

Sağa Dönen Taşıt Trafikinin Anayol Üzerinde Sebep Olduğu Gecikme ve Yakıt Tüketimi İçin Yeni Bir Model Önerisi

Ali Payıdar AKGÜNGÖR, Abdulmuttalip DEMİREL, Erdem DOĞAN, Tolga GÜRBÜZ

Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yahşihan / KIRIKKALE

Özet: Bu makalede, anayol üzerindeki taşıtların sağa dönen araçlardan dolayı maruz kaldıkları gecikme ve yakıt tüketiminin etkisi araştırılmış ve bu etkiye bağlı olarak gecikme ve yakıt tüketimini tahmin eden çoklu lineer regresyon modelleri geliştirilmiştir. Modeller geliştirilirken 1125 farklı trafik durumu göz önüne alınmış ve *CORSIM* simülasyon programı yardımı ile simülasyonları yapılmıştır. Bu modellerde bağımlı değişken olarak gecikme ve yakıt tüketimi kullanılırken, bağımsız değişken olarak anayoldaki ağır vasıta oranı, trafik hacmi, hız ve sağa dönüş oranı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, sağa dönen taşıtların neden olduğu gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde anayoldaki trafik hacminin en fazla etkili olduğu görülmüştür. Anayol üzerindeki hız değişiminin gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmazken ağır vasıta oranı hıza göre daha etkili bir parametre olmuştur. Anayoldaki ağır vasıta oranı gecikme ve yakıt tüketimi üzerin de düşük hacimlerde kısmen lineer artan bir etki gösterirken yüksek hacimlerde logaritmik bir etki göstermiş olup, bu etki gecikmeye göre yakıt tüketimi üzerinde daha da belirgin olmuştur

Anahtar Kelimeler: Gecikme, Yakıt Tüketimi, Corsim, Sağa Dönüş Manevrası, Regresyon

A New Proposed Model for Delay and Fuel Consumption of Through Vehicles on Main Roads Due To the Effect of Right Turn Vehicles

Abstract: In this study, the effect of right turning vehicles on delay and fuel consumption of through movement vehicles was investigated and multi linear regression models for estimating delay and fuel consumption were developed. During model development, a total of 1125 different situations were taken into considerations and simulations were performed by using *CORSIM* program. In these models, fuel consumption and delay of through movements are taken as dependent variables while heavy vehicles ratio in through movement, traffic volume, speed and ratio of right turning vehicles are used as independent variables. As a result of analysis, it was seen that traffic volume is the most effective variable on delay and fuel consumption of through movement resulted from right turning vehicles. Although speed variations in through movements is not an effective variable on delay and fuel consumption, the ratio of heavy vehicles seems to be more effective than speed. The effect of heavy vehicle ratio parameter is linear in low volumes while this effect is logarithmic in high volumes.

Key Words: Delay, Fuel Consumption, Corsim, Right Turning Movements, Regression.

Giriş

Anayol üzerindeki araçların sağa dönüş manevraları çoğu zaman güvenlik ve işletim problemlerine neden olmaktadır. Özellikle sağa dönecek olan araçlar bu dönüş hareketlerini gerçekleştirebilmek için yavaşlarken, arkadan gelen ve düz gidecek olan araçların da yavaşlaması gerekir. Ancak, önündeki araçla güvenli bir duruş mesafesi bırakmadığı durumlarda arkadaki taşıtlar bu yavaşlama hareketine karşılık veremez. Bu durum ise arkadan çarpmalı trafik kazalarının meydana gelmesine neden olur. Fren yaparak çarpışmayı önleyebilen araçlar ise bu defada yavaşlama hareketinden dolayı ilave bir gecikmeye ve yakıt tüketimine maruz kalır. Bu yüzden, sağa dönen taşıt trafiğinin anayol üzerinde sebep olduğu gecikme ve yakıt tüketimi bu çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

Sağa dönen araçlardan dolayı anayol üzerinde oluşan gecikme araç hızlarına, şerit sayısına, trafik hacmine, ağır vasıta ve sola dönen araç oranlarına bağlı olarak birkaç saniyeden 5-6 dakikaya kadar değişebilmektedir. Bu konuda yapılan ilk çalışmalar 1970 li yıllara dayanmaktadır. 1970 yılında Stover ve arkadaşları [1] bir

simülasyon programı kullanarak sağa dönen araçların anayol üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan bu çalışma ile anayol üzerindeki trafik hacmi arttıkça sağa dönen taşıtlardan kaynaklanan anayol üzerindeki gecikmelerin ve yakıt tüketiminin üstel olarak arttığını ortaya konmuştur.

Yine 1970 yılında, Stover ve arkadaşlarının çalışmasından bağımsız olarak Alexander [2] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise sağa dönen taşıtlardan dolayı anayol üzerinde meydana gelen gecikmenin sağa dönen taşıtların akım oranına, anayol üzerindeki akım oranına ve anayol üzerindeki hıza bağlı olduğu ifade edilmiştir. Alexander'ın yapmış olduğu çalışma gözlemsel bir çalışma olup, A.B.D. nin Indiana eyaletindeki 2 şeritli ve 2 yönlü bir karayolundaki 7 kavşaktaki gözlemlerine dayanmaktadır. Bu çalışmaya bağlı olarak Alexander tarafından aşağıda Denklem 1' de verilen model geliştirilmiş ve modele ait belirleme katsayısı (R^2) değeri 0.76 olarak bulunmuştur.

$$D = -219 + 2,05Q_r + 0,37Q + 4,33U \quad (1)$$

D : Direkt trafikteki gecikme (araç-sn/saat), Q_r : Sağa dönen akım oranı (araç/saat), Q : Anayoldaki akım oranı (araç/saat), U : Anayoldaki seyahat hızı (metre/saniye)
1995 yılında McShane [3] sağa dönüşlerin düz giden araç hızları üzerindeki etkisini ortaya koymak için TRAF/NETSIM (Traffic Network Simulation) simülasyon programı kullanarak yukarıdaki araştırmalara benzer bir çalışma yapmıştır. McShane bu çalışmada hız ve anayol üzerindeki trafik hacmine ilave olarak anayol üzerindeki şerit sayısının da etkisini göz önüne almıştır. Bu çalışmaya dayalı olarak McShane sağa dönen trafik hacimleri sırası ile 42, 84 ve 126 araç/saat olduğunda, anayol üzerinde düz giden araçların hızlarının sırasıyla da 1,12; 4,32 ve 6,12 km/st azaldığını ifade etmiştir.

Bonneson [4] 1998 yılında sadece otomobil trafiğini göz önüne alarak sağa dönen araçların anayol üzerindeki sebep olduğu gecikmeyi tahmin eden deterministik bir model geliştirmiştir. Bonneson bu çalışmada, anayoldaki trafik hacminin ve sağa dönüş oranının artması ile birlikte gecikmenin arttığını, buna karşılık bu sağa dönüş oranının çok küçük olması durumunda ise anayol üzerindeki seyahat hızının gecikme üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Sağa dönen taşıtlar, düz giden taşıtlar üzerinde gecikmeye sebep olduğu gibi yakıt tüketimlerinin artmasına da neden olmaktadır. Mounce [5] düz giden şeritten yapılan dönüşlerin yakıt tüketimi üzerindeki etkisini araştırmış ve yakıt tüketimindeki artışın sağa dönen araçların hızlarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Sağa dönecek araçlar için yapılacak olan ilave yavaşlama şeritlerinin yakıt tüketiminde belirgin bir ölçüde tasarruf sağlayacağı ifade edilmiştir.

Bütün bu çalışmalar göstermektedir ki sağa dönen araçlar için yollara yapılacak olan ilave sağa dönüş şeridi o yollardaki işlevsel etkinliği ve güvenliği arttıracaktır. Özellikle trafik hacminin, hızın, sağa dönüş oranının veya sağa dönen ağır vasıta oranının yüksek olduğu yollarda yapılacak olan ilave sağa dönüş şerit(ler)i gecikme, yakıt tüketimi ve kazaların önlenmesinde büyük bir iyileştirme sağlayacaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu makalenin temel amacı anayol üzerindeki taşıtların sağa dönen taşıt trafiğinden dolayı maruz kaldıkları gecikme ve yakıt tüketimine olan etkisini araştırmak ve aynı zamanda bu etkiye bağlı olarak gecikme ve yakıt tüketimini tahmin eden bir model geliştirmektir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için araçların farklı trafik şartları ve kontrol parametreleri altındaki davranışlarının gözlemlenmesi veya bir simülasyon programı yardımı ile simüle edilmesi gereklidir. Ancak trafik akımının zaman içerisindeki değişkenliğinden dolayı modelleri geliştirmek için kullanılacak olan verileri gözlem yolu ile sağlıklı bir şekilde elde edilmesi zordur. Bu nedenle de alternatif bir çözüm olarak simülasyon programları kullanılmaktadır. Simülasyonun en büyük avantajı ise bazı parametrelerin sabit tutularak trafik ile ilgili farklı stratejilerin değerlendirilmesine olanak sağlamasıdır.

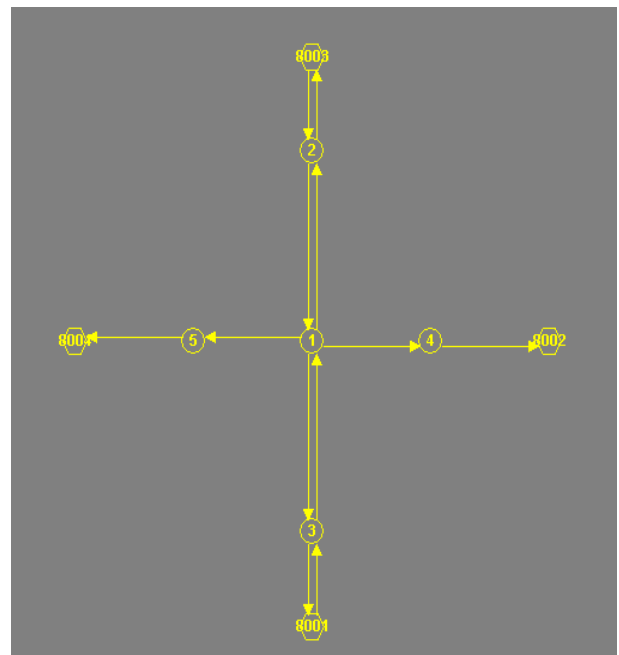
Bu çalışmada gecikme ve yakıt tüketim modelini oluşturabilmek için “Birleştirilmiş Sistem Trafik Yazılımı” olan TSIS (Traffic Software Integrated System) kullanılmıştır [6].

TSIS’in ana bölümünü trafik simülasyon modeli olan CORSIM oluşturmaktadır. CORSIM (CORridor SIMulation) mikroskopik bir simülasyon modeli olup Amerika’daki Federal Karayolları İdaresi (FHWA) tarafından otoyollardaki, şehir içi caddelerdeki ve bunların birleşerek oluşturdukları yol ağlarındaki trafik akımının simülasyonunu yapmak için geliştirilmiştir [7]. CORSIM, NETSIM (NETwork SIMulation) [8, 9] ve FRESIM (FREeway SIMulation) [10] simülasyon modellerinin bir karışımı olup birleştirilmiş bir yol ağındaki trafik akımının araç bazında simülasyonunu yapabilmektedir.

NETSIM tarafından simülasyonu yapılacak olan kavşak, birleştirilmiş trafik simülasyon sistemleri için interaktif trafik ağı veri editörü olan ITRAF [11] ile kolaylıkla tasarlanmaktadır. ITRAF ’ın en büyük avantajı kod girilmesine ihtiyaç olmaksızın yol ağı kurulurken veri yapısını kendisinin oluşturması ve aynı zamanda hata denetimi yaparak kullanıcıyı bilgilendirmesidir.

Birleştirilmiş sistem trafik programında simülasyon sonuçları bir grafik işlemci olan TRAFVU [12] (TRAF Visualization Utility) tarafından görsel olarak da kullanıcıya verilmektedir. TRAFVU simülasyon için girilen verileri grafiksel bir ortamda sunmakta, incelenen bir yol ağı veya kavşaktaki trafik akımının ve sinyal sisteminin animasyonunu yapmaktadır. Aynı zamanda TRAFVU simülasyon sonuçlarına göre etkinlik ölçülerinin belirlenmesinde kullanılan istatistikleri tablo veya grafik olarak da verebilmektedir.

Sağa dönen taşıtların sebep olduğu gecikme ve yakıt tüketimini modelleyebilmek için ITRAF programı yardımı ile Şekil 1’de gösterilen yol sistemi kurulmuştur.



Şekil 1. Simülasyonu yapılan yol sistemi

Şekildeki sistemde 1'den 5'e kadarki olan noktalar iç düğüm noktalarını, 8001'den 8004'e kadarki olan noktalar da dış düğüm noktalarını göstermektedir. İncelemenin yapıldığı kavşak 1 nolu düğüm noktası ile gösterilirken, 2-5 arasındaki düğüm noktaları kukla kavşaklar olarak adlandırılmaktadır. 8001 ve 8003 nolu düğüm noktalarından girilen trafik değerleri, simülasyon programı gereğince direkt olarak incelenen 1 nolu düğüm noktasına bağlanmadığından 2-5 arasındaki düğüm noktaları kukla kavşaklar olarak yol sistemine dahil edilmiştir. Yol sisteminin geometrisi kendi içerisinde simetrik olarak tasarlanmış olup, daha az simülasyonla daha fazla verinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu sistemde sadece sağa dönen araçların etkisi ortaya konmak istendiğinden yaya trafiği simülasyona dahil edilmemiştir. Sistem oluşturulurken taşıt takip aralığı 2,2 sn, şerit genişliği ise 3,65 m olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmada sağa dönen taşıtların neden olduğu gecikme ve yakıt tüketiminin modellenmesi için hacim, ağır vasıta oranı, hız ve sağa dönüş oranları Çizelge 1'de gösterilen değerler için 1125 farklı trafik durumu (senaryo) göz önüne alınarak analiz edilmiştir.

Çizelge 1. Analiz edilen trafik değerleri

Trafik Hacmi (araç/st)	Hız (mil/st) ~ (km/st)	Ağır Vasıta Oranı (%)	Sağa Dönüş Oranı (%)
300	20 ~ (30)	0	0
600	30 ~ (50)	10	5
900	40 ~ (65)	20	15
1200	50 ~ (80)	30	25
1500	60 ~ (96)	40	35
			45
			55
			65
			75

Simülasyon yapılırken CORSIM tarafından her bir senaryo için rastgele numara kullanır. Bu numaralara bağlı olarak farklı sürücü ve araç özellikleri atanır. Sürücü özellikleri en pasiften en saldırgan sürücü grubuna doğru 1'den 10'a kadar değişmektedir. 9 farklı araç türünden herhangi bir aracı hangi özellikteki sürücünün kullandığı bu rastgele numaralara bağlı olarak değişmektedir. Bu yüzden farklı sürücü ve araç özelliklerinin atanması için her bir senaryo ile ilgili 3 simülasyon da farklı 3 rasgele numara kullanılmıştır. Diğer taraftan, farklı senaryoların karşılaştırılabilmesi için aynı trafik hareketlerinin elde edilmesi gerektiğinden dolayı kullanılan rasgele numaralar diğer senaryolar için de aynı bırakılmıştır. Yol sistemi simetrik olduğundan dolayı her bir rasgele numara için 2 adet sonuç ve 3 adet simülasyon yapıldığı içinde her bir senaryo ile ilgili olarak toplam 6 adet veri elde edilmiştir. Bu 6 adet verinin aritmetik ortalaması alınarak her bir farklı senaryo için gecikme ve yakıt tüketimlerinin ortalaması hesaplanarak modellerin oluşturulması amacı ile çoklu regresyon ve korelasyon analizi yapılmıştır. Çoklu regresyon ve korelasyon analizlerinin yapılmasındaki temel amaç göz önüne alınan bağımlı değişkenler olan

gecikme ve yakıt tüketimi ile bağımsız değişkenler olan hacim, hız, sağa dönüş oranı ve ağır vasıta oranı arasında anlamlı bir ilişkinin bulunup bulunmadığını belirlemek ve böyle bir ilişkinin olması durumunda da bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini oluşturmaktır.

Araştırma Bulguları

Gerek gecikme gerekse de yakıt tüketimine ait geliştirilen modellerde % 95 güvenilirlik düzeyi esas alınmıştır. Geliştirilen modellere ait varyans analizi tabloları incelendiğinde anlamlılık derecesine ait değerlerinin 0.05 den küçük olduğundan dolayı Denklem 2 ve 3'de verilen modellerin anlamlı olduğu görülmüştür. Denklem 2'de verilen ve sağa dönen taşıtların gecikme üzerindeki etkisini ortaya koyan modele ait olan korelasyon katsayısı ise $r = 0.75$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerle bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasında % 75 lik bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

$$D = -146,858 + 0,102U + 177,475AV + 0,164V + 73,569SD \quad (2)$$

D : Gecikme (sn), U : Hız (mil/saat), AV : Ağır vasıta oranı (%), V : Hacim (araç/saat), SD : Sağa dönüş oranı (%)

Benzer şekilde yakıt tüketimi bağımlı değişken alınarak geliştirilen ve Denklem 3'de verilen çoklu regresyon modelinde korelasyon katsayısı $r = 0,85$ olarak elde edilmiştir. Bu değer sağa dönen taşıtların gecikmeye göre yakıt tüketimi üzerinde daha etkin olduğunu ve aralarında daha yoğun bir ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadır.

$$YT = -15,244 - 0,0562U + 21,957AV + 0,027V + 20,226SD \quad (3)$$

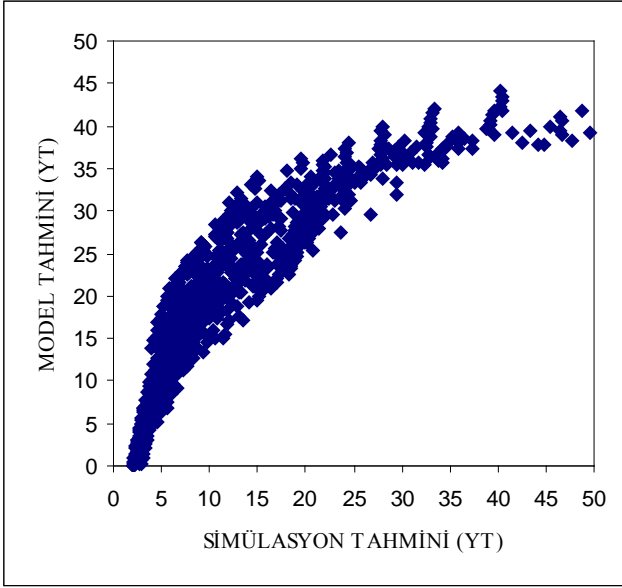
YT : Yakıt tüketimi (galon*), U : Hız (mil/saat), AV : Ağır vasıta oranı (%), V : Hacim (araç/saat), SD : Sağa dönüş oranı (%)

* Bir galon 3,785 lt dir.

Yakıt tüketimine ait simülasyondan ve geliştirilen modelden elde edilen tahmini değerler Şekil 2' de dağılım grafiği olarak verilmektedir. Bu grafik oluşturulurken 1125 veriden kümeleşme dışında kalan bazı uç değerler çıkartılmıştır. Modelle simülasyondan elde edilen değerlerin tam bir uyumu ($r=1.0$) için dağılım grafiğindeki verilerin yatayla 45° lik açı yapan bir doğru üzerinde kümeleşmesi gerekmektedir. Şekil 2' den görüldüğü üzere yol sistemi üzerinde incelenen hatta ait ortalama yakıt tüketimi 10 ile 30 galon arasında olduğunda modele ait yakıt tüketimi tahmini simülasyonun tahmininden daha fazladır. Diğer taraftan hatta ait ortalama yakıt tüketimi 30 ile 50 galon arasında olduğunda ise simülasyonun tahmini modelden daha fazladır.

Modelden ve simülasyondan elde edilen araç başına düşen ortalama gecikme değerleri incelendiğinde ise yakıt tüketimindekine benzer bir durum ortaya çıkmaktadır. Araç başına düşen ortalama gecikme miktarı

0-50 sn arasında iken model simülasyondan daha fazla gecikme tahmin etmektedir. Ancak, araç başına düşen ortalama gecikme miktarı 50 sn nin üzerinde olduğu durumlarda ise simülasyonun gecikme tahmini modele göre daha fazla olmaktadır.



Şekil 2. Yakıt tüketimine ait simülasyondan ve modelden elde edilen tahminlerin dağılım grafiği

Gecikme ve yakıt tüketim modellerine ait istatistik özetleri Çizelge 2'de verilmektedir. Bu özetler incelendiğinde, yakıt tüketimine ait modelinin gecikmeye ait modele göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin ise modelde yer alan bazı değişkenlerin gecikmeye göre yakıt tüketimine üzerinde daha etkili olması ile açıklanabilir.

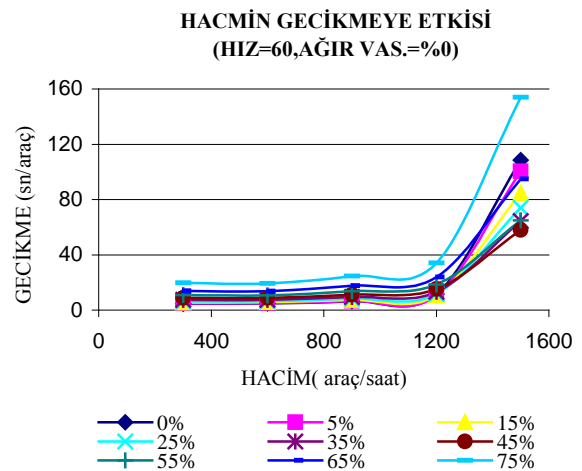
Çizelge 2. Modellere ait istatistikî özetler

	Gecikme	Yakıt Tüketimi
r	0.75	0.85
R ²	0.56	0.72
Standart Hata	67.46	6.73
F	357.32	699.71
Anlamlılık Derecesi	0.00	0.00

Bağımlı değişkenler olan gecikme ve yakıt tüketimi ile bağımsız değişkenler olan hız, ağır vasıta oranı, hacim ve sağa dönüş oranlarının birbiri ile olan ilişki ve etkileşimlerini daha iyi ortaya koyabilmek için korelasyon analizi yapılarak korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Korelasyon analizi sonucunda gecikme ve yakıt tüketimi arasında çok kuvvetli bir ilişkinin ($r=0.93$) olduğu bulunmuştur. Gecikme yakıt tüketimini direkt olarak etkileyen bir değişken olduğu için bu iki değişken arasındaki ilişkinin yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Ancak şaşırtıcı olan, anayol üzerindeki hızın gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmamasıdır. Anayol üzerindeki hızdaki değişim

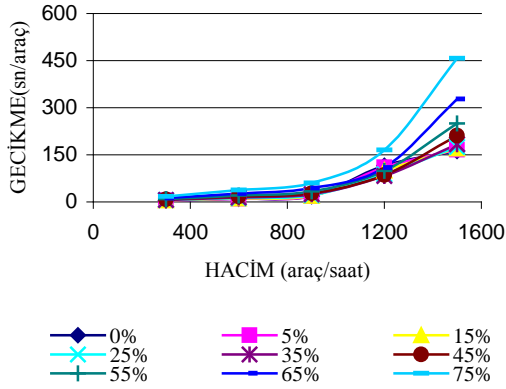
ile gecikme arasındaki ilişki $r=0.14$ seviyelerinde kalırken bu ilişki yakıt tüketiminde $r=-0.06$ seviyesine kadar düşmüştür. Bağımsız değişkenler içerisinde hacim hem gecikme hem de yakıt tüketimi ile en fazla ilişkili olan değişkendir. Bu ilişki gecikme için $r=0.68$ seviyelerinde olurken yakıt tüketimi için $r=0.70$ seviyesine çıkmıştır. Sağa dönüş oranı hızdan sonra gecikme üzerinde en az ilişkiye sahip ikinci değişken olurken ($r=0,18$), yakıt tüketimi üzerinde ise hacimden sonra en yüksek ikinci ilişkiye sahip değişken olmuştur ($r=0,40$). Ağır vasıta ise hem gecikme hem de yakıt tüketimi üzerinde aynı etkiye sahip olup her ikisi içinde korelasyon katsayısı $r=0,25$ olarak elde edilmiştir.

Her değişkenin birbirleri ile olan ilişkilerini görsel olarak da daha net bir şekilde ortaya koymak için farklı senaryoları göz önüne alan grafikler çizilmiştir. Böylece bir bütün olarak aynı grafik üzerinde değişkenlerin etkisi gözlenmeye çalışılmış ve Şekil 3'de bu grafiklerin bazıları verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde en büyük etkiye üstel olarak hacim değişkeninin sahip olduğu görülmektedir. Hacim değerleri 300 ile 1200 arasında değiştiğinde bu etki gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde çok fazla hissedilmeyen, 1200 ile 1500 arasındaki değişimde hacmin etkisi çok kuvvetli bir şekilde hissedilmeye başlanmıştır. Hızın gecikme ve yakıt tüketimine olan etkisine grafiksel olarak bakıldığında ise sağa dönüş oranlarına göre çok da fazla etkili olmadığı görülmektedir. Hız arttıkça gecikme ve yakıt tüketimindeki hissedilir bir değişiklik gözlenmemiştir. Ağır vasıta oranının hacme bağlı olarak gecikme ve yakıt tüketimi üzerindeki etkisi incelendiğinde, düşük hacim değerlerinde ağır vasıta oranındaki artış küçük eğimli lineer bir artış olurken, yüksek hacim değerlerinde bu artış logaritmik olmuştur ve bu etki gecikmeye göre yakıt tüketimi üzerinde daha fazla hissedilmiştir.



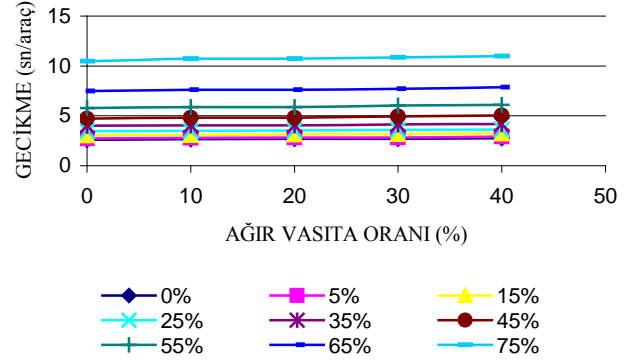
(a)

HACİMİN GECİKMEYE ETKİSİ
(HIZ=20,AĞIR VAS.=%30)



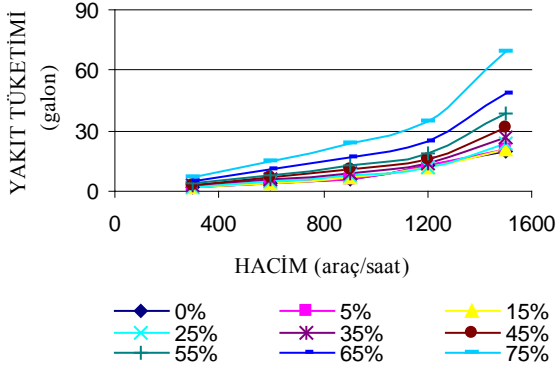
(b)

AĞIR VASITA ORANININ GECİKMEYE ETKİSİ
(HACİM=300,HIZ=30)



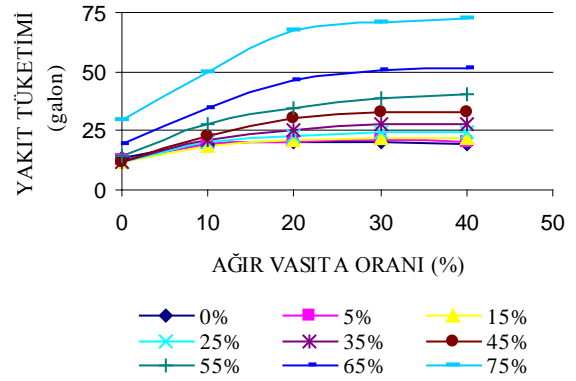
(e)

HACİMİN YAKIT TÜKETİMİNE ETKİSİ
(HIZ=20,AĞIR VAS.=%20)



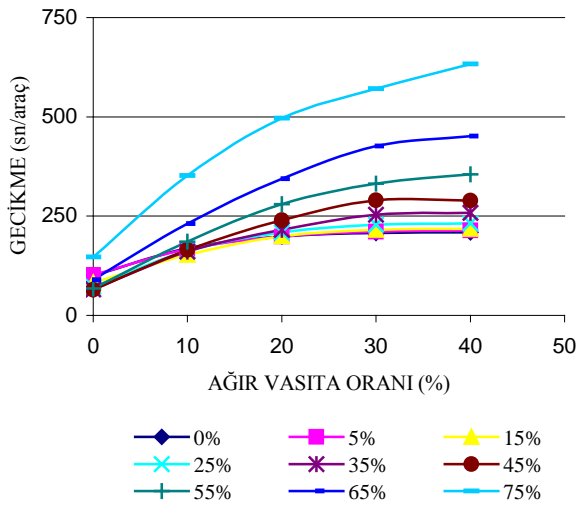
(c)

AĞIR VASITA ORANININ YAKIT TÜKETİMİNE ETKİSİ
(HACİM=1500,HIZ=60)



(f)

AĞIR VASITA ORANININ GECİKMEYE ETKİSİ
(HACİM=1500,HIZ=50)



(d)

Şekil 3. Değişkenlerin gecikme ve yakıt tüketimi üzerindeki etkileri

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışma ile sağa dönen araç trafiğinin anayol üzerinde sebep olduğu gecikme ve yakıt tüketiminin etkisi belirlenmeye çalışılmış ve bu etkiyi ortaya koyan çoklu regresyon modelleri geliştirilmiştir. Sağa dönen araçlardan dolayı anayol üzerinde oluşan gecikme ve yakıt tüketiminin araç hızlarına, şerit sayısına, trafik hacmine, ağır vasıta ve sola dönen araç oranlarına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Literatürde bu konu ile ilgili çok fazla çalışma yer almamakla birlikte, mevcut olan çalışmalarda da hacim ve hız önemli değişkenler olarak kabul edilmiş ve geliştirilen modeller de bu değişkenler üzerine kurulmuştur. Ancak bilindiği üzere sağa dönüş oranı ve ilave sağa dönüş şerit veya şeritleri de bu konuda göz önüne alınması gereken diğer değişkenlerdir. Bu nedenle geliştirilen modellerde literatürdekilerden farklı olarak sağa dönüş oranı ve ağır vasıta oranı da modele dahil edilmiştir.

Sonuç olarak, ele alınan bağımsız değişkenler içerisinde anayol üzerindeki trafik hacmi gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde en büyük etkiye sahip olan değişkendir. Sağa dönen araç oranlarına bağlı olarak anayol üzerindeki trafik hacmi arttıkça gecikme ve yakıt tüketimi de üstel olarak artmaktadır. Bu nedenle yüksek trafik yoğunluğuna sahip olan yollarda yapılacak ilave sağa dönüş şeritleri, anayol üzerinde seyreden taşıtların maruz kalacakları gecikme ve yakıt tüketimlerini belirgin bir oranda azaltacaktır. Diğer taraftan, anayol üzerindeki hız değişiminin sağa dönen araçlardan dolayı gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde çok da belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Anayol üzerindeki ağır vasıta trafiğinin oranı gecikme ve yakıt tüketimi üzerinde düşük hacimlerde lineer bir etki gösterirken yüksek hacimlerde logaritmik bir etki göstermektedir. Bu etki gecikmeye göre yakıt tüketimi üzerinde daha da belirgindir.

Kaynaklar

- [1]. Stover, V.G., Adkins, W.G., Goodknight, J.C. 1970. Guidelines for Medial and Marginal Access Control on Major Roadways. NCHRP Report 93. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C.
- [2]. Alexander, M.H. 1970. Development of An Economic Warrant for the Construction of Right-Turn Deceleration Lanes. Final Report .Joint Highway Research Project C-36-17HH. Purdue University. Lafayette, Indiana.
- [3]. McShane, W.R. 1995. Access Management and the Relation to Highway Capacity and Level of Service. Technical Memorandum on Activity 4, Florida.
- [4]. Bonneson, J.A. 1998. Delay to Major Street Through Vehicles Due to Right-turn Activity, Transportation Research-A, 32(2), 139-148.
- [5]. Mounce, J.M. 1983. Influence of Arterial Access Control and Driveway Design on Energy Conservation. Transportation Research Board, Washington D.C., 42-46 pp.
- [6]. TSIS User's Guide Kaman Sciences Corporation, Version 4.01, FHWA, June 1997
- [7]. Corsim User's Manual, 1997. Version 1.03, Kaman Science Corporation, Office of Safety and Traffic Operations, Intelligent Systems and Technology Division, FHWA, U.S. Department of Transportation.
- [8]. Rathi, A.K., Santiago, A.J. 1990. Urban Network Traffic Simulation: Traf- Netsim Program, Journal of Transportation Engineering, 116(6), 734-743
- [9]. Wong, S. 1990. TRAF-NETSIM: How It Works, What It Does. ITE Journal, 60(4), 22-27.
- [10]. Smith, S., Worrall, R., Roden, D., Pfefer, R.A. and Hankey, M. 1992. Application of Freeway Simulation Models to Urban Corridors, Volume I: Final Report, FHWA-RD-92-103, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- [11]. ITRAF User's Guide Version 2.0 The Oak Ridge National Laboratory, The University of Tennessee Transportation Center, the Oak Ridge Institute of Science and Education, and Viggen Corporation, Office of Safety and Traffic Operations, Intelligent Systems and Technology Division, FHWA, U.S. Department of Transportation.
- [12]. TRAFVU User's Guide, 1997. Version 1.0, Kaman Science Corporation Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.