

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/335001208>

İstanbul'da Minibüslerin Yolcu İndirme-Bindirme Sürelerinin İncelenmesi

Conference Paper · December 2015

CITATIONS

0

READS

42

4 authors, including:



Gürcan Sarısoy

Yalova Üniversitesi

11 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE



Ayşe Polat

Yalova Üniversitesi

7 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

SEE PROFILE



Zeliha Çağla Çağlar Kuyumcu

Sakarya University

14 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

SEE PROFILE

İSTANBUL'DA MİNİBÜSLERİN YOLCU İNDİRME-BİNDİRME SÜRELERİNİN İNCELENMESİ

Gürcan Sarısoy¹, Ayşe Polat², Zeliha Çağla Çağlar³, Kemal Selçuk Öğüt⁴

ÖZET

Toplu taşıma sistemleri ile trafik yoğunluğunun azaltılması istenmesine karşın, özellikle kendine ayrılmış özel yolu olmayan minibüs ve otobüslerin yolcu indirme ve bindirme amacıyla dur kalk yapımları trafik akımını olumsuz etkilemektedir. Yolcu iniş binişlerinde kaybedilen süre temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Birincisi; aracın durması için geçen süre, ikincisi; kapıların açılıp yolcunun iniş binişi için geçen süre, üçüncüsü ise aracın hızlanması için geçen süredir. Bu çalışma kapsamında minibüslerin yolcu indirme ve bindirme için durdukları süre incelenecektir. Örnek olarak İstanbul'da seçilecek iki minibüs hattında, minibüslerin yolcu iniş binişi için kaç kere durduğu, bu duruşların her birinin ne kadar sürdüğü, bu sırada kaç kişinin inip bindiği ve minibüsteki yolcu sayısı gözlenmiştir. Gözlenen değişkenler yardımıyla minibüslere yolcu iniş biniş süreleri için bir matematik model oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yolcu indirme-bindirme süresi, toplu taşıma, minibüs hattı

¹ Gürcan Sarısoy, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
gurcansarisoy@gmail.com

² Ayşe Polat, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
ayysepolat@gmail.com

³ Zeliha Çağla Çağlar, Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, Yalova, Türkiye
caglacaglar91@hotmail.com

⁴ Kemal Selçuk Öğüt, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye oguts@itu.edu.tr

GİRİŞ

Günden güne artan özel araç kullanımı trafiği olumsuz etkilemekte, bu sorunun çözümünde devreye toplu taşıma sistemleri girmektedir. Toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi kadar kullanımının özendirilmesi de önem taşımaktadır. Şehir içi toplu taşıma sistemleriyle daha fazla insanın daha az araçla taşınabilmesi sağlanmakta, böylece trafik yoğunluğu azaltılabilmektedir.

Toplu taşıma sistemlerinin trafik üzerinde olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Kendine ayrılmış özel yolu bulunmayan toplu taşıma araçlarının yolcu indirme ve bindirme amacıyla durmaları bu olumsuz etkilerden biridir. Yolcu iniş binişlerinde kaybedilen süre temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Birincisi aracın durması için geçen süre, ikincisi kapıların açılıp yolcunun iniş binişi için geçen süre, üçüncüsü ise aracın hızlanması için geçen süredir. Otobüsler yalnızca belirlenmiş duraklarda durmalarına karşın minibüsler yalnızca duraklarda durmayıp geliş güzel durmaktadırlar. Minibüsler hat boyunca, yolcu indirme bindirme amacıyla çok kez dur kalk yapmaktadırlar. Durma sayısı arttıkça minibüsün yolculuk süresi artmakta, ortalama yolculuk hızı azalmaktadır. Ayrıca bu dur kalklar diğer taşıt trafiğini olumsuz etkilemekte ve ek çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Yolcu indirme ve bindirme süresi birçok değişkenden etkilenmektedir. Bunlardan bazıları; aracın özellikleri, yolculuk zamanı, aracın durma noktası, hava şartları, yolcu ve sürücü özellikleridir. Bu çalışmada, İstanbul ilinde belirlenmiş iki minibüs hattında yolculuk zamanı, bölgesel değişiklikler ve araç özelliklerinin (basamaklı ve basamaksız giriş) yolcu indirme bindirme süresi üzerinde etkisi değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, yolcu indirme bindirme süresi ile inen binen yolcu arasındaki ilişki için matematiksel model oluşturulmuştur.

Bildiri kapsamında minibüslerin yolcu indirip bindirmek için durdukları süre İstanbul'daki iki minibüs hattında incelenmiş olup, yolculuk boyunca minibüslerin yolcu indirip bindirmek için kaç kez durdukları ve her durduklarında ne kadar süre harcadıkları kaydedilmiştir. Farklı bölgelerde yer alan bu iki minibüs hattı araç özelliklerine göre basamaklı–basamaksız giriş, çalışma saatlerine göre de zirve içi-zirve dışı olarak ayrılmıştır. Bu bağlamda incelenen durumlar arasında yolcu indirme bindirme sürelerinin değişimleri incelenmiş ve yapılan incelemeler sonucunda yolcu iniş biniş süreleri için bir matematik model oluşturulmuştur.

YOLCU İNDİRME-BİNDİRME SÜRELERİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

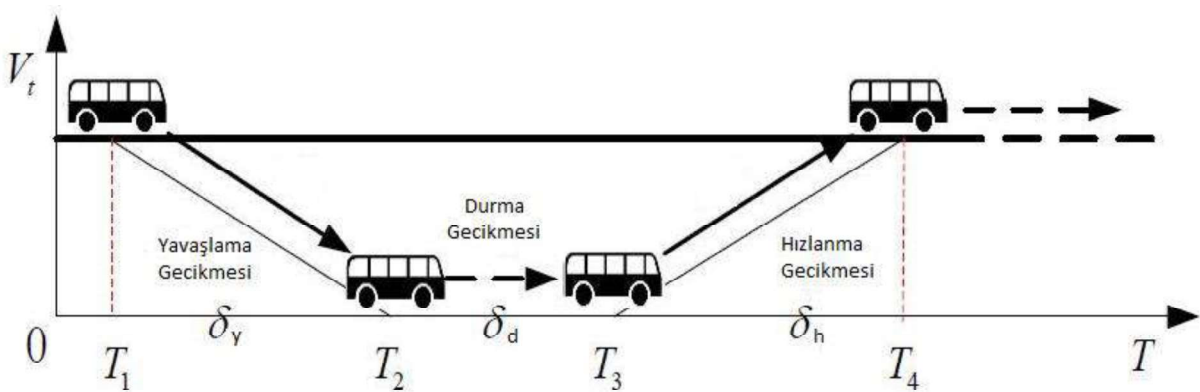
Saha çalışmalarıyla veri toplamak maliyet ve zaman gerektirdiğinden, otobüs yolcu indirme bindirme üzerine yapılmış çalışmalar genellikle bölge bazlı ve amaca yöneliktir. 1974'te yapılan çalışmada otobüslerde yolcu indirme süresini, ödemenin araç içinde yapıldığı durumlarda 2 sn artı her bir binen yolcu için 4,5 sn şeklinde olup, araç dışı ödemelerde 1,5 sn artı her bir binen yolcu için 1,9 sn şeklindedir [1]. 1983'de toplu taşıma yolculuk süresi performansı üzerine yapılan çalışmada, otobüslerde yolcu indirme bindirme süresi 5 sn artı her binen ya da inen yolcu için 2,75 sn olarak tanımlanmıştır [2]. Aynı yıl yapılan başka bir çalışmada, otobüslerde yolcu indirme bindirme süresi her bir duruş için 10-20 sn artı her binen ya da inen yolcu için 3-5 sn şeklindedir [3]. Ancak, yolcu indirme bindirme süresini etkileyen birçok unsur düşünüldüğünde (bilet ücretini ödeme şekli, basamak varlığı, kapı sayısı vs.) ve incelenen hat sayısının küçüklüğü de eklendiğinde oluşturulan modeller zayıf kalabilmektedir. 1988'de yapılan araştırmada yolcu indirme bindirme süresi ile yolcu topluluğunun kontrolü ve bilet ücretini ödeme yapıları arasındaki ilişki incelenmiştir [4]. 1992 yılında yapılan çalışmada, yolcu indirme bindirme süresinin modeli inen, binen ve ayaktaki yolcuları içeren bir denklem olarak sunulmuştur. Daha sonra bu denklem hafif raylı sistemlere de uyarlanmıştır [5]. 2004 yılında otobüslerde sabah zirve içinde tek yönlü olarak geliştirilen modelde, yolcu indirme bindirme için durma sayıları ve inen binen sayıları tahmin edilerek yolcu indirme bindirme süresi analizi yapılmıştır [6-7]. Tablo 1'de yolcu indirme bindirme süresi üzerinde dünyada yapılmış bazı çalışmalar görülmektedir.

Tablo 1. Yolcu İndirme Bindirme Süresi Üzerine Dünyada Yapılmış Çalışmalar[8]

| Yer | Araç Tipi | Kayıp Zaman (sn) | İnme Süresi (sn/yolcu) | Binme Süresi (sn/yolcu) |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Tahran, İran | 2 ya da 3 kapılı otobüs | 12 | 0,99-1,04 | 1,64-2,00 |
| Portland, USA | Otobüs | 5,14 | 1,7 | 3,48 |
| Santiago, Chile | 2,3 ya da 4 kapılı otobüs, metro | Metro: 3,24 Otobüs:8,04-9,32 | Metro: 0,70 Otobüs:1,39-3,32 | Metro: 1,13 Otobüs:2,05-6,04 |
| Michigan, USA | 1 kapılı otobüs | 2,25 | 1,81 | 5,66 |
| New Jersey, USA | Otobüs | 1,32-5,99 | 1,93-4,63 | 4,65-6,91 |
| London and Exeter, UK | 1 ya da 2 kapılı otobüs | 2,38-8,26 | 0,99-2,94 | 2,74-8,87 |

YOLCU İNDİRME SÜRESİNİN HESAPLANMA YÖNTEMLERİ

Yolcu indirme bindirme süresi bir otobüsün yolcularına hizmet vermek için durduğunda harcadığı zaman olarak tanımlanır [9]. Şekil 1’de bir toplu taşıma aracının yolcu indirme bindirme amacıyla yaptığı araç hareketinin süreci görülmekte olup, yolcu indirme bindirme süresi T_1 - T_4 arasında geçen süre olarak ifade edilmektedir.



Şekil 1. Yolcu İndirme Bindirme Sırasındaki Hareket Süreci [10]

Yolcu indirme ve bindirme süresi otobüslerde toplam yolculuk süresinin %26'sına kadar kapladığı düşünüldüğünde, bu süresi etkileyen unsurların anlaşılması önemlidir. Bu unsurları daha iyi anlayarak, toplu taşıma işletmecilerine yolcu indirme bindirme sürelerinin azaltılması için yardım eden değişiklikler sunulabilir

[11]. Yolcu indirme bindirme süresini etkileyen beş ana etken olup, bunlar; yolcu inme binme talebi, durak alanı, ücret ödeme işlemi, araç tipi, araç içinde dolaşımdır [12].

Otobüs yolcu indirme bindirme sürelerinin öngörülmesi için üç yöntem kullanılabilir. Bunlar saha çalışması, olağan değer ve hesaplama yöntemidir. Saha çalışması yöntemi mevcut bir otobüs hattında daha doğru sonuç vermektedir. Bu yöntemde ortalama bekleme süresi ve standart sapma hesaplanır. Sahada yapılan gözlemler sonucunda elde edilmesi gereken veriler özellikle: her bir araç için tanımlayıcı özellikler, yolcu indirme bindirme süresi, binen ve inen yolcu sayısıdır. Yolcu talebindeki dalgalanma otobüs özelliklerine ve geçkiye bağlıdır. Olağan değer yöntemi planlama ya da binen inen yolcu hacimleri belli değilse kullanılır. Hesaplama yöntemi binen inen yolcu hacimlerinin belli olması durumunda bekleme süresinin öngörülmesi için uygundur [12-13].

ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEM

Çalışmada, ilk olarak minibüslerin, yolcu indirme bindirme için durduklarında ortalama ne kadar süre harcadıkları belirlenmiştir. Bu sürelerin dağılımı, çizilen histogramlar yardımıyla görülmektedir. İkinci olarak “yolculuk zamanı” (zirve saati, zirve saat dışı), “bölgesel değişiklikler”, “inen binen sayısı” değişkenlerinin bu süreyi etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Bu incelemede ANOVA, t-testi ve regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır.

SAHA ÇALIŞMASI

Çalışma iki minibüs hattında yapılmış olup bu hatlar Bağcılar-Bakırköy ve Beşiktaş- Sarıyer hatlarıdır. Bu hatların her birinde dördü zirve saat, dördü zirve dışı saat olmak üzere toplam sekizer kez hattın bir ucundan diğer ucuna gidilerek gözlemler yapılmıştır. Gözlemler 08.09.2015-25.10.2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Gözlemler video çekimiyle kaydedilmiş, daha sonra görüntüler incelenerek yolcu indirme bindirme sayısı ve süresi, başlangıçtaki yolcu sayısı, binen ve inen yolcu sayısı, son durakta araçta bulunan yolcu sayısı kaydedilmiştir.

Ortalama Yolcu İndirme-Bindirme Süreleri

Tablo 2’de gözlem yapılan iki hatta ortalama yolculuk süresi, inen binen sayısı, yolcu indirme bindirme için durma sayısı, bir duruşta kaybedilen ortalama süre görülmektedir. Yolcu indirme bindirme sürelerinin dağılımı Şekil 2’de görülmektedir.

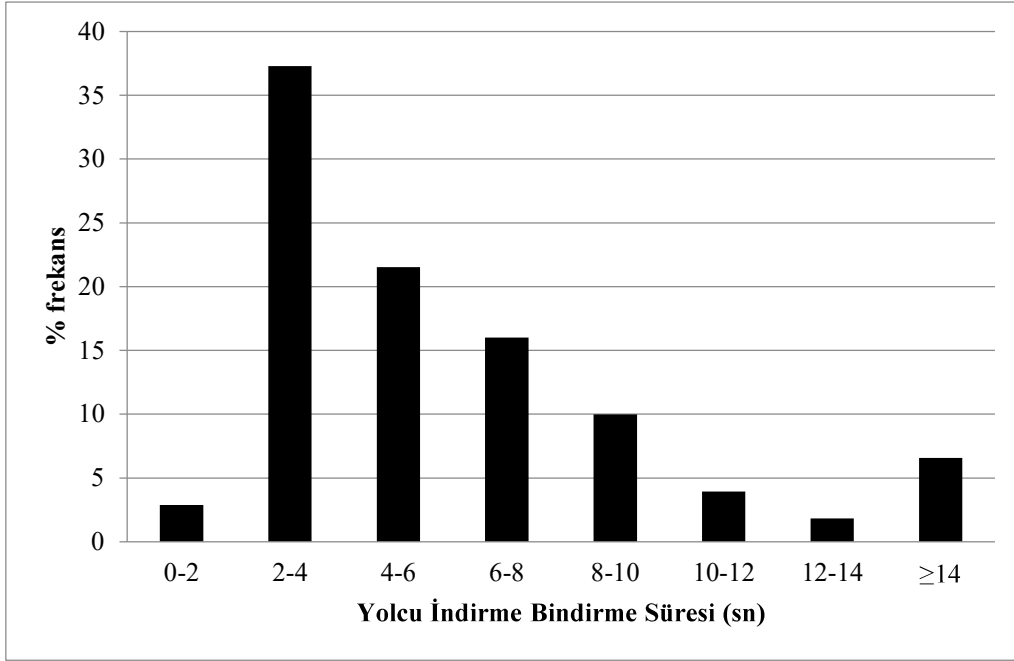
Tablo 2. İncelenen Minibüs Hatlarının Özelliklerine Göre Gözlem Bilgileri

| Hat | Yolculuk Zamanı | Uzunluk (km) | Ort. Yolculuk Süresi | İnen Binen Sayısı ¹ | Durma Sayısı ² | İndirme-Bindirme Süresi (sn) ³ |
|-------------------|-----------------|--------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------|---|
| Bağcılar-Bakırköy | Zirve İçi | 6,7 | 34 dk 23 sn | 42 | 24 | 6,2 |
| | Zirve Dışı | 6,7 | 20 dk 52 sn | 21 | 14 | 4,4 |
| Beşiktaş-Sarıyer | Zirve İçi | 18,0 | 55 dk | 81 | 32 | 7,3 |
| | Zirve Dışı | 18,0 | 44 dk 40 sn | 53 | 24 | 5,6 |

¹: Sefer başına ortalama

²: Yolcu indirme-bindirme için sefer başına ortalama

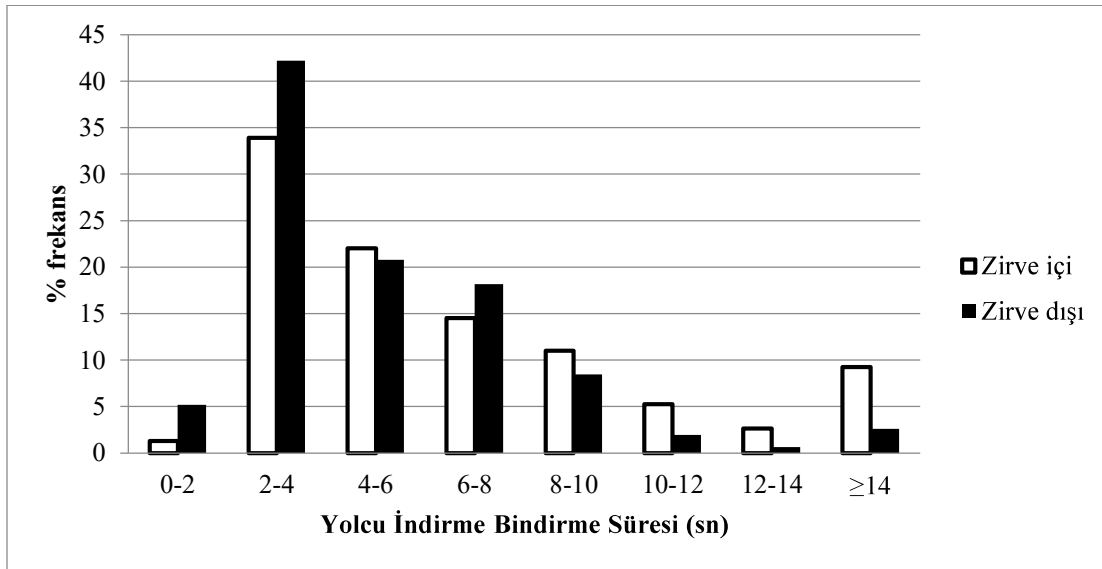
³: Yolcu indirme-bindirme için bir duruşta kaybedilen ortalama süre(sn)



Şekil 2. Yolcu İndirme Bindirme Sürelerinin Dağılımı

Yolculuk Zamanının Yolcu İndirme Bindirme Süresine Etkisi

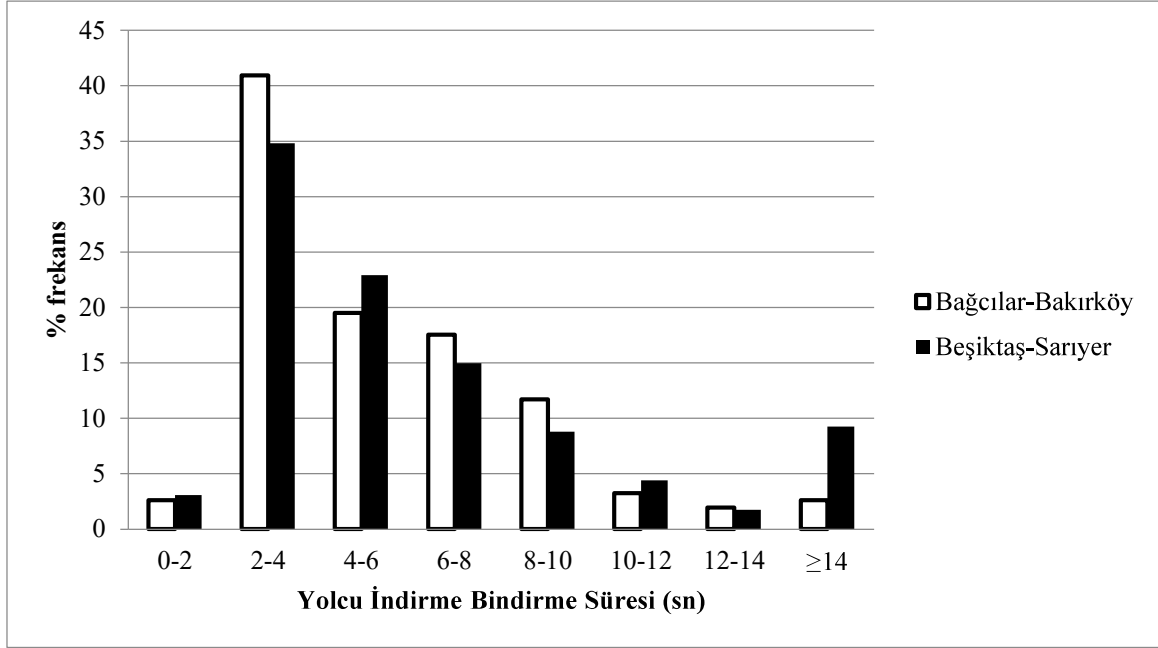
Minibüslerde zirve saatte gözlemlenen yolcu indirme bindirme sürelerinin ortalaması 6,82 sn, standart sapması 5 sn olup; zirve dışı saatte ortalama 5,14 sn, standart sapma 3,83 sn değerindedir. Zirve içi ve zirve dışı olarak ikiye ayrılan yolcu indirme bindirme süreleri üzerinde t testi uygulanmıştır. Hesaplanan t değeri 3,69 olup, %10 anlamlığa göre t sınır değeri 1,65'ten büyük olduğundan bu iki grubun aynı toplumdaki gelmedikleri görülmüştür. Yolcu indirme bindirme sürelerinin zirve içi ve zirve dışındaki dağılımı Şekil 3'de histogramda görülmektedir.



Şekil 3. Yolcu İndirme Bindirme Sürelerinin Zirve İçi ve Zirve Dışındaki Dağılımı

Bölgenin Yolcu İndirme Bindirme Süresine Etkisi

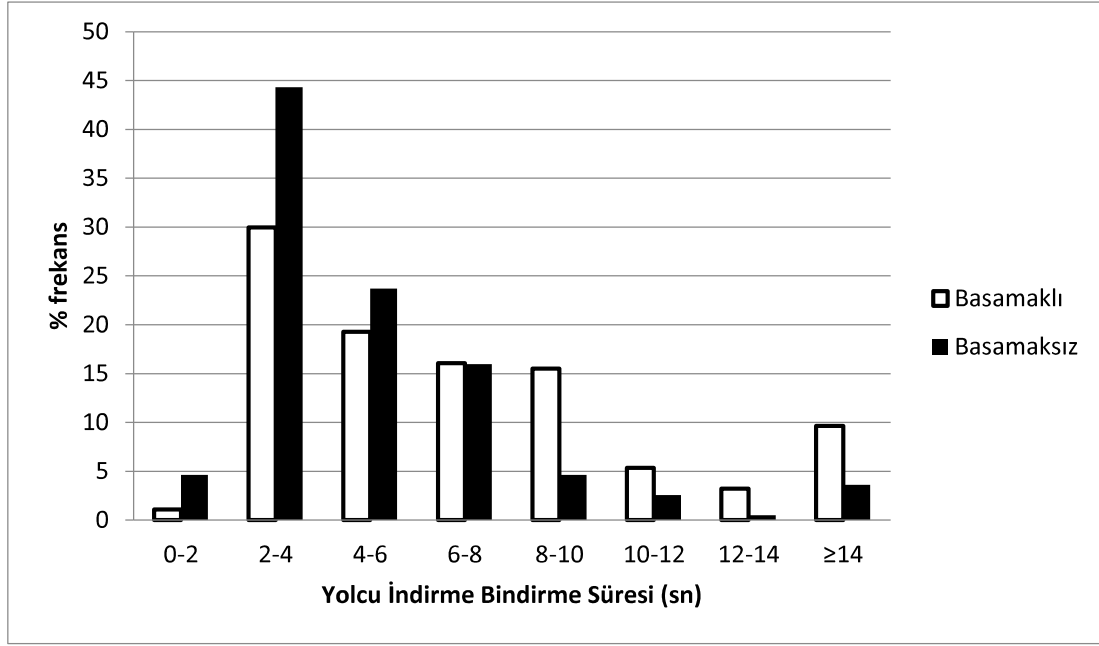
Bağcılar-Bakırköy minibüs hattında gözlemlenen yolcu indirme bindirme sürelerinin ortalaması 5,51 sn, standart sapması 3,31 sn olup; Beşiktaş-Sarıyer minibüs hattında ortalama 6,57 sn, standart sapma 5,31 sn değerindedir. Bu iki minibüs hattında gözlemlenen yolcu indirme bindirme süreleri üzerinde t testi uygulanmıştır. Hesaplanan t değeri -2,39 olup, %10 anlamlığa göre t sınır değeri 1,65'ten mutlakça büyük olduğundan bu iki grubun aynı toplumdandır gelmedikleri görülmüştür. Yolcu indirme bindirme sürelerinin Bağcılar-Bakırköy ve Beşiktaş-Sarıyer minibüs hatlarındaki dağılımı Şekil 4'de histogramda görülmektedir.



Şekil 4. Yolcu İndirme Bindirme Sürelerinin Bağcılar-Bakırköy ve Beşiktaş-Sarıyer Minibüs Hatlarındaki Dağılımı

Minibüsteki Basamağın Yolcu İndirme Bindirme Süresine Etkisi

Basamaklı minibüslerde gözlemlenen yolcu indirme bindirme sürelerinin ortalaması 7,20 sn, standart sapması 5,11 sn olup; basamaksız minibüslerde ortalama 5,12 sn, standart sapma 1,49 sn değerindedir. Basamaklı ve basamaksız minibüsler olarak ikiye ayrılan yolcu indirme bindirme süreleri üzerinde t testi uygulanmıştır. Hesaplanan t değeri 4,46 olup, %10 anlamlığa göre t sınır değeri 1,65'ten büyük olduğundan bu iki grubun aynı toplumdandır gelmedikleri görülmüştür. Yolcu indirme bindirme sürelerinin basamaklı ve basamaksız minibüslerde dağılımı Şekil 5'de histogramda görülmektedir.

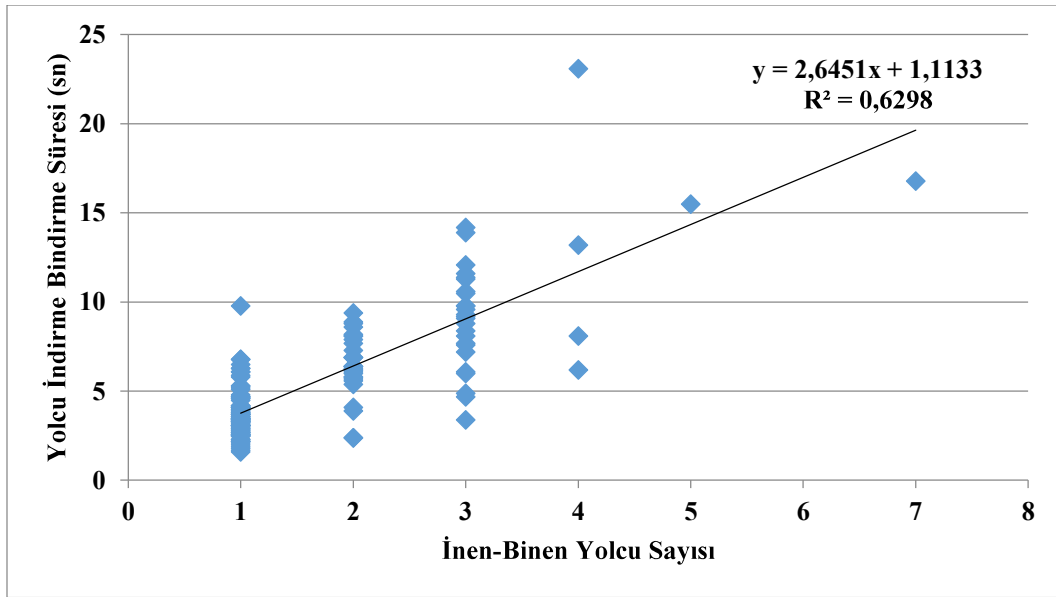


Şekil 5. Yolcu İndirme Bindirme Sürelerinin Basamaklı ve Basamaksız Minibüslerde Dağılımı

Toplam İnen Binen Sayısının Yolcu İndirme Bindirme Süresine Etkisi

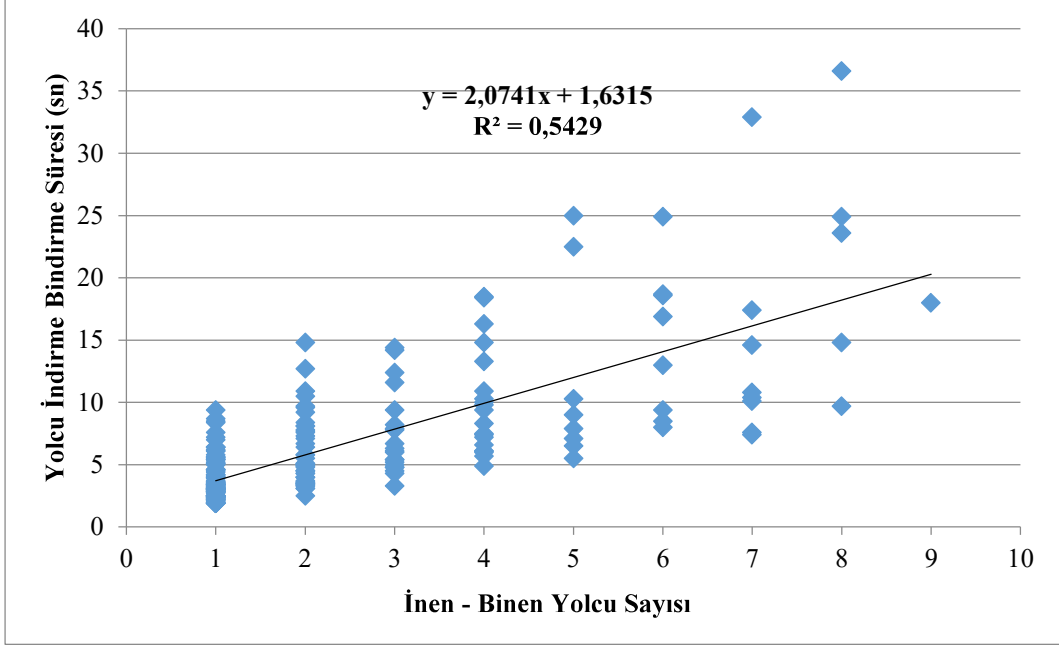
Toplam inen binen sayısının, durma süresini etkileyip etkilemediği Anova testi ile sınanmıştır. Hesaplanan F değeri 62,39 olup, %10 anlamlılığa göre F sınır değeri 1,69'dan büyük olduğundan toplam inen binen sayısının durma süresini etkilediği görülmüştür.

Bağcılar-Bakırköy ve Beşiktaş-Sarıyer minibüs hatlarının yolcu indirme ve bindirme süreleri ile inen binen yolcu sayısı arasındaki ilişki Şekil 6-7'de gösterilmektedir. Bu iki minibüs hattının verileri birleştirilerek elde edilen yolcu indirme ve bindirme süreleri ile inen binen yolcu sayısı arasındaki ilişki Şekil 8'te gösterilmektedir.

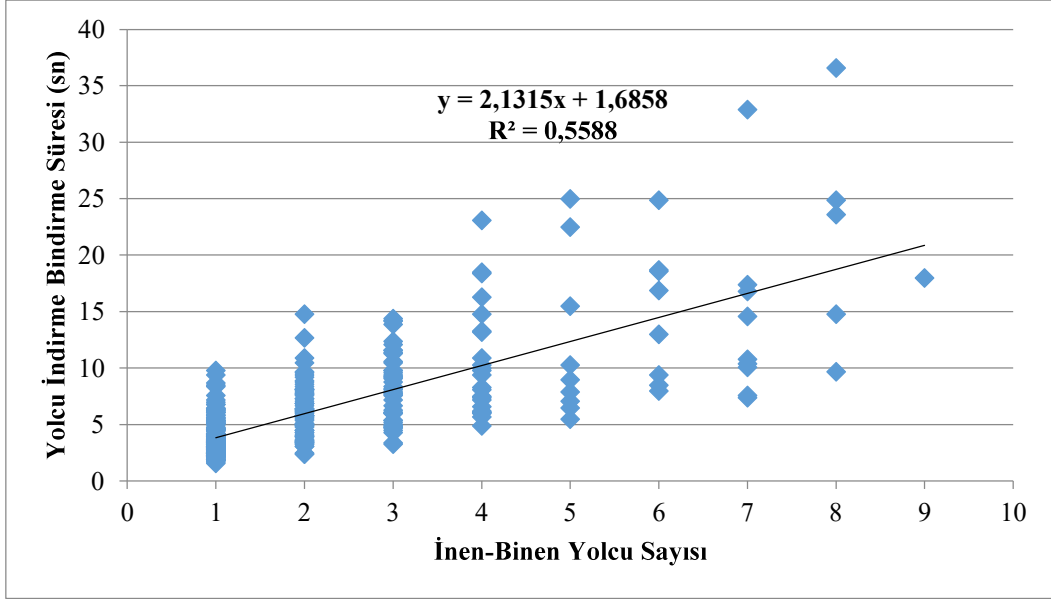


Şekil 6. Bağcılar-Bakırköy Minibüs Hattı Yolcu indirme Bindirme Süresi ile

İnen-Binen Yolcu Sayısı Arasındaki İlişki



Şekil 7. Beşiktaş-Sarıyer Minibüs Hattı Yolcu indirme Bindirme Süresi ile İnen-Binen Yolcu Sayısı Arasındaki İlişki



Şekil 8. Gözlemlenen İki Minibüs Hattının Yolcu indirme Bindirme Süresi ile İnen-Binen Yolcu Sayısı Arasındaki İlişki

SONUÇLAR

Otobüslerde yolcu indirme bindirme süresi üzerine birçok çalışma yapılmasına karşın, literatürde minibüslerde yolcu indirme bindirme süresi üzerine yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Mevcut minibüs hatlarında yapılan bu inceleme, aynı geçkiyi kullanan otobüslerle farklı açılardan karşılaştırılma olanağı sağlamaktadır. Bu bağlamda, Bağcılar-Bakırköy minibüs hattıyla geçkisi çakışan bir otobüs hattına bakıldığında, otobüslerin 16 durakta durabileceği, minibüslerin ise yapılan gözlemler sonucunda durma sayısının ortalama 19 olduğu görülmektedir. Bu durum Beşiktaş- Sarıyer otobüs hattı için 33 durakta durma, minibüslerde ise ortalama 28 durma şeklindedir.

Gözlemlenen iki minibüs hattında toplam yolcu indirme ve bindirme süresi zirve içinde toplam yolculuk süresinin %7'sini, zirve dışında %5'ini oluşturmaktadır.

Bağcılar-Bakırköy minibüs hattında sırasıyla zirve içi ve zirve dışı durumda, ortalama yolculuk süresi 34 dk 23 sn'den 20 dk 52 sn'ye, sefer başına ortalama inen binen sayısı 42 kişiden 21 kişiye, durma sayısı 24'ten 14'e, ortalama yolcu indirme bindirme süresi 6,2 sn'den 4,4 sn'ye düşmüştür.

Beşiktaş-Sarıyer minibüs hattında da sırasıyla zirve içi ve zirve dışı durumda, ortalama yolculuk süresi 55 dk'dan 44 dk 40 sn'ye, sefer başına ortalama inen binen sayısı 81 kişiden 53 kişiye, durma sayısı 32'den 24'e, ortalama yolcu indirme bindirme süresi 7,3 sn'den 5,6 sn'ye düşmüştür. Bu bağlamda zirve dışı saatte toplam yolculuk süresi, sefer başına ortalama inen binen sayısı ve durma sayısı, yolcu indirme bindirme için bir duruşta kaybedilen ortalama süre azalmış olup, sefer başına ortalama hız artmıştır.

Bağcılar-Bakırköy ve Beşiktaş-Sarıyer minibüs hatlarında yolcu indirme bindirme süresi ve inen binen yolcu sayısı arasındaki ilişki, doğrusal regresyon yöntemiyle modellenmiştir. Geliştirilen modelde belirlilik katsayısı 0,5588 olarak bulunmuştur.

İstanbul'da iki minibüs hattında yolcu indirme bindirme süresi, “yolculuk zamanının etkisi”, “bölge etkisi”, “minibüsteki basamak etkisine” göre incelenmiştir. Yapılan t testi sonuçlarına göre %10 anlamlılık düzeyinde, bu üç değişkenin yolcu indirme bindirme süresi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bütün yolcu indirme bindirme sürelerinin toplam inen binen yolcu sayısına göre değiştiği yapılan Anova testi ile belirlenmiştir.

İlerleyen çalışmalarda bu üç etkinin dışında, hava şartları, yol durumu, ayakta duran yolcu sayısının da minibüslerde yolcu indirme bindirme süresi üzerine etkisi incelenebilir. Örneklem sayısı büyütülerek İstanbul'da işletilmekte olan minibüs hatlarını daha iyi temsil edecek modeller oluşturmak mümkündür. Aynı geçkiyi kullanan otobüs ve minibüs hatlarında gözlemler yapılarak ortalama yolculuk süresi, sefer başına ortalama inen binen sayısı, durma sayısı, ortalama yolcu indirme bindirme süresi gibi açılardan bu ulaştırma sistemlerinin birbirleriyle karşılaştırılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Kraft W. and T. Bergen. 1974, Evaluation of passenger service times for street transit systems, Transportation Research Record, 505, 13-20.
- [2] Levinson, H. S., 1983, Analyzing transit travel time performance, Transportation Research Record, 915, 1-6.
- [3] Guentner, R. P. and K. C. Sinha. 1983, Modeling bus delays due to passenger boardings and alightings, Transportation Research Record, 915, 7-13.
- [4] Guentner, R. P. and K. Hamat. 1988, Transit dwell time under complex fare structure, Transportation Engineering Journal of ASCE, 114 (3), 367-379.
- [5] Lin T. and N. H. Wilson. 1992, Dwell time relationships for light rail systems, Transportation Research Record, 1361, 287-295.
- [6] Bertini, R. L. and A. M. El-Geneidy. 2004, Modeling transit trip time using archived bus dispatch system data, Journal of Transportation Engineering, 130 (1), 56-67.
- [7] Dueker, K. J., et al., 2004, Determinants of Bus Dwell Time. Journal of Public Transportation, 7(1), 21-40.
- [8] Tirachini, A. ,2013, Bus dwell time: the effect of different fare collection systems, bus floor level and age of passengers. Transportmetrica A: Transport Science, 9:1, 28-49
- [9] Transportation Research Board, Highway Capacity Manual 2nd edition, 2003.
- [10] Shen J., Li W., Cluster Analysis Of Larger-Scale Discrete Data With Application To Estimating Dwell Time Of Bus Route, Transportation College, Southeast University, 2013.
- [11] Rajbhandari, R., S. Chien and J. Daniel, 2003, Estimation of Bus Dwell Times with Automatic Passenger Counter Information, Transportation Research Record, 1841, 120-127.
- [12] Transportation Research Board, 2003, Transit Capacity and Quality of Service Manual, Transit Cooperative Research Program, Report 100, 2nd Edition, Washington, D.C.
- [13] Ghasemlou, K., 2012, "Otobüslerin Sinyalize Kavşakların Kapasitesine Etkilerinin Modellenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.