

OTOYOL PARA ÖDEME GİŞELERİNDE KUYRUKLANMA:

ÇAMLICA GİŞELERİ ÖRNEĞİ

Ergun GEDİZLİOĞLU	Şafak HENGİRMEN
Prof. Dr.	Araş. Gör.
İTÜ İnş. Fak.	İTÜ İnş. Fak.
Ulaştırma Anabilim Dalı	Ulaştırma Anabilim Dalı
İstanbul	İstanbul

ÖZET

Bu bildiride, ülkemizde son yıllarda hızla artan otoyolların gişelerinde motorlu taşıtların hizmet almaları sırasında harcadıkları sürelerle ilgili yapılan bir çalışmanın sonuçları verilmiştir. Bildiride, para toplama gişe ve alanlarının önemi belirtildikten sonra, kullanılmakta olan para toplama yöntemleri açıklanmaktadır. Anadolu otoyolunun Çamlıca para toplama gişelerinden iki gün süre ile toplanan veriler toplanca, gişelere göre, taşıt türlerine göre değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

1. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde yapılmakta olan çok büyük yatırımlarla, otoyol uzunluğu hızla artmakta ve otoyollar, karayolu taşımacılığının hızını ve güvenliğini artırdıkları için şehirlerarası ulaşımındaki karayolunun payı da büyümektedir. Ancak bazı durumlarda otoyolda hızlı yolculukla kazanılan zaman para gişelerinde oluşan kuyruklarda bekleme ile kaybedilebilmektedir. Bu nedenle otoyollardaki para toplama gişeleri dikkatli incelenmeli ve tasarımılanmalıdır.

Bir otoyolda gişelerin hizmet düzeyleri, diğer bir deyişle gişelerden motorlu taşıtların geçiş süreleri bir dizi etkenle değişir. Bu etkenlerin başında taşıtın türü, sürücünün davranışı gelmektedir. Gişeye girerken sürücünün yapacağı ödeme hakkında bilgisi olması ve ödeme için hazırlıklı olması, gişe görevlisinin davranışı ve gişede ödenen ücretin değişken veya sabit olması da önemli etkenler arasında sayılmalıdır.

Taşıtların gişelerden geçiş süreleri, gişeden birim zamanda geçecek taşıt sayısını, yani gişenin kapasitesini belirler. Bir gişeden taşıtların para ödeyerek geçme zamanları "t" saniye ise bu gişenin kapasitesi, yani bu gişeden birim zamanda geçecek taşıt sayısı;

$$q = 1 / t \quad \text{taşıt/saniye} \quad (1)$$

veya

$$Q = 3600 / t \quad \text{taşıt/saat} \quad (2)$$

olacaktır. Bir otoyolda yapılacak gişe sayısının da buna göre belirlenmesi gerekmektedir. Ancak taşıtların gişelerden geçiş süreleri, yukarıda belirtildiği gibi, değişkendir. Gişe kapasitesini belirlemek için kullanılacak değer, iyi bir yaklaşımla, ortalama geçiş süresi olarak alınabilir. Bununla birlikte ortalamaı kullanarak yaptığımız bu kapasite kestiriminin yalnızca bir yaklaşım olduğu unutulmamalıdır. Gerçek kapasitenin bu değerden daha küçük olduğunu belirtmek gereklidir. Geçiş sürelerinin, yalnız bir ortalama ile değil aynı zamanda olasılık dağılımları ile de temsil edildiği daha gelişmiş kapasite modellerinin araştırılması ilerdeki çalışmaların konusu olmalıdır.

Ülkemizde, yapılmakta olan otoyollarda para toplama gişelerinin sayısının nasıl belirlendiği hakkında bir yayın bulunmamaktadır. Gişe sayılarının, hiç olmazsa bundan sonra yapılacak otoyollarda, belirlenmesinde kullanılmak üzere, gişelerin hizmet verme düzeylerinin saptanması için gözlemler yapılması ve gişelerden taşıtların geçiş süreleri, bunları temsil edebilecek modellerin araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla bir örnek, İTÜ Ulaştırma Yüksek Lisans öğretiminde bir öğrenci çalışması olarak yapılmıştır. Bu küme çalışmasında otoyol gişelerindeki kuyruklanmaya örnek olmak üzere, Kuzey - Güney Avrupa otoyolunun (Trans European North-South Motorway, TEM) bir parçası olan Anadolu otoyolunun Çamlıca gişelerindeki para toplama alanında taşıtların gişelerden geçiş süreleri gözlenmiştir. Bu gözlemlerden elde edilen veriler, değerlendirilerek gişelerden taşıtların ortalama geçiş süreleri, gişelere göre ve taşıt türlerine göre çözümlenmiştir.

2. OTOYOLLARDA PARA TOPLAMA

Otoyollarda para toplama alan ve donanımının düzenlenmesi için ücret toplama türü, istasyon yeri ve gişe sayısı önemli değişkenlerdir. Bugün otoyollarda;

- 1) Açık sistem,
- 2) Kapalı sistem

olmak üzere iki türlü para toplama sistemi kullanılmaktadır. Bu para toplama yöntemlerinin, kullanıldığı yere göre birbirlerine üstünlükleri ve sakıncaları bulunmaktadır. Bir otoyolun, örneğin, uzunluğuna, trafiğine, giriş - çıkış yollarının durumuna göre açık para toplama sistemi kolaylıklar sağlarken bir başka otoyol için kapalı sistem daha etkin olabilmekte, yani daha az yatırımla daha yüksek kapasite verebilmektedir.

2.1. Kapalı Sistem Para Toplama

Otoyolun uç noktalarında ve diğer yol ağına bağlantısını sağlayan kavşaklarında, girişlere bilet alma ve çıkışlara da para toplama gişeleri yerleştirilerek uygulanan sisteme kapalı sistem (para toplama) denilmektedir. Bu yöntemde taşıtın otoyola girdiği ve çıktığı noktalar belirlenerek otoyolda aldığı yol uzunluğuna göre ücret alınmaktadır. Türkiye'de Trakya ve Anadolu otoyollarında bu yöntem kullanılmaktadır.

Bu sistemin üstünlüğü müşterinin otoyolu kullandığı kadar ücret ödemesini sağlaması, müşteri açısından, kullandığı yol uzunluğuna göre adil bir ücret düzeni kurulması, işletme açısından da düzenli ve her kullanıcının ücretlendirilmesini sağlamasıdır. Buna karşılık, taşıtların hem otoyola girişte bilet almak için ve hem de çıkışta ücret ödemek için durdurulmalarının gerekmesi, bunun yanında, genellikle sürücünün gişeye geldiğinde ödeyeceği parayı tam olarak bilmemesi de önemli sakıncalarıdır. Bu sistemde kullanılan yol uzunluğuna göre değişken bir ücret ödeme söz konusu olduğundan, özellikle daha önce kullanmadığı geçkilerde sürücü ödeyeceği ücreti gişede öğrenmekte ve bu durum da ödeme süresinin uzamasına ve gişenin kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır.

2.2. Açık Sistem Para Toplama

Açık sistem para toplama yöntemi otoyolda belirli aralıklarla ücret toplamaya dayanmaktadır. Bu sistemde otoyol giriş ve çıkışlarında gişe bulunmamakta, bunun yerine bir sabit ücret karşılığı, ortalama bir uzunluk belirlenerek otoyol üzerinde yaklaşık bu aralıklarla, uygun kesitlere, yalnız para toplama gişeleri bulunan alanlar düzenlenmektedir. Bu otoyollarda yalnız bu kesitlerden geçen taşıtlar ücret öderler. Bu kesitlerden geçmeyen, yani daha önce girip çıkan taşıtlar ücret ödemezler.

Çoğunlukla kısa boylu otoyollarda, otoyolun bir kesitine genellikle de ucuna yalnız para toplama gişeleri yerleştirilen türü en yaygın uygulananıdır. İstanbul Boğaz Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü açık sistem için iyi iki örnek oluşturmaktadır.

Bu yöntemin en önemli üstünlüğü gişeye giren sürücünün ödeyeceği ücreti bilmesi, bu nedenle önceden parasını hazırlayabildiği için gişeden çabuk geçebilmesidir. Ayrıca bu sistemde önceden bilet alınabilmesi de olasıdır. Biletle geçiş ise gişe kapasitesini artırmaktadır. Ancak bu yöntemde belirlenmiş olan ücret karşılığı bir uzunluk kadar aralıklarla otoyolda gişeler yapılması gerekmektedir. Buna karşın gişelerin yapımı için gerekli, yeterli ve uygun arazinin, otoyol geçkisi üzerinde istenen aralıklarla bulunması her zaman sağlanamayabilir. Yani gişeler arasındaki uzaklıklar farklı olabilir. Bu durum, dengeli olmayan bir ücretlendirmeye ve ücret aybına neden olacaktır.

Bunun yanında, yolu gişeler arasındaki bu uzunluktan daha kısa boyda kullanan bazı taşıtlardan ücret alınamamasına böylece de ücret kaybına neden olur. Ayrıca giriş-çıkışların çok seyrek olduğu uzun boydaki otoyollarda, ya da bir otoyolda uzun boyda yol alan taşıtların sık sık para toplama gişesinde durdurulması zorunluluğu, bu yöntemin, giriş gişesinde taşıtları durdurulmama üstünlüğünü, ya da diğer deyişle taşıtları az durdurma özelliğini, tersine döndürür.

2.3. Kullanılan Para Ödeme Yöntemleri

Gişelerde ücret toplama biçimi, kullanılan donanımına göre değişik olabilir. Bugün Türkiye'de açık sistem bulunan köprülerde peşin para veya önceden satın alınan biletler ile ödeme biçimi kullanılmaktadır. Kapalı sistem kullanılan otoyollarda ise yalnız peşin para ile ödeme yapılabilir.

Peşin para ile ödeme yapıldığında gişelerden geçişlerde önemli zaman kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bu sakıncayı, önceden satın alınan biletle geçiş, bir ölçüde azaltmakla birlikte yine taşıtlar durmak zorunda olduklarından, gecikmeler azalmasına karşın tümü ile ortadan kalkmamaktadır.

Istanbul Boğaz köprüsünde, 1984 ve 1985 yılında yapılan gözlemlere, göre taşıtların gişelerden ortalama geçiş süreleri yaklaşık $t = 8$ saniye/taşıtlar dolaylarındadır (1). Buna göre bir gişenin kapasitesi ortalama $Q = 450$ taşıtlar/sa olmaktadır. Bir otoyol şeridinin kapasitesi de 1800 taşıtlar/sa kabul edilir ise, zirve saatte köprüde her şerit için en az dört gişenin açık tutulması gerektiği görülmektedir.

Son yıllarda otomatik para ödeme biçimleri araştırılmaktadır. Avrupa otoyollarında kullanılmakta olan yöntemlerden birisi, bilet gibi önceden ödenen çok geçişli kartlardır. Daha yeni yöntemlerde ise kullanıcının belirttiği bir hesabından ya da kredi kartı hesabından ücretin alınmasını sağlayan uygulamalardır. Bu yöntemlerde gişeler tümü ile otomatik makinelerden oluşmakta ve genellikle aracın gişede durması bile gerekmemektedir.

3. ANADOLU OTOYOLU ÇAMLICA PARA TOPLAMA GİŞELERİNDEKİ GÖZLEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda belirtildiği gibi, Anadolu Otoyolunda kapalı sistemle ücret toplanmaktadır. Örnek çalışmanın İstanbul-Ankara, (TEM) otoyolunun, Çamlıca para toplama gişelerinde yapılması kararlaştırılmıştır. Otoyolda İstanbul yönüne giden trafiğin otoyoldan çıkarken kullandığı bu kesitte para toplama gişesi sayısı 8 olmasına karşın gözlem yapıldığı sırada bunların 5 tanesi hizmet vermemekteydi.

Gözlem amacıyla bölgede, iki günde farklı zamanlarda video kamera ile 1,5 saatlik çekim yapılmıştır. Daha sonra bu kayıtlardan her gişeden geçen araçların geçiş aralıkları ölçülmüştür. Bu gözlem için gişede, en az bir taşıtlık kuyruk bulunması koşulu aranmıştır. Diğer bir deyişle, gişede para ödemekte olan taşıtın arkasında sırada bekleyen taşıt bulunmaz ise olağan davranmayabileceği düşüncesi ile, arkasında en az bir taşıt bekleyen taşıtların gişeden geçiş süreleri ölçülmüştür. Gişeden, arkasında kuyruk olmadığı zamanlarda geçen araçların geçiş süreleri değerlendirmeye katılmamıştır. Geçiş süresi olarak, gişeden geçen bir aracın ön tamponunun gişe çıkışında belirlenen bir çizgiden geçmesi ile bir sonraki aracın ön tamponunun aynı çizgi üzerine gelmesi arasında geçen zaman alınmıştır. Toplanan veriler gişelere, taşıt türlerine göre kümelenerek ve daha sonra da hep birlikte ele alınarak çözümlenmiştir.

Gişelerden en çabuk geçen araç 3 saniyede geçen bir otomobil, en yavaş geçen araç ise 74 saniyede geçen bir kamyon olmuştur. Tüm gişelerde gözlenen toplam 734 taşıtın, 585 tanesi otomobil ya da benzeri küçük araç, 113 tanesi kamyon, 36 tanesi otobüs olmuştur. Taşıt türlerine göre verilerin oranlarının % 79,7 hafif taşıt, % 15,4 kamyon ve % 4,9 otobüs olduğu görülmektedir. Bu oranlar gözlem kesitinden geçen trafik akımının taşıt karışımını göstermektedir.

Gişelerde gözlenen veri sayıları ise, en dış gişeden yol eksenine doğru sırasıyla, 1. gişede 130 veri, 2. gişede 134 veri, 3. gişede 146 veri, 4. gişede 176 veri, 5. gişede 148 veri olmuştur. Bu gişelerdeki gözlemlerde ağır taşıt (kamyon, otobüs) oranları yine sırasıyla % 51, % 24, % 23, % 8 ve % 2 olmuştur.

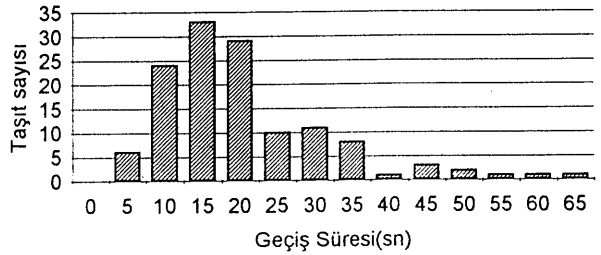
Yinelenme çözümlemesi (frekans analizi) için geçiş sürelerine uygun sınıf aralıkları araştırılmış ve otomobiller için 5 saniye, ağır vasıtalar için 10 saniye sınıf aralığı alınmasının uygun olacağı görülmüştür. Bu durumda yapılan çözümlemede bütün taşıt türleri için sınıf aralığı 5 saniye olarak alınmıştır.

Her gişede toplanan veriler araç türlerine göre ayrılmış ve taşıt türlerinin gişeleri geçiş süreleri büyüklüklerine göre sıralanıp değerlendirilmiştir. Ancak gişelerde veri sayısı sınırlı olduğundan ve bazı gişelerde ağır taşıt sayısı ayrı değerlendirme için yeterli olmadığından gişelere göre ortalama değerleri taşıtların tümü birlikte alınarak gişe ortalaması bulunmuştur. Gişelerin hepsinden elde edilen veriler birlikte ele alındığında hafif ve ağır taşıtlar için ayrı geçiş süresi ortalaması bulunmuştur.

Birinci gişeden geçen taşıtlardan gözlenen 130 geçiş süresinin 5 saniyelik sınıf aralığı dilimlerine göre yinelenme sayıları Tablo 1'de, dağılımları da Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu verilere göre bu gişeden ortalama geçiş süresi 23,5 saniye ve standart sapma da 11,3 saniye olmuştur.

Tablo 1 : Taşıtların Birinci gişeden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	0	0	-	-
5	6	6	0.05	0.05
10	24	30	0.18	0.23
15	33	63	0.25	0.48
20	29	92	0.22	0.71
25	10	102	0.08	0.78
30	11	113	0.08	0.87
35	8	121	0.06	0.93
40	1	122	0.01	0.94
45	3	125	0.02	0.96
50	2	127	0.02	0.98
55	1	128	0.01	0.98
60	1	129	0.01	0.99
65	1	130	0.01	1.00
Toplam	130	130	1.00	1.00



Şekil 1: Taşıtların Birinci gişeden geçiş sürelerinin dağılımı.

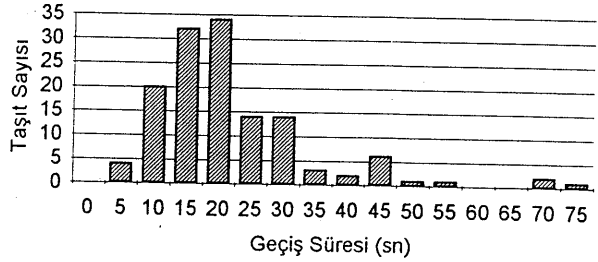
Bu ortalama sürenin gişeden geçen her taşıt için geçerli olduğu kabul edilirse bu gişenin kapasitesinin 153 taşıt/saat olduğu görülecektir.

Toplam 134 verinin gözlemlendiği ikinci gişeden gözlenen verilerin de, aynı biçimde, yinelenme sayıları ve yüzdeleri Tablo 2 ve dağılımları da Şekil 2'de görülmektedir. Bu gişeden geçiş sürelerinin ortalaması 24,9 sn standart sapması da 12,3 sn olmuştur. Bu ortalamaya göre bu gişenin kapasitesinin 144 taşıt/saat olduğunu söyleyebiliriz.

Bu değerler, 146 verinin gözlemlendiği üçüncü gişede standart sapması 14,7 sn olmak üzere ortalaması 24,3 sn olmuştur. Buna göre de bu gişenin kapasitesi 148 taşıt/sa olarak kabul edilebilir. Verilerin yinelenme sayıları Tablo 3 ve dağılımları da Şekil 3'de görülmektedir.

Tablo 2 : Taşıtların ikinci gişeden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

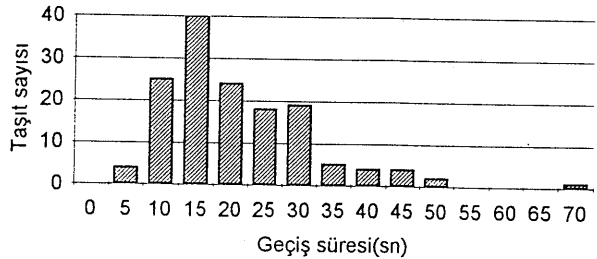
Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	0	0	-	-
5	4	4	0.03	0.03
10	20	24	0.15	0.18
15	32	56	0.24	0.42
20	34	90	0.25	0.67
25	14	104	0.10	0.78
30	14	118	0.10	0.88
35	3	121	0.02	0.90
40	2	123	0.01	0.92
45	6	129	0.04	0.96
50	1	130	0.01	0.97
55	1	131	0.01	0.98
60	0	131	-	0.98
65	0	131	-	0.98
70	2	133	0.01	0.99
75	1	134	0.01	1.00
Toplam	134	134	1.00	1.00



Sekil 2: Taşıtların ikinci gişeden geçiş sürelerinin dağılımı.

Tablo 3 : Taşıtların üçüncü gişeden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

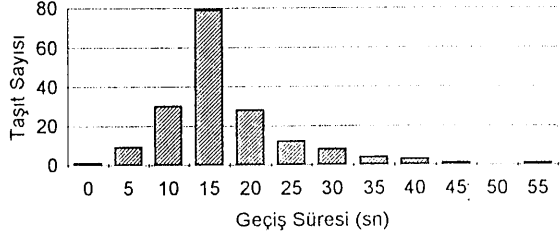
Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	0	0	-	-
5	4	4	0.03	0.03
10	25	29	0.17	0.20
15	40	69	0.27	0.47
20	24	93	0.16	0.64
25	18	111	0.12	0.76
30	19	130	0.13	0.89
35	5	135	0.03	0.92
40	4	139	0.03	0.95
45	4	143	0.03	0.98
50	2	145	0.01	0.99
55	0	145	-	0.99
60	0	145	-	0.99
65	0	145	-	0.99
70	1	146	0.01	1.00
Toplam	146	146	1.00	1.00



Sekil 3: Taşıtların üçüncü gişeden geçiş sürelerinin dağılımı.

Tablo 4: Taşıtların Dördüncü gişeden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	1	1	0.01	0.01
5	9	10	0.05	0.06
10	30	40	0.17	0.23
15	79	119	0.45	0.68
20	28	147	0.16	0.84
25	12	159	0.07	0.90
30	8	167	0.05	0.95
35	4	171	0.02	0.97
40	3	174	0.02	0.99
45	1	175	0.01	0.99
50	0	175	-	0.99
55	1	176	0.01	1.00
Toplam	176	176	1.00	1.00

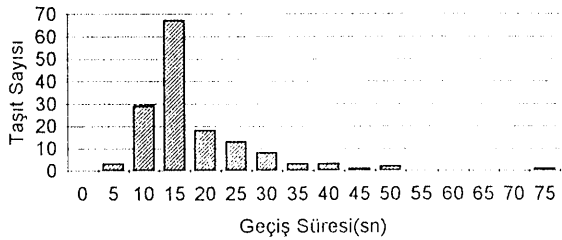


Şekil 4: Taşıtların Dördüncü gişeden geçiş sürelerinin dağılımı.

Dördüncü gişede ise ortalama geçiş süresi 20,0 sn olurken standart sapması 7,8 sn olmuştur. Belirtildiği gibi bu gişede gözlenmiş olan toplam 176 verinin yinelenme sayıları, Tablo 4 ve dağılımları da Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu ortalama geçiş süresine göre bu gişeden geçmesi beklenen en çok taşıt sayısı, yani kapasitesi ise 180 taşıt/sa olacaktır.

Tablo 5: Taşıtların Beşinci gişeden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	0	0	-	-
5	3	3	0.02	0.02
10	29	32	0.20	0.22
15	67	99	0.45	0.67
20	18	117	0.12	0.79
25	13	130	0.09	0.88
30	8	138	0.05	0.93
35	3	141	0.02	0.95
40	3	144	0.02	0.97
45	1	145	0.01	0.98
50	2	147	0.01	0.99
55	0	147	-	0.99
60	0	147	-	0.99
65	0	147	-	0.99
70	0	147	-	0.99
75	1	148	0.01	1.00
Toplam	148		1.00	1.00



Şekil 5: Taşıtların Beşinci gişeden geçiş sürelerinin dağılımı.

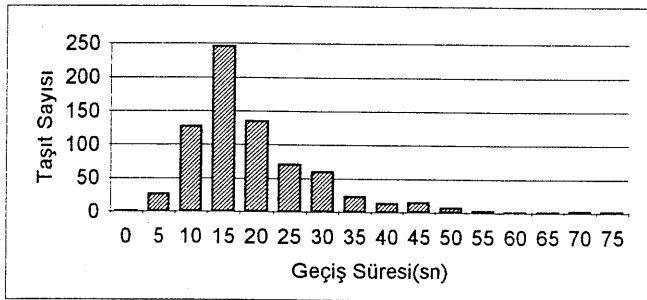
Beşinci gişede 148 veri gözlenmiş ve bunların ortalaması 21,1 sn ve standart sapması da 9,3 sn olmuştur. Aynı biçimde gözlenen bu veriler de Tablo 5 ve Şekil 5'de özetlenmiştir. Bu ortalama değere göre de bu gişenin kapasitesinin 170 tş/sa olduğu söylenebilir.

Gözlenen verilerin birlikte değerlendirilmesi ile otoyolun gişelerinden taşıtların ortalama 22.7 sn aralıklarla geçebildikleri ve standart sapmanın da 11.1 sn olduğu görülmüştür. Toplu sonuçlar Tablo 6 ve Şekil 6'da görülmektedir.

Tablo 6 : Taşıtların gişelerden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	1	1	0.00	0.00
5	26	27	0.04	0.04
10	127	154	0.17	0.21
15	246	400	0.34	0.55
20	135	535	0.18	0.73
25	71	606	0.10	0.83
30	60	666	0.08	0.91
35	23	689	0.03	0.94
40	13	702	0.02	0.96
45	15	717	0.02	0.98
50	7	724	0.01	0.99
55	3	727	0.00	0.99
60	1	728	0.00	0.99
65	1	729	0.00	0.99
70	3	732	0.00	1.00
75	2	734	0.00	1.00
Toplam	734	734	1.00	1.00

Ortalama:
22.7 sn
Standart Sapma:
11.1 sn



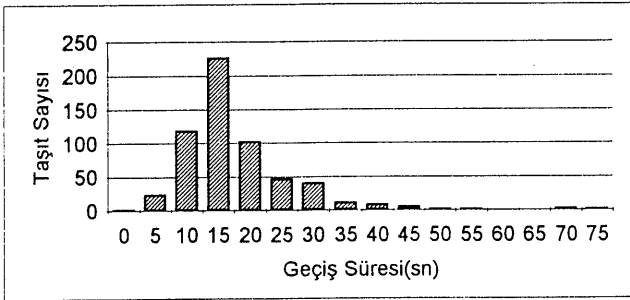
Şekil 6 : Taşıtların gişelerden geçiş sürelerinin dağılımı.

Bu gişelerden, otomobillerin geçiş sürelerinin ortalaması 20.6 sn ve standart sapması da 8.6 saniye olmuştur. Otomobillerin gişelerden geçiş sürelerinin yinelenme sayıları Tablo 7 de dağılımları da Şekil 7'de görülmektedir.

Tablo 7 : Otomobillerin gişelerden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş Süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	1	1	0.00	0.00
5	23	24	0.04	0.04
10	118	142	0.20	0.24
15	226	368	0.39	0.63
20	102	470	0.17	0.80
25	46	516	0.08	0.88
30	40	556	0.07	0.95
35	11	567	0.02	0.97
40	8	575	0.01	0.98
45	5	580	0.01	0.99
50	1	581	0.00	0.99
55	1	582	0.00	0.99
60	0	582	0.00	0.99
65	0	582	0.00	0.99
70	2	584	0.00	1.00
75	1	585	0.00	1.00
Toplam	585	585	1.00	1.00

Ortalama:
20.6 sn.
Standart Sapma:
8.6 sn.



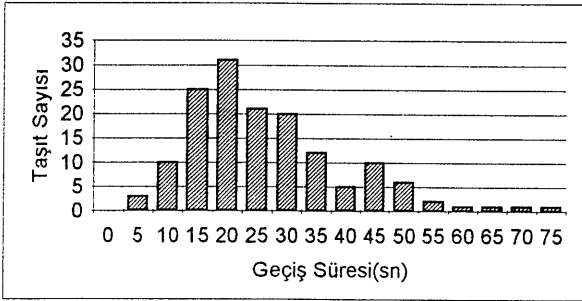
Şekil 7: Otomobillerin gişelerden geçiş sürelerinin dağılımı.

Gözlenen ağır taşıtların, yani kamyon ve otobüslerin geçiş sürelerinin ortalaması da 27.4 sn, standart sapması da 12.1sn olmuştur. Bu taşıtların geçiş sürelerinin yinelenme sayıları Tablo 8 ve dağılımları da Şekil 8'de görülmektedir.

Tablo 8 : Ağır taşıtların gişelerden geçiş süreleri, yinelenme sayıları ve yüzdeleri.

Geçiş süresi (sn)	Tekrar	Toplam Tekrar	Tekrar Yüzdesi	Toplam Tekrar Yüzdesi
0	0	0	0.00	0.00
5	3	3	0.02	0.02
10	10	13	0.07	0.09
15	25	38	0.17	0.26
20	31	69	0.21	0.46
25	21	90	0.14	0.60
30	20	110	0.13	0.74
35	12	122	0.08	0.82
40	5	127	0.03	0.85
45	10	137	0.07	0.92
50	6	143	0.04	0.96
55	2	145	0.01	0.97
60	1	146	0.01	0.98
65	1	147	0.01	0.99
70	1	148	0.01	0.99
75	1	149	0.01	1.00
Toplam	149	149	1.00	1.00

Ortalama:
27.4 sn.
Standart Sapma:
12.1 sn.



Sekil 8 : Ağır taşıtların gişelerden geçiş sürelerinin dağılımı

4. SONUÇLAR

Anadolu otoyolu Çamlıca gişelerinde yapılan gözlemlere göre ülkemizde kapalı sistem para toplama uygulanan bir otoyolun para toplama gişelerinden, bir taşıt ortalama, yaklaşık 23 saniyede geçmektedir. Bu değer göre bir gişeden geçmesi beklenen saatteki taşıt sayısı 156 olmaktadır. Otoyolun bir şeridinin kapasitesini 1600 taşıt/sa kabul edersek, gişelerde hiç kuyruk oluşmaması için, otoyolun kapasitesinde yüklü olduğunda her şerit için en az 10 gişenin açık tutulması gerektiği sonucu çıkmaktadır. Bu oldukça yüksek bir değerdir.

Gişelerde oluşmasına izin vereceğimiz kuyruk uzunluğuna göre gişe sayısını kestirmek, kuyruk kuramı yöntemlerini kullanarak olasıdır. Kuyruk kuramı yöntemlerini uygulayabilmek için, bu bildiride yapılanın ötesinde gişelerde geçiş sürelerine uyan olasılık dağılımının ve taşıtların gişe önündeki kuyruğa katılmalarının olasılık dağılımının belirlenmesi gereklidir. Aynı kuram, diğer yandan, gişe sayısı belli olan bir para toplama yerindeki gişelerde, otoyoldan gelecek trafik hacmine göre oluşacak kuyruk uzunluklarını kestirmek, buna göre açık tutulacak gişe sayısını belirlemek amacıyla da kullanılabilir.

Gişelerden yalnız otomobil geçmesi durumunda ise ortalama geçiş süresinin 20 sn olacağı ve bir gişeden saatte 180 otomobil geçebileceği görülmektedir. Gişelerden geçenler hep ağır taşıt olduğunda ise ortalama geçiş süresi 27,5 sn olmakta ve gişenin kapasitesi de 130 taşıt/sa bulunmaktadır.

Gözlemlerde elde edilen verilere göre ağır taşıtlarla hafif taşıtların gişelerden geçişleri arasındaki fark % 30 kadardır. Bu, beklendiği kadar büyük bir fark değildir. Nitekim tek tek verilere bakıldığında ağır taşıtlardan daha yavaş geçen otomobiller olduğu gibi 10 saniyeden daha kısa sürede geçen kamyonlar bulunduğu görülmektedir. Buna, gişelerde değişken ücret ödenmesinin neden olduğu tahmin edilmektedir. Hafif taşıtların az farkla daha çabuk geçebilmeleri ise daha ivmeli hareket edebilmelerinin sonucu olduğu öne sürülebilir.

Otoyolların, kapalı sistem, para toplama gişelerinin kapasitesi, köprülerin açık sistemi ile karşılaştırıldığında, beklendiği gibi, yaklaşık 1/3 oranında daha az oldukları görülmektedir. Bunun nedeni ise yukarıda tartışılmıştır.

4. KAYNAKLAR

1. GEDİZLİOĞLU E, " İstanbul Boğaz Köprüsü Gişelerinde Kuyruklanma " Yöneylem Araştırması XI. Ulusal Kongresi, Marmara Üniversitesi, Y.A. Derneği, İstanbul, 1987
2. " TRANS - EUROPEAN NORTH - SOUTH MOTORWAY (TEM) STANDARTS AND RECOMMENDED PRACTICE " TEM/CO/TEC/1 pp 5.6, United Nations Development Programme, Economic Commission for Europe, 1981.