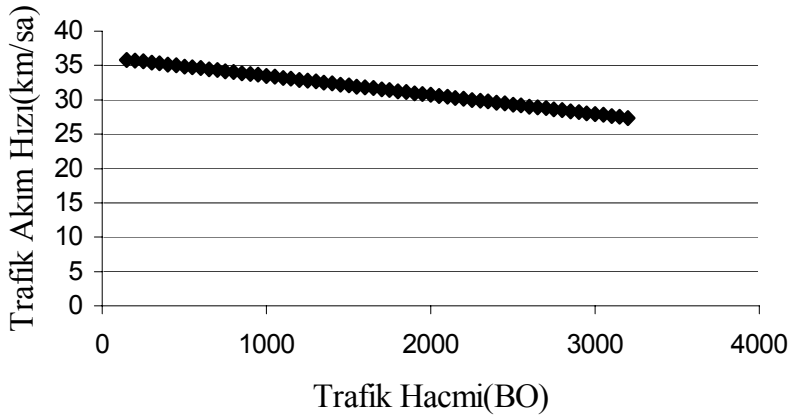


Şekil 2. Bölünmemiş yollar trafik akım hızı eğrisi

Kent içi trafik akım hızının modellenmesi



Şekil 3. Bölünmüş yollar trafik akım hızı eğrisi



Şekil 4. Tüm yollar trafik akım hızı eğrisi

Burada yapılan çalışmada, derlenen veriler, çoklu regresyonun çeşitli alt tipleri araştırılarak uygun olanı ile modellenmiştir. Çalışmada uygulanan genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi, White uygulaması bu tür çalışmalar için, takip edilebilecek yeni bir yol açmıştır.

Kaynaklar

- Courage, K. G., (1995). Reconciling estimated and measured travel times on urban arterial streets, *Transportation Research Record*, **1484**, 40-49.
- Dowling, R. G., (1996). Evaluation of speed measurement and prediction techniques for signalized arterials, *Transportation Research Record*, **1564**, 20-29.
- Gujarati, D. N., (1995). *Basic Econometrics*, 831 pp, 3rd edition, Singapore.
- Highway Capacity Manual, (1994). Transportation Research Board, Washington DC, USA.

- Homburger, W. ve Kell, J., (1981). *Fundamentals of traffic engineers*, 347pp, 10th edition, Berkeley, California, USA.
- Hossain, M., (1998). Modelling the impacts of reducing non-motorized traffic in urban corridors of developing cities, *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*, **32**, 4, 247-260.
- Hossain, M., (2001). Estimation of saturation flow at signalized intersections of developing cities: A micro-simulation modelling approach, *Transportation research Part A: Policy and Practice*, **35**, 2, 123-141.
- Khan, S. ve Pawan, M., (1999). Modelling heterogeneous traffic flow, *Transportation Research Record*, **1678**, 234-241.
- Kutlar, A., (1998). *Bilgisayar uygulamalı ekonometriye giriş*, Beta Basım Yayın dağıtım AŞ, İstanbul, Türkiye.
- Kutlu, K., (1975). *Trafik tekniği*, 2. baskı, İTÜ matbaası, İstanbul, Türkiye.

- Liu, X., (1993). Overview of bicycle transportation in China, *Transportation Research Record*, **1396**, 1-4.
- Oketch, T. G., (2000). New modelling approach for mixed-traffic streams with non-motorized vehicles, *Transportation Research Record*, **1705**, 61-69.
- Peety, K. F., Bickel, P., Ostland, M., Rice, J., Schoenberg, F., Jiang, J., Ritov, Y., (1998). Accurate estimation of travel times from single loop detectors; *Transportation Research A*, **32**, 1, 1-7.
- Walpole, R. E. ve Myers, R. H., (1990). *Probability and statistics for engineers and scientists*, 672pp, 4th edition, Mcmillan Publishing Company, New York, USA.
- Yüksel Proje-Ulaşım-Art Ortaklığı, (2000). Konya büyükşehir alanı kent içi ve yakın çevre ulaşım planlaması çalışması, Final rapor-2, Mevcut Ulaşım Yapısı ve Sorunlarının Değerlendirilmesi, Teknik Rapor 52sh, Ulaşım-Art Ltd. Şti, Ankara.
- Yüksel Proje-Ulaşım-Art Ortaklığı, (2000). Konya büyükşehir alanı kent içi ve yakın çevre ulaşım planlaması çalışması, Trafik sayımları, Teknik Rapor 52sh, Ulaşım-Art Ltd. Şti, Ankara.
- Zhang, H. M., (1999) Link-journey-speed model for arterial traffic, *Transportation Research Record*, **1676**, 109-115.