

İZMİR'DEKİ OTOBÜS DURAKLARININ TRAFİK AKIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

S.Pelin ÇALIŞKANELLİ
İnş. Yük. Müh.
D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
İzmir /Türkiye
pelin.caliskanelli@deu.edu.tr

Yeliz NEHİR
İnş. Yük. Müh.
T.C. İzmir Valiliği, İl Kültür
ve Turizm Müdürlüğü
İzmir /Türkiye
yeliznehir@mynet.com

GİRİŞ

Ülkemiz geneli incelendiğinde toplu taşıma sistemleri içinde en yoğun kullanılan toplu taşıma sisteminin otobüs taşımacılığı olduğu görülmektedir. Son yıllarda artan hafif raylı sistem yatırımları ile şehirlerdeki yolculuk talebinin bir kısmı karşılanmaya çalışılsa da otobüs taşımacılığının etkinliğini daha uzun bir süre koruyacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle otobüs taşımacılığı ile ilgili kısa ve orta vadeli çözüm önerileri genellikle hizmet düzeyini düşürmeden, daha düşük bir maliyet ve daha az otobüs ile aynı seyahat talebini karşılayabilmeye çalışmaktır. Güzergâhların oluşturulması, güzergâh üzerindeki talep miktarının ve durak noktalarının yerlerinin belirlenmesi, taşıtların özellikleri, oluşturulan hatlar üzerindeki servis süresi ve sıklığının ayarlanması ile insan faktörü (konfor, güven, ekonomiklik, v.b.) gibi parametreler iyi planlanmış ve doğru çalışan bir otobüs taşımacılığı sisteminin ana öğeleridir.

Otobüs taşımacılığı sistemi yerine getirdiği önemli ve vazgeçilmez görevlerinin yanı sıra, kent trafiği üzerinde yarattığı etki açısından da oldukça dikkatli incelenmesi gereken bir sistemdir. Özellikle yol üzeri durak noktalarının oluşturulması gerek kaldırımı kullanan yayalar, gerek bineceği otobüsü bekleyen yolcular gerekse de trafikte bir otobüs arkasında ilerlemekte olan araçlar açısından büyük bir öneme sahiptir. Bunun yanı sıra otobüs durak yerleri, şehiriçi trafiğinin en önemli unsurlarından olan sinyalizasyon kavşakları açısından da oldukça belirgin etkiler yaratmaktadır. Otobüs durakları sinyalden hemen önce, hemen sonra ya da uzak bir noktada oluşturulabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında İzmir'deki otobüs durakları ile ilgili sorunlar ele alınmıştır. Farklı arterler üzerinde bulunan otobüs durakları gözlemlenmiş, durakların etkin kullanılıp kullanılmadığı ve bu durak noktalarının genel trafik akımı üzerinde yarattığı etkiler irdelenerek, bazı çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır. Yurt dışında uygulanan ters cepli ya da genişletilmiş durak noktaları olarak tanımlanabilen "Bus Bulbs" uygulamalarının, ilimizdeki otobüs duraklarına uygulanabilirliği yine bu çalışmada bir öneri olarak ele alınmıştır. Genel trafik akımı üzerindeki etkilerin belirlenmesi amacıyla otobüs durağının hemen öncesinde ve hemen sonrasında bir sinyalizasyon kavşak bulunması durumunda, durağın kavşak performansı üzerindeki etkisi oluşturulan iki farklı senaryo yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

İZMİR'DEKİ OTOBÜS DURAKLARININ İNCELENMESİ

İlimiz genelinde otobüs duraklarını incelemek amacıyla yapılan çalışmalarda, problemleri yansıtabilecek potansiyel otobüs güzergahları seçilerek gözlemler yapılmış; aksaklıklar fotoğraf makineleri yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada gözlemler, Karşıyaka Cemal Gürsel Caddesi, Mustafa Kemal Paşa Bulvarı, Mithat Paşa Caddesi, İnönü Caddesi, Şair Eşref Bulvarı, Gazi Bulvarı ve Fevzi Paşa Bulvarı'nda yapılmıştır. Bu güzergâhlar, İzmir'in en yoğun trafiğe sahip güzergâhlarından olmalarının yanı sıra, önemli derecede yaya yükü de taşımaktadırlar.

Yapılan gözlemlerde, duraklarda otobüslerin yanaşması amacıyla oluşturulan ceplerin özel otomobiller tarafından park yeri olarak kullanıldığı görülmüştür. Özellikle kent merkezinde dükkânların ve alışveriş merkezlerinin yoğun olduğu noktalardaki duraklarda ceplerin özel otomobiller tarafından kullanılması engellenememektedir (Şekil 1). Bu cepleri etkin olarak kullanamayan otobüsler genellikle sağ şeridi işgal etmekte ve bu durum yayaların çoğunlukla yol kenarlarında inme ve binme ile bekleme yapması sonucunu doğurmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1 İnönü Caddesi Üçyol Durağı'nda Otobüs Cebine Park Etmiş Araçlar.



Şekil 2 Yolcuların Otobüs Ceplerinde Park Eden Araçlar Sebebiyle Tehlikeli İnme-Binme Yapmaları (Şair Eşref Bulvarı).

Ayrıca durak noktalarında gözlemlenen bir diğer problemde özellikle yoğun olan duraklarda bekleme yapacak yolcular için yeterli alanın ayrılmadığı ve bu yolcuların kaldırımları işgal etmek zorunda kalmalarıdır (Şekil 3). Kaldırımları kullanan yayalar için büyük sorun yaratan bu durum, durakta bekleyen yolcular için de sıkıntı yaratmakla beraber durağa yanaşan otobüs şoförlerinin yolcuları seçmesi açısından da sorun olmaktadır.



(a)

(b)

Şekil 3 Otobüs Durağında Bekleme Alanının Yetersiz Kalmasına Bir Örnek (Şair Eşref Bulvarı-İtfaiye Durağı).

Durak noktaları ile ilgili gözlemlenen bir diğer sorun da, İzmir'in farklı noktalarından gelen hatlara ait otobüslerin kent merkezinde aynı durakları ortak olarak kullanmalarıdır. Bu durum duraklarda otobüs kuyruklarının oluşmasına sebep olmakta ve hem durakta bekleyen yolcular için karışıklık yaratmakta hem de otobüslerin servis sürelerini ciddi oranlarda arttırmaktadır.



Şekil 4 Kent Merkezinde Oluşan Otobüs Kuyruklarına Bir Örnek.

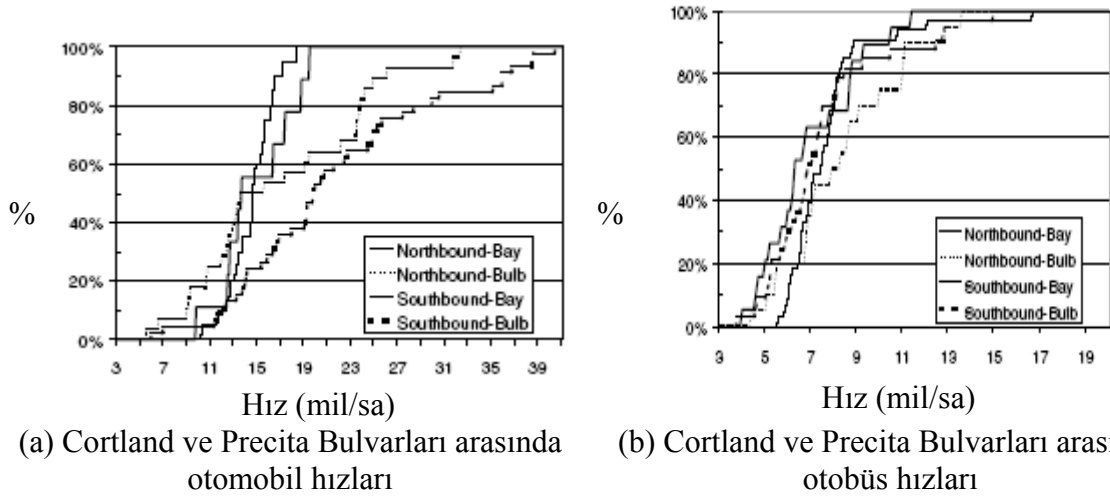
“Bus Bulbs”- Ters Cepli Durak Noktaları (Genişletilmiş Durak Noktaları)

Duraklardaki park ihlallerini önlemek ve yayalara güvenli bekleme noktaları yaratabilmek için yurt dışında “Bus Bulbs”-Ters cepli durak ya da genişletilmiş durak olarak adlandırabileceğimiz uygulamalar yapılmaktadır. (TCRP,2003,2001) “Bus Bulbs” uygulamaları durakların kaldırımlarda park şeridini kaplayacak şekilde hareket şeridine kadar uzatılması ile oluşturulmaktadır (Şekil 5).



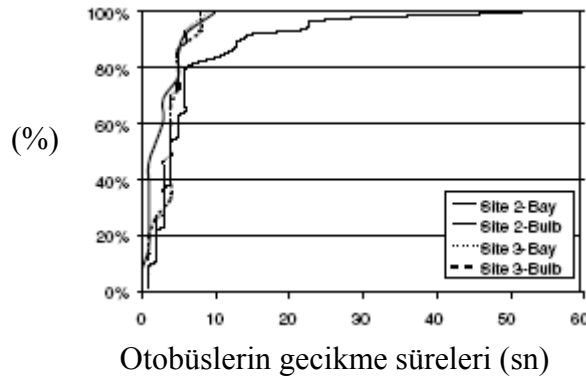
Şekil 5 Dünyadan Bazı Bus Bulbs Uygulama Örnekleri.

Yurtdışında yapılan bir Bus-Bulb uygulaması sonucunda güzergah boyunca normal taşıtlar ile otobüslerin işletme hızlarında görülen değişimler Şekil 6 (a) ve (b)'de görülmektedir (TCRP,2001).



Şekil 6 Cortland ve Precita Bulvarları arasında yapılan araç ve otobüs hız gözlem sonuçları.

Ayrıca uygulama yapılan koridor boyunca durak noktalarında gözlemlenen otobüs gecikme değerleri Şekil 7 üzerinde gösterilmiştir (TCRP,2001).



Şekil 7 Durak noktalarının gözlenen gecikme değerleri.

Grafikler üzerinde görülebileceği gibi yurt dışındaki uygulamalarda otobüslerin gecikme sürelerinde ve koridor üzerindeki hız değerlerinde ciddi bir iyileşme yaratmıştır. Bu kapsamda

genişletilmiş durak sistemlerinin uygulanabilirliğinin şehrimiz genelinde incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Otobüslerin Sinyalize Kavşak Kapasitesi Üzerindeki Etkileri

Trafik akımı içinde yer alan araçların kompozisyonu (otomobil, otobüs v.b.) şerit kapasite değerinin belirlenmesi ve kavşak kapasitelerinin hesaplanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Trafik akımında ağır araçların bulunması, akım içerisindeki araçlar arasında oluşan olumsuz etkileşimler; kavşaklarda kapasitenin düşmesi, verimlilik ölçütlerinde kötüleşmenin görülmesi gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Yol üzerindeki gecikmeler, trafik yoğunluğunun yüksek olması ve dolayısıyla araçların hızlarının ve birbirlerini geçebilme olanaklarının azalmasından ileri gelebileceği gibi, güzergah üzerindeki herhangi bir engelde (otobüs durakları gibi) araçları yavaşlatarak ve hatta durmalarını gerektirerek gecikmelerine sebep olabilir.

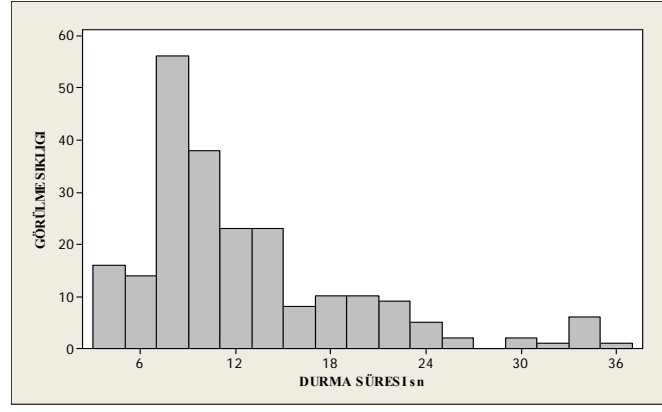
Sinyalize olmayan kavşaklarda olduğu gibi, sinyalize kavşaklarda da trafik akımı içerisinde farklı araç tiplerinin olması kavşak verimini etkilemektedir. Bir otobüs otomobilden daha geniş, daha uzun ve daha ağır olduğu için yaklaşım kolu üzerinde daha büyük bir alan kapladığı gibi, daha ağır hareket etmesi ve kalkış ivmesinin otomobillere nazaran daha düşük olması nedeniyle de trafik akımı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Canseven, 2002). Bütün bu faktörler, ağır araçların yol ve sinyal tesis verimine olumsuz etkilerde bulunmasına yol açmaktadır. Değişik araçların trafik üzerindeki etkisini daha kolay tanımlamak amacıyla bir otomobil bir birim araç olarak alınmaktadır. Mevcut trafik şartları ve yol özellikleri altında herhangi bir aracın trafik akımı içinde yerini aldığı otomobil sayısına o aracın otomobil birimi eşdeğeri denilmektedir ve literatürde kısaca PCE (Passenger Car Equivalent) olarak gösterilmektedir. Canseven (2002) tarafından, İzmir Ege Serbest Bölgesi kavşağında yapılan gözlemlerden elde edilen değişik araç tiplerine ait PCE değerleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1 ESBAŞ kavşağı için ortalama aralık ve PCE değerleri (Canseven,2002).

	Otomobil	Minibüs	Kamyon	Otobüs	Körüklü Otobüs	Tır
h(sn)	2,03	2,53	3,20	4,12	5,15	6,06
PCE	1,00	1,25	1,58	2,03	2,53	2,98

Çalışma kapsamında şehir içinde en yoğun olarak görülen ağır araç cinsi olan otobüslerin genel trafik akımı üzerindeki gecikme miktarlarına etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla otobüs duraklarının şehrimiz trafik koşullarına uygun düzenlenebilmesi ve sinyalizasyon sistemlerine olan etkisinin belirlenebilmesi için, otobüs hareketlerinin ve etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Otobüslerin şehiriçi trafiğinde yarattığı gecikme süresini belirleyebilmek amacıyla çalışma kapsamında İzmir’de farklı güzergahlarda servis yapan birçok otobüs hattı incelenmiş ve otobüslerin duraklarda yolcu indirip bindirmek için harcadıkları ortalama süre belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek olarak Cumhuriyet Meydanı-Üçkuyular (Hat No.404), Üçkuyular-İnciraltı (Hat No.480), Bostanlı-Egekent (Hat No.443), Buca Bostanlı (Hat No. 514), Bornova-Bostanlı (Hat No.330) gibi farklı uzunluk ve güzergahlardaki hatlar dikkate alınmıştır. Durma sürelerini belirlemek amacıyla otobüsün durakta durup kapıları açtığı an ve son yolcunun binip kapıların kapandığı an arasında geçen zaman kronometre yardımıyla belirlenmiştir. Ayrıca, Alçelik ve Askeroğlu (2004) tarafından yapılmış olan çalışmadaki veriler de, hesaplara dahil edilmiştir. Elde edilen durma sürelerine ait histogram Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8 Duraklara ait durma süreleri histogramı.

Şekil 8’den görülebileceği gibi duraklarda gözlemlenen durma süreleri geniş bir aralıkta değişmektedir. Bununla beraber durma sürelerinin en sık görüldüğü değer 7 saniye ile 9 saniye arasında değişmektedir. Hesaplarda kullanılmak üzere otobüslerin duraklarda yolcu indirip bindirmek amacıyla harcadığı süre 8 saniye olarak seçilmiştir.

2. Bölümde belirtildiği gibi otobüslerin duraklarda oluşturulan cepleri etkin olarak kullanamadığı düşünüldüğünde, duraklardaki duruşları sırasında sağ şeridi toplam işgal etme süreleri hesaplanırken, duraklara yaklaşma (yavaşlama) ve ayrılma (hızlanma) sürelerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu amaçla aracın körüklü otobüs ya da otobüs olmasına bağlı olarak hızlanma ve durma ivmeleri hesaplanarak, araçların ortalama hızlanma ve durma süreleri belirlenmiştir (Tablo 2). Hesaplamalarda araçların ortalama uzunluk değeri, ağırlığı ve motor gücü gibi parametrelerden yararlanılmış; Akçelik ve Besley (2001) tarafından önerilen yönteme göre hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 2 Otobüs tipine bağlı olarak hızlanma-yavaşlama ivme ve süreleri.

	$a_{\text{hızlanma}}(\text{m/sn}^2)$	$a_{\text{yavaşlama}}(\text{m/sn}^2)$	$t_{\text{hızlanma}}(\text{sn})$	$t_{\text{yavaşlama}}(\text{sn})$	$t_{\text{toplam}}(\text{sn})$
Otobüs	3,4	3,1	5,8	6,4	12,2
Körüklü Otobüs	3,1	3,0	6,3	6,6	12,9

Tablo 2’de belirtildiği gibi otobüslerin durağa yanaşmaları ve hızlanarak duraktan ayrılmaları yaklaşık olarak 13 saniye civarında gerçekleşmektedir. Durakta yolcu indirip-bindirmek amacıyla kaybettiği 8 saniye de göz önüne alındığında otobüsler durakta durmaları sebebiyle, arkalarından gelen araç için yaklaşık 21 saniyelik bir gecikmeye sebep olmaktadır. Bu sebeple otobüs duraklarının yerlerinin seçimi genel trafik akımı üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle durağın herhangi bir kavşak noktasına yakın olması durumunda akım üzerinde yaratacağı etki daha da büyük olacaktır.

Elde edilen gecikme değerleri dikkate alınarak, iki farklı senaryo oluşturulmuş ve bu senaryolar yardımıyla kavşaktan hemen önce ve hemen sonra bir otobüs durağının teşkil edilmesi durumunda akım üzerinde yaratacağı gecikme değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Otobüslerin duraklarda durmaları sırasında akım üzerinde yarattığı gecikme miktarı hesaplanırken araştırma kapsamında bulunan duraklardaki toplam kayıp miktarı olan 21 saniye dikkate alınmıştır.

Hesaplamalar sırasındaki genel yaklaşım, sinyalde kırmızı ışığın yanması ile birlikte 6 adet aracın kuyruk oluşturduğu ve bu kuyruktaki araçların 1.durumda (baz durum) hepsinin

otomobil olduğu şeklindedir. Diğer 6 farklı durum, kuyruktaki araçlardan ilkinin otobüs diğerlerinin otomobil olması, ikincisinin otobüs diğerlerinin otomobil olması, üçüncüsünün otobüs diğerlerinin otomobil olması, dördüncüsünün otobüs diğerlerinin otomobil olması, beşincisinin otobüs diğerlerinin otomobil olması, altıncısının otobüs ve öndekilerin otomobil olması şeklinde oluşturulmuştur. Bu farklı kombinasyonlar yardımı ile kavşak noktasından hemen önce ve hemen sonra otobüs durağının bulunması durumunu inceleyen iki senaryo oluşturulmuştur.

İlk senaryoda sinyalizasyon sisteminden hemen sonra bir durak noktasının bulunduğu düşünülmüştür. Yeşil ışığın yanmasıyla araçların harekete geçtikleri ve otobüsün 6 araçlık kuyruğun farklı noktalarında bulunması durumunda tüm kuyruk araçları üzerinde ve kendisinden sonra yerleşmiş olan araçlar üzerinde yarattığı ortalama gecikme değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3 Sinyalden sonra otobüs durağının bulunması durumunda gecikme değerleri.

	Tüm Araçlar İçin Ortalama Gecikme(sn)	Otobüsten Sonraki Araçlar İçin Ortalama Gecikme (sn)
Baz Durum (Tüm araçlar otomobil)	1,97	–
1.Durum (1. Araç Otobüs)	5,80	6,17
2.Durum (2.Araç Otobüs)	5,62	7,23
3.Durum (3.Araç Otobüs)	5,62	8,98
4.Durum (4. Araç Otobüs)	5,62	12,49
5.Durum (5. Araç Otobüs)	5,62	33,71
6.Durum (6.Araç Otobüs)	2,15	–

İkinci senaryoda sinyalizasyon sisteminden hemen önce bir durak noktasının bulunduğu düşünülmüştür. Tüm araçlar için otobüsün yarattığı gecikme değerleri hesaplanırken, otobüslerin yeşil ışıkta yolcu indirip-bindirdikleri düşünülmüştür. Farklı sinyalizasyon süreleri için bu değerlerin değişebileceği düşünülmelidir. Otobüsün yeşil sürenin başında durağa gelmesi durumunda kendisinden sonra gelecek olan araçlar için yaratacağı gecikme değerleri yine otobüsün kuyrukta bulunma yerine göre arkasındaki araçlar için ortalama olarak verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4 Sinyalden önce otobüs durağının bulunması durumunda gecikme değerleri.

	Tüm Araçlar İçin Ortalama Gecikme(sn)	Otobüsten Sonraki Araçlar İçin Ortalama Gecikme (sn)
Baz Durum (Tüm araçlar otomobil)	1,97	–
1.Durum (1. Araç Otobüs)	5,83	5,83
2.Durum (2.Araç Otobüs)	5,84	6,60
3.Durum (3.Araç Otobüs)	5,84	7,77
4.Durum (4. Araç Otobüs)	5,84	9,70
5.Durum (5. Araç Otobüs)	5,84	13,57
6.Durum (6.Araç Otobüs)	5,80	–

Yapılan hesaplamalar sonucunda “baz” durumlar ve otobüs durağının sinyale göre yerleşme şekli göz önüne alındığında trafik akımı üzerinde sinyalden hemen sonra bir durak noktasının bulunmasının önce bulunmasından oldukça farklı ve negatif yönde etki yarattığı görülmüştür.

Bu durum sinyale yakın noktada durak bulunmaması durumu ile karşılaştırılacak olursa fark daha da iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca, bazı otobüslerin kırmızı ışıkta durağa gelebileceği (otobüsün kuyruktaki ilk araç olma durumu) veya bazı şoförlerin kırmızı ışıkta dururken, durağa gelmese bile yakın olduklarını düşünerek kırmızı ışıkta durduğu sürede yolcularını indirip-bindirdiği göz önüne alındığında, gecikme değerlerinin farklı olabileceği düşünülmelidir. Bunun sonucunda durak noktalarının sinyalden mümkün oldukça uzak noktalarda yerleşik olması gerektiği; ancak mutlaka bir durak oluşturulması gerekiyorsa bunun sinyal noktasından önce teşkil edilmesinin daha uygun olacağı anlaşılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında İzmir'deki otobüs duraklarının kullanımı ve durak noktalarının genel trafik akımı üzerinde yarattığı etkiler, farklı arterler ve güzergahlar dikkate alınarak incelenmiştir.

- Yapılan incelemeler sonucunda kent genelinde durak noktalarında oluşturulan yavaşma ceplerinin genellikle özel otomobiller tarafından park amaçlı kullanıldığı ve otobüsler tarafından etkin olarak kullanılmadığı görülmüştür.
- Yurt dışında uygulanan genişletilmiş durak noktaları olarak tanımlanabilen “Bus Bulbs” uygulamalarının, kentteki otobüs duraklarına uygulanabilirliği yine çalışma kapsamında bir öneri olarak ele alınmıştır. Bazı sorunlu noktalarda uygulanabileceği düşünülen genişletilmiş durak noktası yöntemiyle, ceplerdeki parklaşmaların önüne geçilebilecek ve zaten otobüsler tarafından efektif olarak kullanılmayan bu ceplerin oluşturduğu düzensizlikler ortadan kaldırılabilir. Aynı zamanda genişletilmiş durak sistemiyle durakta bekleyen yolcuların daha güvenli bir şekilde beklemeleri, otobüslere inip- binmelerinin daha konforlu biçimde gerçekleştirilmesi sağlanacak ve kaldırımı kullanan yayalar ile otobüs bekleyen yolcular arasındaki kargaşa en aza indirilebilecektir.
- Ayrıca çalışmada, durakların genel trafik akımı üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek amacıyla otobüslerin duraklardaki bekleme ve yavaşma-ayırılma süreleri hesaplanmıştır. Bu değerler, durak noktasına yakın mesafede bir sinyalizasyon kavşak bulunması durumunda, durağın kavşak kapasitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda otobüs duraklarının sinyalizasyon sistemlerinden mümkün olduğunca uzakta teşkil edilmesinin, ancak sinyale yakın noktada durak oluşturma zorunluluğunun bulunduğu durumlarda ise durağın sinyalden önce yerleştirilmesinin daha uygun olacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Canseven, G. (2002) Ağır Araç Oranının Sinyalize Kavşak Kapasitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tez, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Akçelik, R. & M. Besley (2001) Acceleration and deceleration models. 23rd Conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR 2001), Monash University, Melbourne, Australia, 10-12 December 2001.

ESHOT Genel Müdürlüğü Web Sayfası (2006) “2006 Yılı Sayısal Profili”, http://www.eshot.gov.tr/f-sayisal_profil.htm

Transportation Research Board Washington, D.C. (2003) Transit Cooperative Research Program. TCRP Report 100. Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition.

Transportation Research Board – National Research Council National Academy Press Washington, D.C. (2001) Transit Cooperative Research Program. TCRP Report 65. Evaluation of Bus Bulbs.