



SİNYALİZE ARTERLERDE ARAÇ TAKİP ARALIKLARININ MESAFEYE VE DEVRE SÜRESİNE BAĞLI DEĞİŞİMİ

VARIATION OF HEADWAYS AT SIGNALIZED ARTERIALS WITH RESPECT TO DISTANCE AND CYCLE TIMES

Figen ÇOŞKUN¹, Kübra ÇELİK^{2*}, Süheyla Pelin ÇALIŞKANELLİ³, Serhan TANYEL³

¹Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü, Kocaeli, Türkiye.

figen.coskun@kocaeli.edu.tr

²Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bursa, Türkiye.

celik_kubra@hotmail.com

³İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

pelin.caliskanelli@deu.edu.tr, serhan.tanyel@deu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 11.08.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 27.08.2014

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.86158

Özel Sayı Makalesi/Special Issue Article

Öz

Çalışmada İzmir'deki sinyalize arterlerden elde edilen verilerden yararlanarak, serbest araç oranının mesafeye ve akım yukarı sinyale ait yeşil süre/Devre süresi oranına bağlı değişimi modellenmeye çalışılmıştır. Modelleme aşamasında araçların takip aralıklarının Cowan M3 dağılımına uyduğu kabul edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda sol şeritteki serbest araç oranının, diğer şeritlere oranla daha düşük olduğu; dolayısıyla daha fazla araç tarafından kullanıldığı anlaşılmıştır. Ayrıca hesaplar, "α" değerinin, beklenildiği gibi, sinyalden uzaklaştıkça arttığını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Zaman cinsinden takip aralığı, Cowan M3 dağılımı, Regresyon analizi.

Abstract

In this study, the variation in the proportion of free vehicles at a signalized arterial is tried to be modeled with respect to distance and green/cycle time ratio. In the analysis, it is assumed that headways between vehicles can be defined with Cowan M3 distribution. From the analysis, proportion of free vehicles in the left lane of an arterial is lower than other lanes. This results indicates that, left lanes are occupied by higher vehicle volumes. The analysis also showed that, proportion free vehicles increase with respect to the distance to traffic signals as expected.

Keywords: Headways, Cowan M3 distribution, Regression analysis.

1 Giriş

Sinyalize arterler üzerinde hareket eden araçlar arasındaki zaman cinsinden aralıkların modellenmesi, arter üzerinde yer alan denetimsiz kavşak katılımlarının kapasite ve başarımlarının hesaplanmasında ayrıca yakın mesafeli kavşakların etkileşimlerinin, özellikle gecikmelerin hesaplanmasında önem taşımaktadır. Bir sinyalden ayrılan araçlar arasındaki zaman cinsinden aralık değerlerinin dağılımının, herhangi bir kesintiye uğramamış trafik akımlarındaki aralık dağılımlarından farklı olması beklenebilir. Bir sinyalden ayrılan araçların takip aralıklarının, sinyalden uzaklaştıkça artması, ancak bir sonraki sinyale yaklaştıkça azalması öngörülmektedir. Burada akım içindeki serbest araç oranının belirlenmesi, söz konusu davranışın modellenmesinde hesaplanması gereken öncelikli parametreler arasındadır.

Akım içinde hareket eden araçlar kendi aralarında bağımlı veya bağımsız (serbest) araçlar olarak sınıflandırılabilirler. Dawson ve Chimini'ye [1] göre bir aracın serbest hareket eden araç olarak kabul edilebilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir:

- 1) Zaman cinsinden takip aralık değeri, "uygun" bir uzunlukta olmalıdır,
- 2) Serbest araç, hızını öndeki araca göre ayarlamamak için, rahatça geçiş yapabilmelidir,

- 3) Geçiş işlemi tamamlandıktan sonra bile, serbest aracın hala bağımsız bir birim olarak hareket edebilmesi için uygun bir hızı koruyabilmesi gerekir.

Diğer araçlar ise bağımlı (takip eden) araçlar olarak adlandırılabilirler. Aslında araç grupları, dört farklı kategoride toplanabilirler:

- 1) Serbest araçlar,
- 2) Takip edenler,
- 3) Serbest araçtan, takip eden araç konumuna geçenler,
- 4) Geçiş hareketine başlayan araçlar [2].

Ancak, son üç kategoride bulunan araçları birbirlerinden ayırmak güç olduğundan, serbest hareket eden ve grup halinde hareket eden olmak üzere iki ana grup kabul edilmiştir.

Genel yaklaşım, iki gruptaki araçların bulunduğu bir akımın zaman cinsinden aralıklarının modellenmesi için iki olasılık dağılım modelinin birleşmesinden meydana gelen bir dağılımın kullanılması yönündedir. Yapılan literatür çalışmalarında, çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalarda en fazla kabul gören dağılımlardan birisinin, Cowan M3 dağılımı olduğu belirlenmiştir.

$$F(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \dots = 1 - \alpha e^{-\lambda(t-\Delta)} & t \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

Formülde "α", serbest hareket eden araç oranı, λ düzeltme katsayısı; Δ, birbirini takip eden araçlar arasındaki minimum

zaman cinsinden aralık değeri, t ise zaman cinsinden aralık değeridir. λ değeri aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir:

$$\lambda = \frac{q\alpha}{1 - q\Delta} \quad (2)$$

Burada, “ q ”, akım içindeki hareket eden araç sayısıdır (araç/saniye).

Sinyale yakın farklı mesafedeki yol kesimlerinde (sinyal dur çizgisine uzaklığı 50 m-300 m) akım içindeki serbest hareket ettikleri kabul edilen araç oranının belirlenmesi çalışma açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle kırmızı ışık sonrası araçların bir grup halinde harekete başladıkları gözlemlenmektedir. Bu araçlar, “serbest hareket eden araçlar” olarak adlandırılabilir. Akım içinde ayrıca diğer araçlardan bağımsız olarak kendi hızlarını belirlemek isteyen sürücüler olacaktır. Bu durum, sinyalden uzaklařtıķ daha belirgin bir hal alabilir.

Serbest araç oranı “ α ”, Cowan M3 dağılımının yapısını etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Ana akım içindeki serbest araç sayısının doğru olarak belirlenmesi; Cowan M3 dağılımının gözlenen dağılıma uygunluğunu da belirleyen önemli bir unsurdur. Bunun yanı sıra, birden fazla bağıntıyla hesaplanabilmesi, bu parametrenin daha detaylı bir şekilde incelenmesi gereğini ön plana çıkarmaktadır. Serbest araç oranının belirlemek amacıyla birçok araştırmacı farklı modeller önermiştir. Önerilen modeller; üssel ve doğrusal modeller olarak iki ana grupta toplanabilir. İlk olarak Tanner [3], serbest araç oranını, aşağıdaki doğrusal bağıntıyla vermiştir:

$$\alpha = 1 - \Delta q \quad (3)$$

Akçelik ve Chung [4] serbest araç oranının bir üssel eğriye uyduğunu ne srmşlerdir:

$$\alpha = e^{-b\Delta q} \quad (4)$$

Bağıntıdaki “ b ” parametresi kesintisiz akımlar için “0.5”, dönel kavşaklar içinse “2.5” olarak önerilmiştir.

Akçelik ve Chung [4] tarafından önerilen üssel modele benzer bir model sinyalize arterler için Brilon [5] tarafından geliştirilmiştir. Brilon alışmasında Akçelik ve Chung’dan [4] farklı olarak; değişik şeritlerdeki araçlar arasındaki minimum zaman cinsinden aralık değerinin (Δ) eşit olduğu kabulünü yapmıştır. Bu kabul ışığında, akım içindeki araç sayısı ile gözlenen serbest araç oranları arasında direkt bir ilişki aranabileceği belirtilmiş ve model buna bağlı olarak geliştirilmiştir:

$$\alpha = e^{Aq} \quad (5)$$

Burada, “ A ” parametresi 6 ile 9 arasında değişen bir sabittir. Sullivan ve Troutbeck [6] Brilon’la aynı kabul yapmış ancak değişik şeritlerin (sağ, orta veya sol) ve değişik şerit genişliklerinin serbest araç oranının belirlenmesinde etkili olduğunu vurgulamışlardır. Sullivan ve Troutbeck, [6] tarafından önerilmiş olan modeller aşağıda verilmektedir:

$$L < 3.5 \text{ m için} \quad \alpha = e^{(6.5q)} \quad (6.a)$$

$$\text{Sağ şerit} \quad 3.0 \leq L \leq 3.5 \text{ m için} \quad \alpha = e^{(5.25q)} \quad (6.b)$$

$$L > 3.5 \text{ m için} \quad \alpha = e^{(3.4q)} \quad (6.c)$$

$$\text{Sol şerit} \quad 3.0 \leq L \leq 3.5 \text{ m için} \quad \alpha = e^{(7.5q)} \quad (7)$$

$$\text{Orta şerit} \quad 3.0 \leq L \leq 3.5 \text{ m için} \quad \alpha = e^{(5.25q)} \quad (8)$$

Burada, L metre cinsinden şerit genişliğidir. Formüller incelendiğinde şerit genişliğinin 3.0 m ile 3.5 m arasında değişmesi koşulları için orta şerit ve sağ şeride ait bağıntıların aynı olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, orta şerit için yeterli sayıda veri toplanamamış olması ve sağ şerit için önerilen bağıntıların orta şerit için de geçerli olabileceği kabulünün yapılmasıdır.

alışkanelli ve Tanyel [7], “ α ” parametresi için Tablo 1’de verilen bağıntıları önermişlerdir. Tablodan da görülebileceği gibi, alışkanelli ve Tanyel’in [7] modellerinde de orta şerit bulunmamaktadır. Onlar da Sullivan ve Troutbeck [6] gibi orta şerit verisinin az olması sebebiyle orta şerit verilerini sağ şerit verileriyle birlikte değerlendirmişlerdir.

Tablo 1: şerit tipine bağlı olarak serbest araç oranları [7].

şerit Tipi	Model Adı	Bağıntı
Sağ şerit	MK1	$\alpha = e^{(-5.35q)}$
	MK2	$\alpha = 1 - 1.01\Delta q$
	MK3	$\alpha = (1 - \Delta q) / (1 - (1 - 0.95)\Delta q)$
Sol şerit	MMd1	$\alpha = e^{(-5.99q)}$
	MMd2	$\alpha = 1 - 1.11\Delta q$
	MMd3	$\alpha = (1 - \Delta q) / (1 - (1 - 1.35)\Delta q)$

Sinyalize bir arterde yakın mesafeli iki kavşak arasındaki etkileşimin belirlenmesinde, kavşaklar arasındaki mesafenin de etkili olduğu düşünülebilir. Sullivan ve Troutbeck [8], sinyal çıkışından olan uzaklığa bağlı olarak serbest araç oranının hesaplanabilmesi için aşağıdaki bağıntıyı önermişlerdir:

$$\alpha = 1 - e^{Aq}(1 - Ce^{Bx}) \quad (9)$$

(9) no.lu bağıntı incelendiğinde, bağıntının ilk kısmının (5) no.lu bağıntı ile aynı olduğu görülmektedir. Nitekim Sullivan ve Troutbeck [6] “ A ” parametresinin “6” alınabileceğini belirtmişlerdir. Bağıntıda bulunan “ x ” değişkeni, metre cinsinden mesafedir. “ B ” parametresi için 0.0068 değeri önerilmiştir. “ C ” parametresi ise incelenen sisteme ait bir parametre olup 0.05~0.25 arasında bir değer almaktadır.

Çalışma kapsamında İzmir’deki ana arterlerde yapılan gözlemlerden yararlanarak elde edilen zaman cinsinden takip aralıkları, kavşaklar arası uzaklık ve akım yukarı sinyale ait ysl/Dvrs oranı ile ilişkilendirilerek modellenmeye çalışılmıştır (ysl, yeşil süreyi (saniye), Dvrs ise devre süresini (saniye) ifade etmektedir).

2 Gözlem Verilerinin Elde Edilmesi

Çalışmada, “ α ” parametresinin mesafeye bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amacıyla Mustafa Kemal Sahil Bulvarı Karataş Kavşağı, Buca Koop. 2 Kavşağı, ankaya Kavşağı ve Balçova’da yer alan İnciraltı Kavşağı ile Balçova ağdaş Taksi kavşağı arasında kalan kesimlerde yapılmış olan video kamera çekimlerinden yararlanarak sinyal dur çizgisinden 20 m, 40 m, 60 m, 70 m, 80 m, 130 m, 140 m, 160 m, 220 m, 240 m, 270 m, 290 m. ve 380 m uzaklıklarda belirlenen kesitlerden zaman cinsinden aralık verileri toplanmıştır. Ayrıca her kesitin bir sonraki sinyale olan

uzaklıkları da ölçülmüştür. Kesitlerin alındığı arter üzerindeki sinyalizasyonlara ait yeşil, kırmızı faz süreleri ile devre süreleri de ayrıca kaydedilmiştir.

Video kamera ile yapılan çekimler büroda değerlendirilmiş, şerit bazında araçlar arasındaki zaman cinsinden aralık değerleri elde edilmiştir. Veriler, 10~15 dakikalık veri gruplarına ayrılmıştır. Bunun amacı, eğilim (trend) olmayan veri grupları elde etmektir. Sonuç olarak toplamda analizler için 185 veri grubu elde edilebilmiştir. Bu veri gruplarına ait Cowan M3 dağılımının parametreleri, "En Küçük Kareler" yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Cowan M3 dağılımı ve parametrelerinin belirlenmesi hakkında detaylı bilgi için Lutinen'in [2],[9]; Troutbeck'in [10] ve Tanyel ve Varlıorpak'ın [11] çalışmalarından yararlanılabilir.

3 Verilerin Değerlendirilmesi

Video kamera ile yapılan çekimlerin detaylı incelenmesi sonucunda, " α " parametresinin hesaplanmasında etkili olabilecek değişkenler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- 1) Trafik hacmi (q) (araç/saniye);
- 2) Araçlar arasındaki en küçük takip aralığı (Δ) (saniye);
- 3) Akım yukarısında bulunan sinyale olan uzaklık (Lakım yukarı) (m);
- 4) Akım aşağısında bulunan sinyale uzaklık (Lakım aşağısı) (m);
- 5) Akım yukarısında yer alan sinyale ait yeşil zaman, devre süresi oranı ($ysl/Drv_{Sakımyukarı}$);
- 6) Akım aşağısında yer alan yukarıdaki sinyale ait yeşil zaman, devre süresi oranı ($ysl/Drv_{Sakımaşağı}$);
- 7) Şerit özelliği (sol, orta ve sağ şerit olması durumu, $\$T$).

İncelenen sinyalizasyon arter kesiminde gözlem yapılan akım yukarı ve akım aşağısı sinyallere ait devre ve faz sürelerinin birbirleriyle koordineli olması trafik akımı içindeki araçların en az gecikme ile sistemden ayrılmasını sağlayabilecektir. Bu sebeple $ysl/Drv_{Sakımyukarı}$ ve $ysl/Drv_{Sakımaşağı}$ değerlerinin modele eklenmesinde yarar olduğu düşünülmüştür. Diğer yandan çalışmanın bir diğer amacı da mesafeye bağlı olarak serbest araç oranının belirlenmesidir. Sinyalden ayrılan araçlar, eğer başka bir engelle karşılaşmazlarsa, belirli bir mesafeden sonra birbirlerinden bağımsız olarak hareket etmek isteyeceklerdir. Bu durum başlangıçta sinyalden ayrılan ilk araçlar arasında görülecek ve belirli bir mesafe sonra (örneğin 1 km ve üstü gibi) akım incelendiğinde araçların takip aralıklarının tamamen rastgele olduğu diğer bir değişle negatif üssel dağılımla tanımlanabileceği görülebilecektir. Ancak eğer trafik akımı sinyalden ayrıldıktan sonra yine bir sinyalle karşılaşıyorsa kuyruğa katılan araçların yaptıkları frenleme manevrası sebebiyle akım içindeki serbest araç oranında bir düşüş olması beklenebilir. Bu sebeple $L_{akım yukarı}$ ve $L_{akımaşağı}$ değişkenleri de modelleme aşamasında dikkate alınmıştır.

Yukarıda sıralanan değişkenlerden hangilerinin modelde kullanılabileceğinin anlamlı olduğunun belirlenmesi amacıyla Mallow'un C_p istatistiği yöntemi öncelikli olarak kullanılmıştır. Mallow'un C_p istatistiği, en küçük kareler kullanılarak tahmin edilmiş bir regresyon modelinin uyumunu değerlendirmek için kullanılır. Bir modelin oluşturulmasında kullanılabilecek bir bağımsız değişkenler kümesi içinden model için en uygun değişkenlerin seçilmesi amacıyla tercih edilebilen bir yöntemdir. Hesaplarda, sol şerit için 3, orta şerit

için 2 ve sağ şerit için 1 değerleri kabul edilmiştir. Bu yöntemden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de görülmektedir. Tabloda kutu içinde gösterilen satır, modelde kullanılması uygun olabilecek parametreleri veren satırdır. Bu satırın seçilme sebebi, Mallow'un C_p istatistiği ile modelde kullanılabilecek bağımsız değişken sayılarının birbirlerine eşit olmasıdır.

Tablo 2: Mallow'un C_p istatistiği sonuçlarını gösteren tablo.

Vars	R-Sq	R-Sq (adj)	Mallows C-p	S	
1	57,3	57,0	182,7	0,11811	
1	14,6	14,1	544,9	0,16698	
2	67,6	67,2	97,1	0,10314	x x
2	66,1	65,7	109,7	0,10548	x x x
3	74,7	74,2	39,0	0,091446	x x x
3	68,8	68,3	88,4	0,10141	x x x
4	77,5	77,0	16,6	0,086327	x x x x
4	77,0	76,5	20,9	0,087296	x x x x
5	79,1	78,6	5,0	0,083433	x x x x
5	78,5	77,9	10,2	0,084648	x x x x
6	79,1	78,4	7,0	0,083669	x x x x

Tablo incelendiğinde, " α " parametresinin belirlenmesinde yukarıda sıralanmış olan parametrelerden sadece Akım aşağısı sinyale ait yeşil zaman, devre süresi oranının ($ysl/Drv_{Sakım aşağı}$) modele dahil edilmeyebileceği anlaşılmaktadır. Buna göre gerçekleştirilmiş olan çoklu regresyon analizinin sonuçları Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3 incelendiğinde şerit tipinin (sol, orta veya sağ), önceki sinyale ait ysl/Drv_{S} oranının ve Δ^*q "trafik hacim (araç/saniye)" değerlerinin " α " parametresinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadıkları görülmektedir. Tabloda regresyon analizi verilmiş olan bağıntı aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\alpha = 0,585591 - 0,00033L_{akımyukarı} - 0,00052L_{akımaşağı} - 0,05897\$T + 0,529183 \frac{ysl}{Drv_{Sakımyukarı}} - 0,54672\Delta q \quad (10)$$

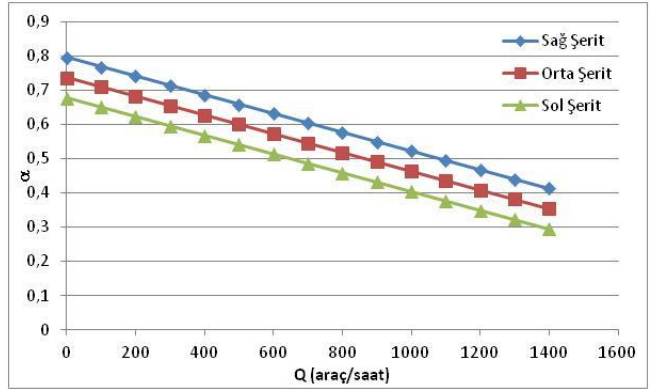
Şekil 1'de " α "nın şerit tipine bağlı değişimi görülmektedir. Şekilden sol şeritteki serbest araç oranının diğer şeritlere oranla daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, sol şeridin daha fazla araç tarafından tercih edildiğini gösteren önemli bir çıkarımdır. Ancak, çalışma kapsamında araç kompozisyonu dikkate alınmamıştır. Otobüs gibi ağır araçların

oluşturacakları zaman cinsinden aralık değerlerinin otomobillere göre daha fazla olacağı açıktır.

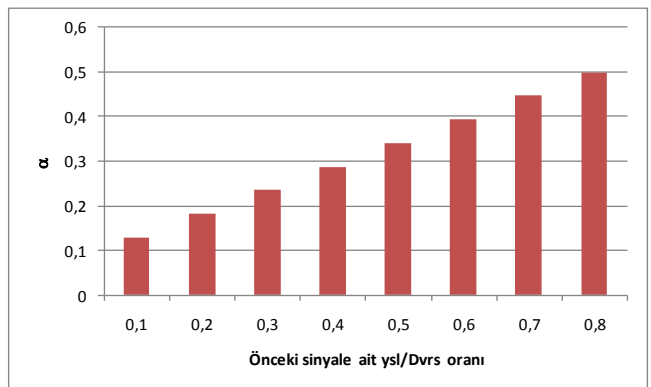
Şekil 2'de ise " α "nın önceki sinyale ait ysl/Drvs oranına bağlı değişimi görülmektedir. Şekilden de görülebileceği üzere önceki kavşaktaki yeşil süresinin toplam devre süresi içindeki payı arttıkça araçlar iki kavşak arasında birbirlerinden daha az etkilenecek hareket etmektedirler.

Tablo 3: Çoklu regresyon analizi sonuçları.

Regresyon İstatistikleri								
Çoklu R	0,889644							
R Kare	0,791467							
Ayarlı R Kare	0,785609							
Standart Hata	0,083433							
Gözlem	184							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F			
Regresyon	5	4,702803	0,940561	135,116	1,16E-58			
Fark	178	1,239082	0,006961					
Toplam	183	5,941885						
Katsayılar		Standart Hat	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük %95	Yüksek %95
Kesişim	0,585591	0,036691	15,96017	3,58E-36	0,513187	0,657996	0,513187	0,657996
Önceki Sinyale Uzaklık (m)	-0,00033	7,89E-05	-4,23788	3,62E-05	-0,00049	-0,00018	-0,00049	-0,00018
Sonraki sinyale uzaklık (m)	-0,00052	8,35E-05	-6,18076	4,23E-09	-0,00068	-0,00035	-0,00068	-0,00035
Şerit Tipi (sağ=1; orta=2; sol=3)	-0,05897	0,006785	-8,69122	2,3E-15	-0,07236	-0,04558	-0,07236	-0,04558
Önceki Sinyale ait ysl/Drvs oranı	0,529183	0,053885	9,820682	1,83E-18	0,422848	0,635518	0,422848	0,635518
Δ^*q (araç/saniye)	-0,54672	0,034803	-15,709	1,88E-35	-0,6154	-0,47804	-0,6154	-0,47804

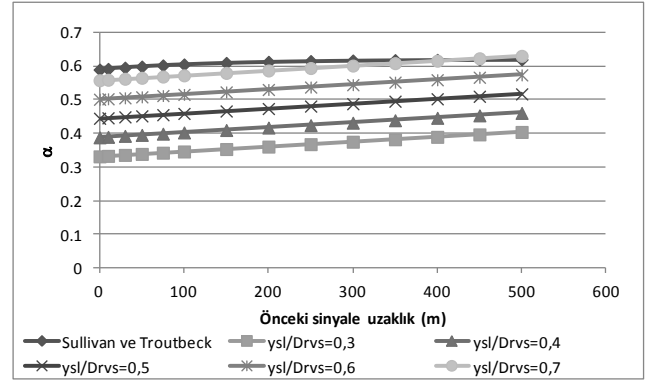


Şekil 1: " α " parametresinin şerit tipine göre değişimi.

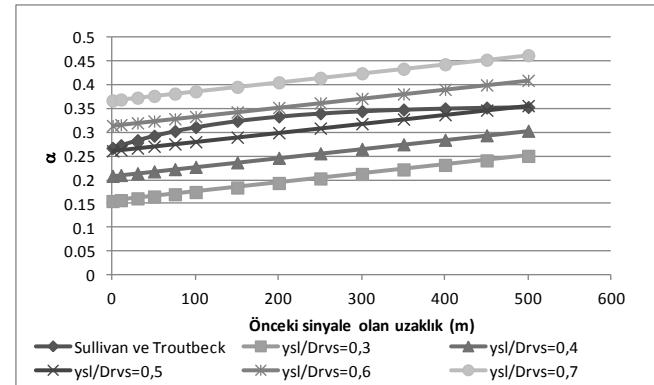


Şekil 2: " α " parametresinin önceki sinyale ait ysl/Drvs oranına bağlı değişimi.

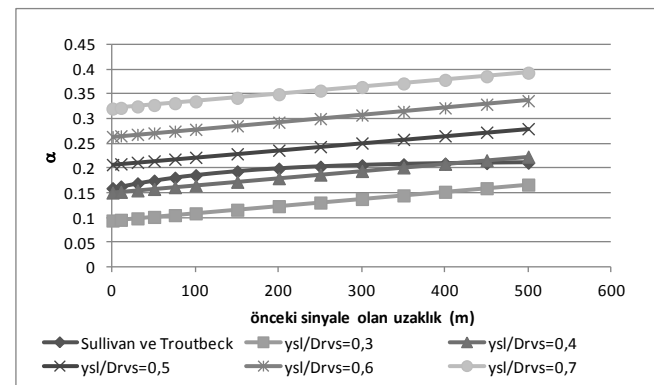
Çalışmada ayrıca, bir önceki kavşağa olan uzaklığa bağlı olarak " α " değerinin değişimi incelenmiştir. Bu aşamada Troutbeck ve Sullivan [8] tarafından önerilmiş olan bağıntı ile de karşılaştırma yapılmıştır. Şekil 3'te sağ şeritteki araçlar için ve Şekil 4'te de sol şeritteki araçlar için " α "nın mesafeye bağlı olarak değişimi görülmektedir. Şekiller incelendiğinde düşük trafik akımlarında Sullivan ve Troutbeck [8] tarafından önerilmiş olan bağıntının, bağıntı (10)'dan elde edilen değerlere göre daha yüksek sonuçlar verdiği; ancak trafik akımı arttıkça bağıntıyla daha düşük değerler hesaplandığı görülmektedir.



a) Sağ şerit hacminin 250 araç/saat olması koşulu.



b) Sağ şerit hacminin 500 araç/saat olması koşulu.



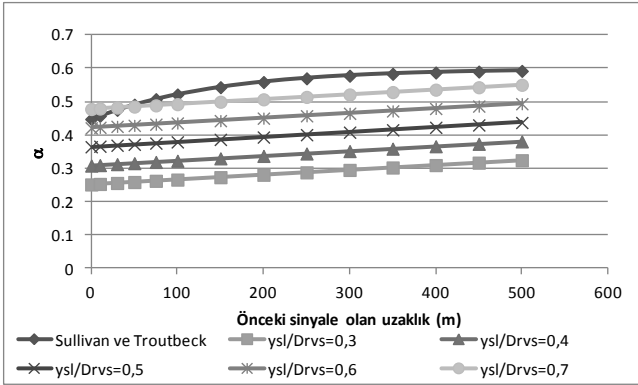
c) Sağ şerit hacminin 750 araç/saat olması koşulu.

Şekil 3: Sağ Şeride ait " α " değerleri.

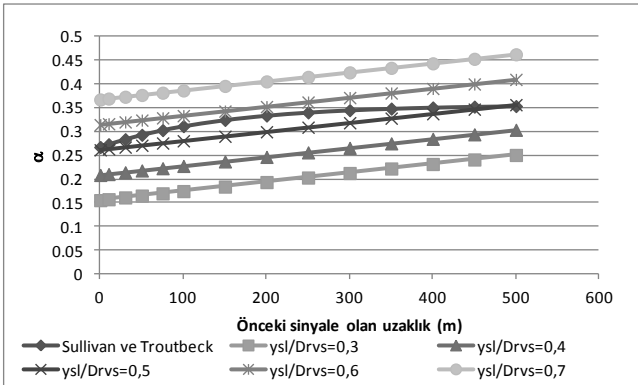
Çalışmada ayrıca elde edilen " α " bağıntısı, Çalışkanelli ve Tanyel [7] tarafından bulunmuş ve Tablo 1'de verilmiş olan bağıntılarla da karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için sağ ve sol şeritlerdeki trafik akımlarının 0 ile 1200 araç/saat arasında

değiştirdiği ve akım yukarı ve akım aşağı trafik sinyallerine ait yeşil süre/devre süresi oranının 0.7 olduğu kabul edilmiştir. Akım içindeki en küçük takip aralığı değeri (Δ) ise her iki şerit için de 2.0 saniye olarak seçilmiştir. Sağ ve sol için elde edilen sonuçlar Şekil 5 ve 6'da görülmektedir.

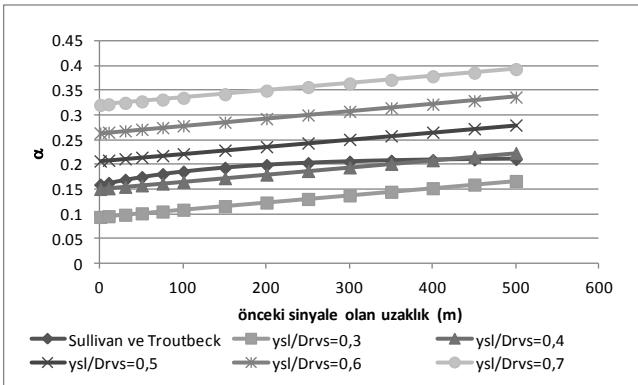
Şekiller incelendiğinde, çalışma kapsamında elde edilmiş olan bağıntının, üstel bağıntılar olan MK1 ve MMd1 bağıntılarından daha yüksek, MK2, MK3, MMd2, ve MMd3 bağıntılarına oranla çok daha düşük sonuçlar verdiği görülmektedir. Değerler ancak 1000 taşıt/saat gibi yüksek hacim değerlerine erişildiğinde benzer sonuçlar vermektedir.



a) Sol şerit hacminin 250 araç/saat olması koşulu.

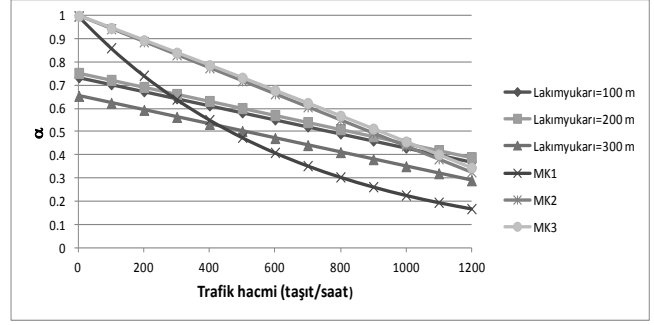


b) Sol şerit hacminin 500 araç/saat olması koşulu.

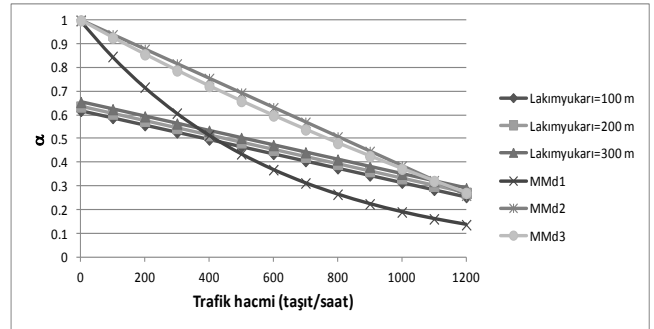


c) Sol şerit hacminin 750 araç/saat olması koşulu.

Şekil 4: Sol Şeride ait " α " değerleri.



Şekil 5: Sağ şerit için önerilen model ile Çalışkanelli ve Tanyel (2010) tarafından önerilmiş olan modellerin karşılaştırılması.



Şekil 6: Sol şerit için önerilen model ile Çalışkanelli ve Tanyel (2010) tarafından önerilmiş olan modellerin karşılaştırılması.

4 Sonuç ve Öneriler

Çalışma kapsamında İzmir'deki sinyalize arterlerden elde edilen verilerden yararlanarak, serbest araç oranının mesafeye ve akım yukarı sinyale ait ysl/Drvs oranına bağlı değişimi modellenmeye çalışılmıştır. Elde edilen model kullanılarak sol, orta ve sağ şerit için ayrı ayrı serbest araç oranları hesaplanabilmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda sol şeritteki serbest araç oranının, diğer şeritlere oranla daha düşük olduğu; dolayısıyla daha fazla araç tarafından kullanıldığı anlaşılmıştır. Ayrıca hesaplar, " α " değerinin, beklenildiği gibi, sinyalden uzaklaştıkça arttığını göstermiştir.

Elde edilen modelin, araçların akım aşağı konumunda bulunan sinyale yaklaşımlarının ve gecikme parametresinin tahmininde kullanılması mümkündür. Ancak modelin kuyruk boşalımı (platoon dispersion) analizlerinde kullanılması mevcut haliyle mümkün gözükmemektedir. Cowan M3 dağılımının parametrelerinden birisi olan en küçük takip aralığı (Δ) değerinin modellenmesi, söz konusu analizlerde daha etkin bir yöntem olarak karşımıza çıkabilir.

5 Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik araştırma Grubu'nun desteklediği olduğu 110M677 no.lu TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

6 Kaynaklar

- [1] Dawson RF, Chimini LA. The Hyperlang Probability Distribution: A Generalized Traffic Headway Model. Highway Research Project Record, University of Connecticut, USA, JHR 67-13, 1967.

- [2] Luttinen RT. Statistical Analysis of Vehicle Time Headways. PhD Thesis, Helsinki University of Technology, Otaniemi, Finland, 1996.
- [3] Tanner JC. "A Theoretical Analysis of Delays at an Uncontrolled Intersection". *Biometrika*, 49(1-2), 163-170. 1962.
- [4] Akçelik R, Chung E. "Calibration of the Bunched Exponential Distribution of Arrival Headways". *Road and Transport Research*, 3, 42-59, 1994.
- [5] Brilon W. *Recent Developments in Calculation Methods for Unsignalized Intersections in West Germany*. Editor: Brilon W. Intersections without Traffic Signals, 111-153. Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [6] Sullivan DP, Troutbeck RJ. "An Exponential Relationship for the Proportion of Free Vehicles on Arterial Roads". *Transportation Research, Part A*, 31(1), 21-33, 1997.
- [7] Çalışkanelli SP, Tanyel S. "Investigation of Vehicle Bunching at Signalized Arterials in Turkey". *Canadian Journal of Civil Engineering*, 37(3), 380-388, 2010.
- [8] Sullivan DP, Troutbeck RJ. "The use of Cowan's M3 Distribution for Modelling Urban Traffic Flow". *Traffic Engineering and Control*, 35(7/8), 445-450, 1994.
- [9] Luttinen RT. "Properties of Cowan M3 Headway Distribution". Transportation Research Board 1999 Annual Meeting Preprints, TRB, Washington D.C., USA, 1999.
- [10] Troutbeck R. "A Review on the Process to Estimate the Cowan M3 headway Distribution Parameters". *Traffic Engineering and Control*, 38(11), 600-603, 1997.
- [11] Tanyel S, Varlıorpak Ç. "Cowan M3 Dağılımının Trafik Akımlarının Modellenmesinde Kullanımı". *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3, 35-49, 2000.